



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**RENOVACE BUDOVY S OHLEDEM NA JEJÍ
ENERGETICKOU NÁROČNOST**

RENOVATION OF THE BUILDING WITH RESPECT TO ENERGY DEMANDS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Balíková

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Anna Balíková
Název	Renovace budovy s ohledem na její energetickou náročnost
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a právní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově – koncepční řešení

Analýza spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro zadaný objekt. Výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě.

C. Volitelná část

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

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou řešení renovace panelového bytového domu s ohledem na energetickou náročnost. Teoretická část pojednává o tepelných čerpadlech. Získané znalosti byly následně aplikovány ve výpočtové části, kde je řešeno energetické hodnocení stávajícího stavu bytového domu a návrh dvou možných variant renovace. Cílem první varianty je renovace objektu pro splnění klasifikační třídy C s ohledem na potřebné finanční prostředky. Druhá varianta je zaměřena na technické zařízení budovy a primární energii z obnovitelných zdrojů, tak aby bytový dům dosáhl klasifikační třídy A. Každá z variant je posouzena jak z energetického, tak i ekonomického hlediska. Projektová část pak obsahuje průkazy energetické náročnosti jednotlivých variant objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetické hodnocení budovy, průkaz energetické náročnosti budovy, bytový dům, zateplení, součinitel prostupu tepla, kondenzační plynový kotel, tepelné čerpadlo, fotovoltaické panely, energetické posouzení, ekonomické posouzení, energetická optimalizace.

ABSTRAKT

The diploma thesis deals with the solutions of the renovation of a panel apartment building with regard to energy efficiency. The theoretical part deals with heat pumps. The acquired knowledge was subsequently applied in the computational part, where the energy assessment of the current state of the apartment building and the design of two possible variants of renovation are addressed. The aim of the first variant is the renovation of the building to meet classification class C using the possible funds. The second variant is focused on the technical equipment of the building and primary energy from renewable sources, so that the apartment building reaches classification class A. Both proposed variants are assessed from both an energy and financial point of view. The project part then contains certificates of energy intensity of individual variants of the building.

KEY WORDS

Energy Assessment of Building, Building Energy Performance Certificate, Apartment Building, Thermal Insulation, Heat Transfer Coefficient, Gas Condensing Boiler, Heat Pump, Photovoltaic Panel, Energy Efficiency Assessment, Financial Assessment, Energy Optimization.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Anna Balíková Renovace budovy s ohledem na její energetickou náročnost. Brno, 2020. 155 s., 14 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Renovace budovy s ohledem na její energetickou náročnost* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Anna Balíková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Renovace budovy s ohledem na její energetickou náročnost* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Anna Balíková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé práce doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a cenné rady.

OBSAH

ÚVOD.....	10
A TEORETICKÁ ČÁST.....	12
A.1 HISTORIE TEPELNÝCH ČERPACÍ 12	12
A.2 PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA 12	12
A.3 HLAVNÍ KOMPONENTY TEPELNÉHO ČERPADLA..... 14	14
A.3.1 VÝPARNÍK 14	14
A.3.2 KOMPRESOR 14	14
A.3.3 KONDENZÁTOR 15	15
A.3.4 EXPANZÍ VENTIL 16	16
A.4 TOPNÝ FAKTOR 16	16
A.5 CHLADIVA POUŽÍVANÁ V TEPELNÝCH ČERPADLECH 18	18
A.6 ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPACÍ PODLE ZDROJE TEPLA 18	18
A.6.1 TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ/VODA 18	18
A.6.2 TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH/VODA..... 20	20
A.6.3 TEPELNÉ ČERPADLO VODA/VODA..... 21	21
A.6.4 TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH/VZDUCH 22	22
A.7 PROVOZ TEPELNÉHO ČERPADLA..... 23	23
A.7.1 STANOVENÍ BODU BIVALENCE 23	23
A.8 EKOLOGIE PROVOZU TEPELNÉHO ČERPADLA 26	26
A.9 NÁKLADY NA TEPELNÉ ČERPADLO 27	27
B VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	30
B.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ A TEPELNÉ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ BUDOVY..... 30	30
B.1.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O OBJEKTU 30	30
B.1.2 ROZDĚLENÍ OBJEKTU DO ZÓN..... 31	31
B.1.3 TEPELNÉ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ 33	33
B.1.4 KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČinitele PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV 36	36
B.2 SPECIFIKACE TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ – VÝCHOZÍ STAV..... 37	37
B.2.1 VYTÁPĚNÁ..... 37	37
B.2.2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY..... 37	37
B.2.3 VĚTRÁNÍ 40	40
B.2.4 CHLAZENÍ 40	40
B.2.5 ÚPRAVA VLHKOSTI 40	40
B.2.6 OSVĚTLENÍ..... 40	40

B.3	ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV	41
B.3.1	TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY	41
B.3.2	ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU.....	43
B.4	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV	46
B.5	NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA I.....	47
B.5.1	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	47
B.5.2	KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY....	52
B.5.3	SPECIFIKACE TECHNICKÝCH SYTÉMU BUDOVY – VARIANTA I.....	53
B.6	ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA I.	56
B.6.1	TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY	57
B.6.2	ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU.....	59
B.7	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA I.....	61
B.8	PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY	64
B.9	NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA II.....	64
B.9.1	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	65
B.9.2	KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY....	67
B.9.3	SPECIFIKACE TECHNICKÝCH SYTÉMU BUDOVY – VARIANTA II.....	68
B.10	ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA II.	75
B.10.1	TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY	75
B.10.2	ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU.....	77
B.11	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA II.....	80
B.12	PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY	83
B.13	POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH NAVRHOVANÝCH VARIANT.....	83
B.13.1	ENERGETICKÉ POROVNÁNÍ	83
B.13.2	EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ	85
C	PROJEKT	89
C.1	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV.....	90
C.2	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA I.	107
C.3	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA II.	126
	ZÁVĚR	145
	POUŽITÉ ZDROJE	146
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	149
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	151
	PŘÍLOHY	155

ÚVOD

Předmětem diplomové práce je renovace panelového bytového domu s ohledem na energetickou náročnost. Práce se skládá ze tří částí teoretické, výpočtové a projektové. Teoretická část se zabývá problematikou tepelných čerpadel, jejich historií, principem, provozem a regulací.

V rámci zpracování výpočtové části se nachází samotná optimalizace budovy, a to ve dvou variantách navrhovaných opatření. Cílem první varianty je renovace objektu pro splnění klasifikační třídy C s ohledem na potřebné finanční prostředky. Druhá varianta je zaměřena na technické zařízení budovy a primární energii z obnovitelných zdrojů, tak aby bytový dům dosáhl klasifikační třídy A. V každé z variant je popis a charakteristika stavebního řešení a tepelně technických vlastností obalových konstrukcí. Dále specifikace technických systémů, analýza energetických potřeb a toků budovy. Součástí je také porovnání stávajícího stavu a navržených variant, a to z ekonomického a energetického hlediska.

V poslední části jsou zpracovány průkazy energetické náročnosti bytového domu – výchozí stav, varianta I. a varianta II. Obsahem je také projektová dokumentace a schéma zapojení systému dvou tepelných čerpadel navržených ve druhé variantě.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A – TEORETICKÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Balíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2021

A TEORETICKÁ ČÁST

V dnešní době z pohledu energetiky je čím dál více kladen důraz na využívání obnovitelných zdrojů energie. Energii, kterou spotřebováváme při bydlení, využíváme hlavně pro vytápění, ohřev teplé vody a provoz spotřebičů v domácnosti.

S růstem cen za energie a s rostoucím zájmem veřejnosti o problematiku životního prostředí a klimatu se do popředí se dostává myšlenka využívat různé způsoby alternativního vytápění. Ty sebou mnohdy přinášejí výrazné úspory v nákladech na vytápění a energie vůbec a také významným způsobem neovlivňují ekologii okolního prostředí. Mezi taková zařízení řadíme i tepelná čerpadla.

A.1 Historie tepelných čerpadel

Již v roce 1824 nalezneme první zmínku o tepelných čerpadlech v díle „Úvahy o hybné síle ohně a strojích vyvolávající tuto sílu“. Tohle dílo bylo velmi významné pro termodynamiku. Byl zde popsán Carnotův cyklus, na jehož základě roku 1852 definoval lord Kelvin princip tepelného čerpadla. [1]

Na konci čtyřicátých let 20. století sestrojil první prototyp tepelného čerpadla americký vynálezce Robert C. Webber. V podstatě k němu došel, když prováděl experimenty s hlubokým zamražením. Omylem se dotkl výstupního potrubí a popálil se. To bylo prvním impulsem k myšlence o možné další funkci tohoto chladícího zařízení, a tak objevil tepelné čerpadlo jako zdroj tepla. [2]

Rozšíření tepelných čerpadel ze začátku bránila vyšší pořizovací cena. Nárůst přišel až osmdesátých let minulého století, a to především v západní Evropě. Skutečný nárůst instalací tepelných čerpadel přišel v roce 2 000 a to hlavně kvůli strmému zvýšení cen za energie. [1]

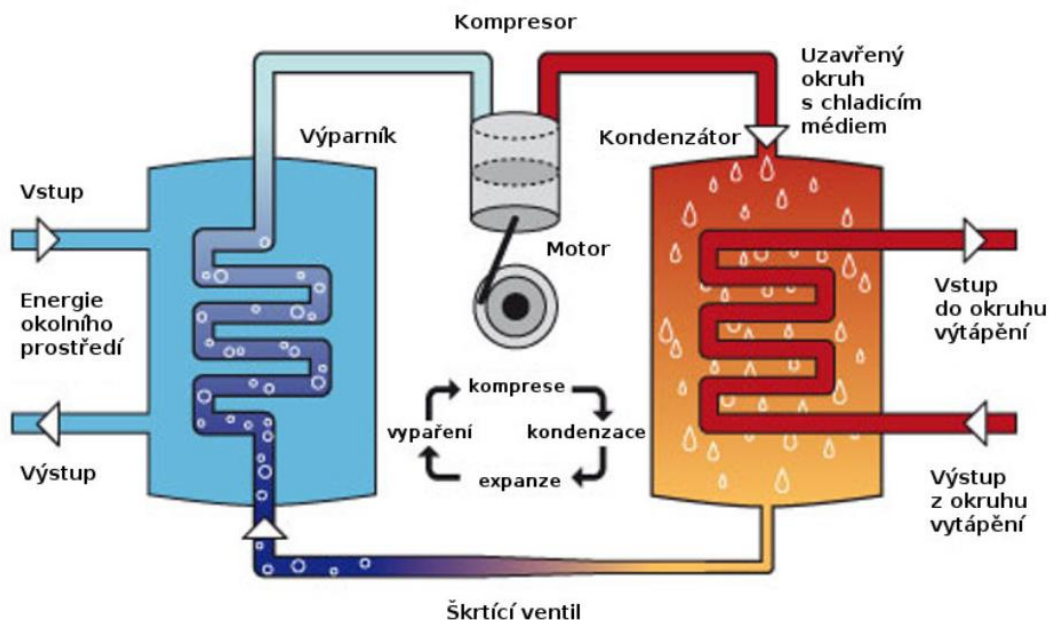
A.2 Princip tepelného čerpadla

Princip tepelného čerpadla lze přirovnat k principu chladničky. Teplo, které chladnička odebírá potravinám, předává do vzduchu v bytě svojí zadní stranou, černou mřížkou. Trvale tak vytápění naši kuchyni. S jediným rozdílem – tepelná čerpadla fungují přesně obráceně. [3]

Tepelná čerpadla řadíme mezi alternativní zdroje energie. Odebírá teplo vodě, vzduchu nebo zemi a pak následně umožňují teplo využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody. [5]

U tepelné čerpadla probíhá opakování cyklu čtyř dějů:

- **Vypařování:** Výparník je umístěn v zemi, ve vodě nebo ve vzduchu a odebírá pomocí chladiva teplo z okolního prostředí. V tomto procesu se chladivo zahřívá a mění skupenství a stává se plynem.
- **Komprese:** Plynné chladivo prudce stlačí v kompresoru a tímto se chladivo dostane na vyšší teplotní hladinu. Využije se tím fyzikálního jevu zvýšení teploty při zvýšení tlaku.
- **Kondenzace:** Ohřáté chladivo je vedeno do druhého výměníku tzv. kondenzátoru, kde předá tuto tepelnou energii do otopné soustavy do místnosti nebo ohřeje teplou vodu. Tím dojde k jeho ochlazení, kondenzaci a chladivo změní své skupenství zpět na kapalné a vrací se v okruhu zpátky k výparníku.
- **Expanze:** Před vstupem do výparníku projde chladivo expanzním ventilem, kde se tlak prudce sníží a dojde k takzvané expanzi chladiva. Dále chladivo putuje opět do výparníku, kde odebere teplo z okolního prostředí a cyklus se opět opakuje. [5]



Obrázek A.1 Princip tepelného čerpadla [6]

A.3 Hlavní komponenty tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla se skládají ze čtyř hlavních komponentů – výparník, kondenzátor, kompresor a expanzí ventil.

A.3.1 Výparník

Výparník je vlastně výměník tepla, který zprostředkovává přenos neboli výměnu tepla mezi médii tak aby nedošlo k jejich kontaktu. Pro výměnu tepla platí druhá termodynamická věta, která říká, že teplo se předává pouze z prostředí o vyšší teplotě do prostředí o nižší teplotě. V tepelném čerpadlu slouží výparník k předání tepla z vnějšího prostředí do chladiva. Chladivo tedy odebírá tepelnou energii z nízkopotenciálního zdroje, tím mění svoje skupenství z kapalného na plynné, a následně se odpařuje. [13]

Existuje celá řada různých typů výměníků. Pro přenos tepla mezi médii kapalina – chladivo se v tepelném čerpadle obvykle používají deskové a trubkové výměníky, pro přenos tepla vzduch – chladivo se zase naopak používají lamelové výměníky, doplněné ventilátorem. [13]



Obrázek A.2 Lamelový výměník [7]

A.3.2 Kompresor

Kompresor je nejdražším komponentem tepelného čerpadla. Nejčastěji bývá hermeticky uzavřen, ale může být i polouzavřený nebo otevřený. Kompresor v tepelném čerpadlu nasává a stlačuje páry chladiva vedoucí z výparníku, kde dochází ke zvýšení teploty par, které jsou následně vedeny do kondenzátoru a dochází k předání tepla do topné vody. Pro práci kompresoru je zapotřebí elektrická energie, která může být odebírána ze sítě nebo z vlastní fotovoltaické soustavy. [13]

Důležitým parametrem kompresorů bez ohledu na typ je sací výkon, který se udává v m³/hod přečerpávaného plynu. Jde o objem nasávaných par vztažený k tlaku v sacím hrdle. [12]



Obrázek A.3 Kompresor [8]

A.3.3 Kondenzátor

Jedná se o další výměník tepla, ve kterém dochází ke kondenzaci par chladiva na kapalinu. Ke kondenzaci dochází při předání tepla mezi chladivem a topným systémem. [14]

Každý výměník je charakterizován celou řadou parametrů. Jedním z hlavních parametrů je plocha, přes kterou se obě média stýkají. Pro přenos tepla mezi médii kapalina – chladivo se v tepelném čerpadle obvykle používají deskové a trubkové výměníky. [12]



Obrázek A.4 Deskový výměník izolovaný [10]

A.3.4 Expanzí ventil

Expanzní ventil taktéž nazývaný termostatický expanzní ventil nebo vstřikovací ventil má hlavní úkol vstřikovat do výparníku správné množství kapalné chladivo a to tak, aby byl výparník správně plněn a měl optimální provozní režim. Hlavní část expanzního ventilu je tryska, která je otvírána silou vzniklou vzájemným působením několika veličin. Tyto síly jsou vytvářeny tlakem plynů na membránu ventilu a pružinou regulačního šroubu. [12]

Další důležitou částí expanzní ventilu je teplotní čidlo, které nazýváme tykavka. Jedná se o malou nádobu naplněnou vhodným médiem, u které se při zvyšování teploty zvyšuje i tlak, který se přenáší pomocí kapiláry na membránu ventilu. Tlak vznikající nad membránou se zvyšuje s rostoucí teplotou tykavky, tlak pod membránou roste s vypařovací teplotou. Když přehřátí chladiva ve výparníku vzroste, ventil se otevírá a opačně. Síla potřebná k otevření ventilu se dá nastavit otáčením šroubu na ventilu. [12]

Trysky expanzního ventilu jsou výměnné a jejich velikost je volena podle požadovaného výkonu a druhu chladiva. Taktéž náplň tykavky se pro různá chladiva liší. [12]



Obrázek A.5 Termostatický expanzní ventil [13]

A.4 Topný faktor

Účinnost tepelného čerpadla charakterizuje topný faktor COP (Coefficient of Performance). Je to poměr tepelného výkonu tepelného čerpadla k elektrickému příkonu, který je potřebný k jeho provozu, především k pohonu kompresoru. Čím je hodnota topného faktoru vyšší, tím je provoz tepelného čerpadla efektivnější. Je-li například hodnota topného faktoru tepelného čerpadla 3,5, znamená to, že na vyprodukování 3,5 kWh tepelné energie spotřebujeme 1 kWh elektrické energie. [15]

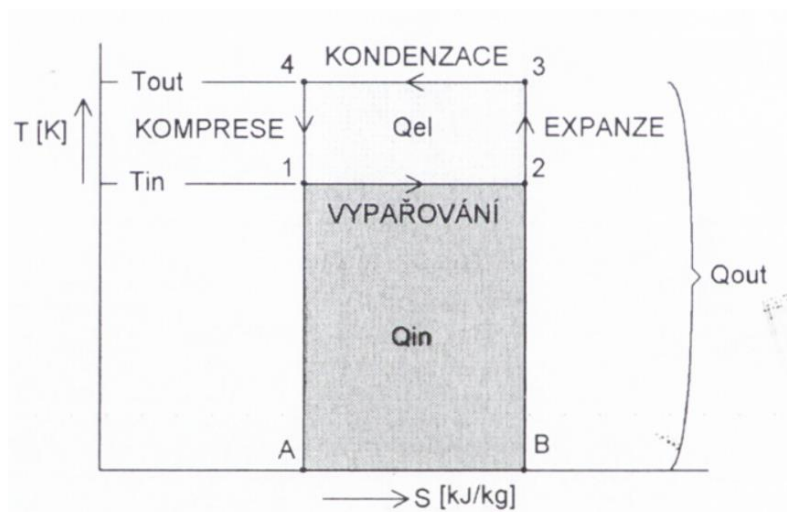
Topný faktor je jedním z nejdůležitějších parametrů tepelného čerpadla. Udává spotřebu elektřiny na produkci tepla. Značí se ε nebo také COP a platí tedy:

$$\text{COP} = \frac{Q}{P}$$

kde je: Q – tepelný výkon odevzdaný tepelným čerpadlem [kW]

P – příkon dodaný tepelnému čerpadlu [kW]

Zjednodušeně můžeme COP vysvětlit na obráceném oběhu Carnotova cyklu, kterým lze vyjádřit teoretický oběh tepelného čerpadla.



Obrázek A.6 Znáznornění teoretického pracovního cyklu TČ v T-s diagramu [12]

Q_{in} – energie získaná z okolí [J]

Q_{el} – energie pro pohon kompresoru [J]

Q_{out} – celková získaná energie [J]

T_{in} – teplota zdroje tepla [K]

T_{out} – teplota na výstupu [K]

T – teplota [K]

S – entropie [kJ/kg]

Pracovní cyklus se skládá z následujících fází:

- 1-2 izotermické vypařování (vypařování při konstantní teplotě)
- 2-3 adiabatická (izoentropická) komprese (při stálém tlaku)
- 3-4 izotermická kondenzace (kondenzace při stálém objemu)
- 4-1 adiabatická (izoentropická) expanze (při stálém tlaku)

A.5 Chladiva používaná v tepelných čerpadlech

Chladivo je nositelem energie v tepelném čerpadlu, bez něj by nemohlo fungovat. Chladivo cirkuluje v tepelném okruhu a odebírá energii ve výparníku při nízké teplotě a předává tuto energii v kondenzátoru při vysoké teplotě. Je celá řada chladiv, která se dělí podle fyzikálních vlastností nebo podle chemického složení. [12]

R10 až R50	skupina na bázi metanu
R110 až 170	skupina na bázi etanu
R216 až R290	propanová skupina
RC316 až RC318	skupina cyklických uhlovdíků
R400 až R411B	zeotropní směsi chladiv
R500 až R509	azeotropní směsi chladiv
R600 až R620	ostatní organické sloučeniny
R630 až R631	sloučeniny dusíku
R702 až R764	anorganická chladiva
R1112 až R1270	nenasycené uhlovdíky

Obrázek A.7 Rozdělení chladiv podle chemického složení do skupin [12]

V minulosti byla používána chladiva na bázi plně halogenových uhlovdíků (CFC), později to byly částečně halogenované uhlovdíky (HCFC) a v současné době jsou to fluorované uhlovdíky a jejich směsi (HFC). V tepelných čerpadlech se používají především chladiva R410A, R407C, R404A a R32. [12, 20]

A.6 Rozdělení tepelných čerpadel podle zdroje tepla

Tepelná čerpadla se dělí podle nositele nízko potenciálového tepla a nositele přecherpané energie na:

- Tepelné čerpadlo země/voda
- Tepelné čerpadlo vzduch/voda
- Tepelné čerpadlo voda/voda
- Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

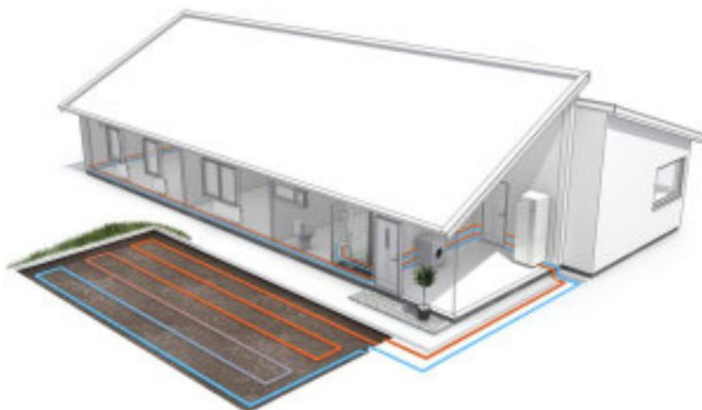
A.6.1 Tepelné čerpadlo země/voda

Tepelná čerpadla země/voda odebírají teplo uložené v zemi a převádí ho do topné vody o teplotě vhodné pro vytápění a přípravu teplé vody. Existují dva způsoby, jak teplo ze země odebírat:

- Zemním plošným kolektorem
- Zemním hlubinným kolektorem

Plošné zemní kolektory

Tepelná čerpadla země/voda s plošným kolektorem jsou levnější než s hlubinnými vrtly. Plošný kolektor je tvořen PE trubicí nemrznoucí kapalinou uloženou v zemi v hloubce přibližně 1,2 – 1,5 m s rozestupy min. 800 mm od sebe a délka jednoho okruhu nemá přesahovat 200 m. Je zapotřebí velká plocha pozemku, která je v závislosti na potřebě energie. [17]

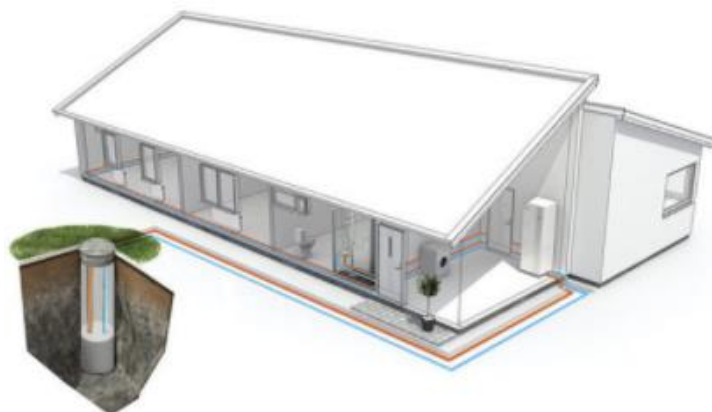


Obrázek A.8 Tepelné čerpadlo země/voda se zemským plošným kolektorem [11]

Hlubinné zemní kolektory

Druhá varianta je čerpat energii ze země pomocí vrtů. Jedná se o vrtly hluboké 80–250 m dle podloží v daném území. Průměr vrtu se pohybuje okolo 150 mm. Počet vrtů je opět určenou potřebou čerpané energie a rozteč vrtů se doporučuje minimálně 5 až 10 m. [12]

Tepelná čerpadla země/voda se vyznačují úspornějším provozem, a to cca o 30 % než vzduch/voda. Instalace tohoto systému je složitější a nákladnější. Vrtly se umísťují poblíž budovy, kterou vytápíme. U novostaveb lze umístit vrt i pod stavbu samotnou. [17]



Obrázek A.9 Tepelné čerpadlo země/voda s hlubinným zemským kolektorem [11]

Výhody tepelných čerpadel zem/voda:

- Dlouhá životnost tepelného čerpadla i kolektoru.
- Stabilní výkon a vysoký topný faktor i při extrémně nízkých venkovních teplotách.
- Velmi tichý chod.
- Výrazně nižší spotřeba elektřiny než u vzduchových tepelných čerpadel.
- O cca 30 % nižší spotřeba elektřiny než u tepelných čerpadel odebírajících teplo ze vzduchu.

Nevýhody tepelných čerpadel země/voda:

- Tepelné čerpadlo země/voda s plošným kolektorem vyžaduje dostatečně velký pozemek.
- Vyšší investiční náklady.
- Zemina musí umožňovat provedení výkopů do potřebné hloubky.
- Rozmístění případných dalších staveb, je nutné znát předem, aby se jim plošný kolektor mohl vyhnout. [16]

A.6.2 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Tepelné čerpadlo vzduch/voda na principu odběru tepelné energie přímo z venkovního vzduchu a získané teplo využívá pro ohřev vody v topném systému nebo zásobníku teplé vody. Tepelná čerpadla vzduch/voda jsou nejlepší variantou pro objekty, které nemají k dispozici pozemek pro tepelné čerpadlo s plošným kolektorem. [16]



Obrázek A.10 Tepelné čerpadlo vzduch/voda [11]

Výhody tepelných čerpadel vzduch/voda:

- Nižší investiční náklady oproti tepelným čerpadlům země/voda.
- Jednoduchá a rychlá instalace, bez požadavků na velikost pozemku.

Nevýhody tepelných čerpadel vzduch/voda:

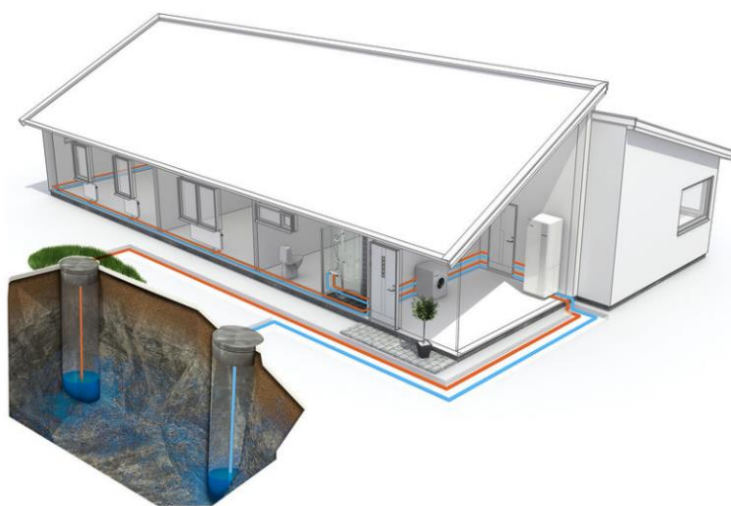
- Přibližně o 30 % vyšší spotřeba elektřiny než u tepelných čerpadel země/voda.
- Možné problémy s hlučností venkovní jednotky.
- Snížený výkon a výstupní teplota topné vody při nízkých venkovních teplotách.
- Kratší životnost kompresoru než u tepelných čerpadel země/voda. [16]

A.6.3 Tepelné čerpadlo voda/voda

V tomto případě se zdrojovým médiem stává voda. Tepelné čerpadlo voda/voda odebírající teplo z vodní plochy anebo ze spodní nebo geotermální vody.

Tepelné čerpadlo voda/voda odebírající teplo z rybníku, řeky nebo jiné vodní plochy jsou uloženy plastové hadice naplněné nemrznoucí směsí, které přenášejí teplo mezi vodou a tepelným čerpadlem. Systémy s odběrem tepla z vodní plochy jsou nejlevnější variantou tepelných čerpadel země/voda.

Tepelné čerpadlo voda/voda mohou také odebírat teplo ze studny. Kde je voda čerpána do výměníku tepelného čerpadla a po ochlazení vrácena zpět do země pomocí tzv. vsakovací studny. Tato varianta však vyžaduje dostatečnou zásobu podzemní vody a vhodné chemické složení vody. [16]



Obrázek A.11 Tepelné čerpadlo voda/ voda – studna [11]

Výhody tepelných čerpadel voda/voda:

- Nižší provozní náklady v porovnání se vzduchovými i zemními tepelnými čerpadly.
- Dlouhá životnost tepelného čerpadla i plošného kolektoru.
- Tichý chod.

Nevýhody tepelných čerpadel voda/voda:

- Vhodné pouze pro objekty ležící v těsné blízkosti vodní plochy nebo v lokalitách s dostatkem vody.
- Nutnost získání povolení od správce povodí či majitele vodní plochy.
- Nižší životnost komponentů pro čerpání spodní nebo geotermální vody (čerpadla, filtry).
- Vyšší náklady na servis z důvodu nutných kontrol a údržby (čistění filtrů a výměníků). [16]

A.6.4 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z venkovního vzduchu a ohřívá vzduch uvnitř budovy. Systém vzduch/vzduch ohřívá vnitřní vzduch přímo, bez prostřednictví topného systému a dosahuje díky tomu vyššího topného faktoru než ostatní tepelná čerpadla. Čerpadla vzduch/vzduch mají nízké nároky na instalaci, hodí se do novostaveb i starších domů, do rodinných domů i velkých komerčních objektů. [18]



Obrázek A.12 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch [11]

Výhody tepelných čerpadel vzduch/vzduch:

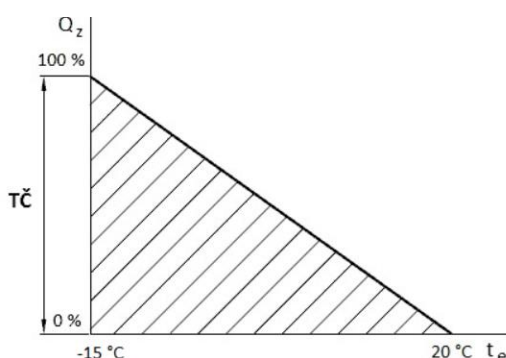
- Nejnižší pořizovací cena v porovnání s ostatními typy tepelných čerpadel.
- Rychlá a jednoduchá instalace.

Nevýhody tepelných čerpadel vzduch/vzduch:

- Počet vnitřních jednotek připojitelných k jedné venkovní jednotce je omezen.
- Systém není vhodný pro objekty s velkým počtem malých místností.
- Tepelným čerpadlem vzduch/vzduch nelze ohřívat teplou vodu.
- Hlučnost vnitřní jednotky při provozu na plný výkon. [16]

A.7 Provoz tepelného čerpadla

Monovalentní zdroj kryje celou tepelnou ztrátu objektu. Nezapne se tedy žádný jiný zdroj tepla, například elektrický plynový kotel. Monovalentní provoz tepelného čerpadla vyžaduje vysoké nároky na zdroj nízkopotenciálního tepla. [18]



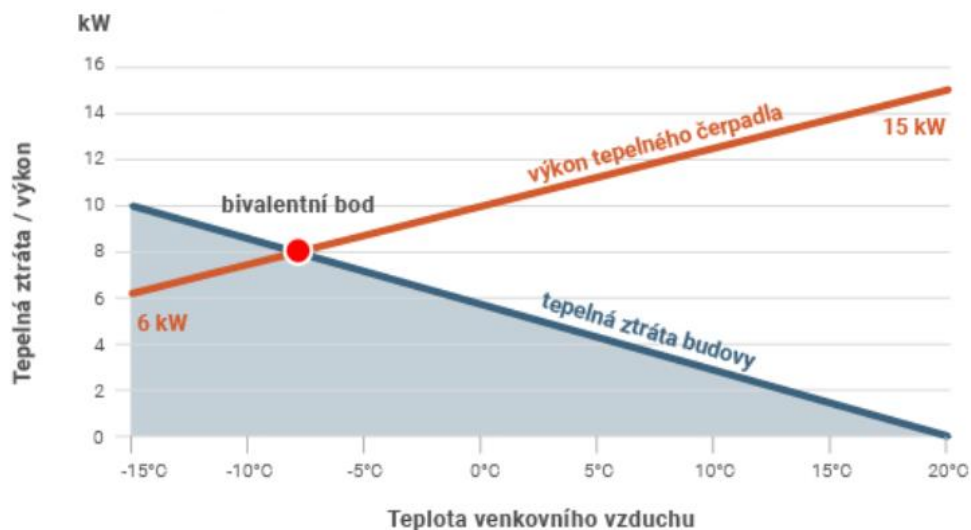
Obrázek A.13 Monovalentní provoz [21]

Tepelné čerpadlo je výhodnější kombinovat s bivalentním zdrojem. Pro každý konkrétní objekt je teplota bivalence dána tepelnou ztrátou objektu, druhem otopné soustavy, výkonem tepelného čerpadla a teplotou na kterou je tento zdroj schopen topnou látku ohřát. Do určité venkovní teploty je využíváno pouze tepelné čerpadlo, a když už je jeho výkon nedostačující, zapojí se bivalentní zdroj. [18]

A.7.1 Stanovení bodu bivalence

U určité venkovní teploty nastane stav u tepelného čerpadla, kdy se jeho výkon rovná aktuální tepelné ztrátě objektu. Tuto teplotu nazýváme bodem bivalence. Pokud venkovní teplota by stále klesala a tepelná ztráta objektu se stále zvětšovala a deficit doplní bivalentní zdroj tepla.

Bod bivalence lze určit z průsečíku křivek výkonu tepelného čerpadla a průběhu tepelné ztráty v závislosti na venkovní teplotě. Vhodně zvolený výkon tepelného čerpadla dokáže posunout teplotu bivalence do nižších teplot a snížit tak dobu provozu bivalentního zdroje. V případě, že je navržen malý výkon tepelného čerpadla vzhledem k celkové potřebě tepla, nastane bod bivalence při vyšší venkovní teplotě. [18]

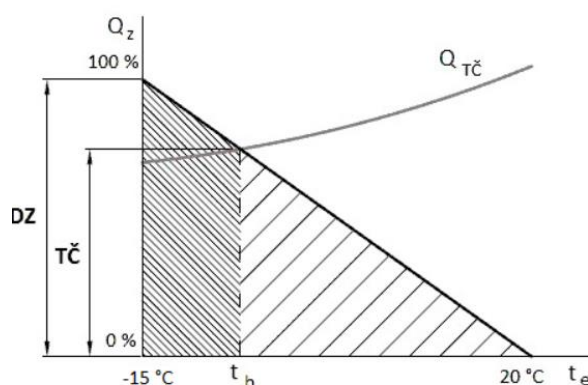


Obrázek A.14 Příklad výkonu tepelného čerpadla vzduch/voda [19]

Podle způsobu průběhu využití nízkopotenciálního tepla tepelným čerpadlem se rozlišují tři druhy provozu tepelného čerpadla a bivalentního zdroje energie, a to alternativně bivalentní, paralelně bivalentní a částečně paralelně bivalentní. [18]

Alternativně bivalentní

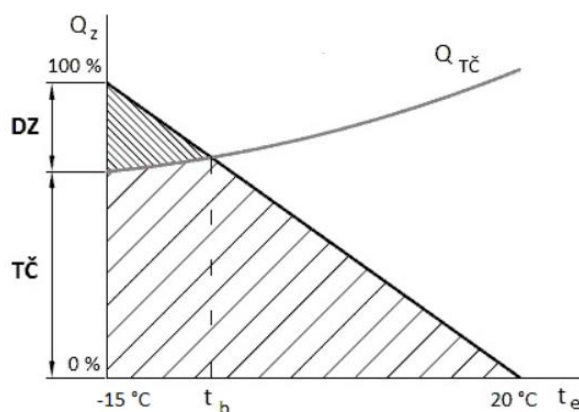
Alternativně bivalentní zdroj nahrazuje celým výkon tepelného čerpadla v období, kdy již není schopné pracovat například z důvodu nízkých teplot. Tento způsob provozu znamená, že při určité venkovní teplotě nebo teplotě topné soustavy se tepelné čerpadlo vypne a teplo do domu dodává jiný, bivalentní zdroj, třeba elektrické topné těleso nebo plynový kotel. [18]



Obrázek A.15 Alternativně bivalentní provoz [21]

Paralelně bivalentní

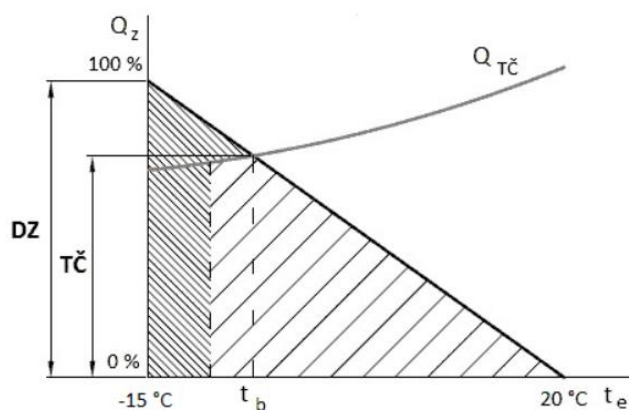
Paralelně bivalentní zdroj připíná při nedostatečném výkonu tepelného čerpadla, ale tepelné čerpadlo pracuje celou topnou sezónou. Když venku klesne teplota tak, že výkon tepelného čerpadla již nestačí k pokrytí tepelné ztráty, zapojí se bivalentní zdroj energie. Oba zdroje běží v provozu současně. Okamžik aktivace bivalentního zdroje a dodávaný výkon řídí regulace tepelného čerpadla. [18]



Obrázek A.16 Paralelně bivalentní provoz [21]

Částečně paralelně bivalentní

A bivalentně částečně paralelní je kombinací předchozích stavů. Tepelné čerpadlo je odstaveno při nejnižších teplotách, kdy pracuje záložní zdroj. Před odstavením tepelného čerpadla pracují oba zdroje současně. [18]



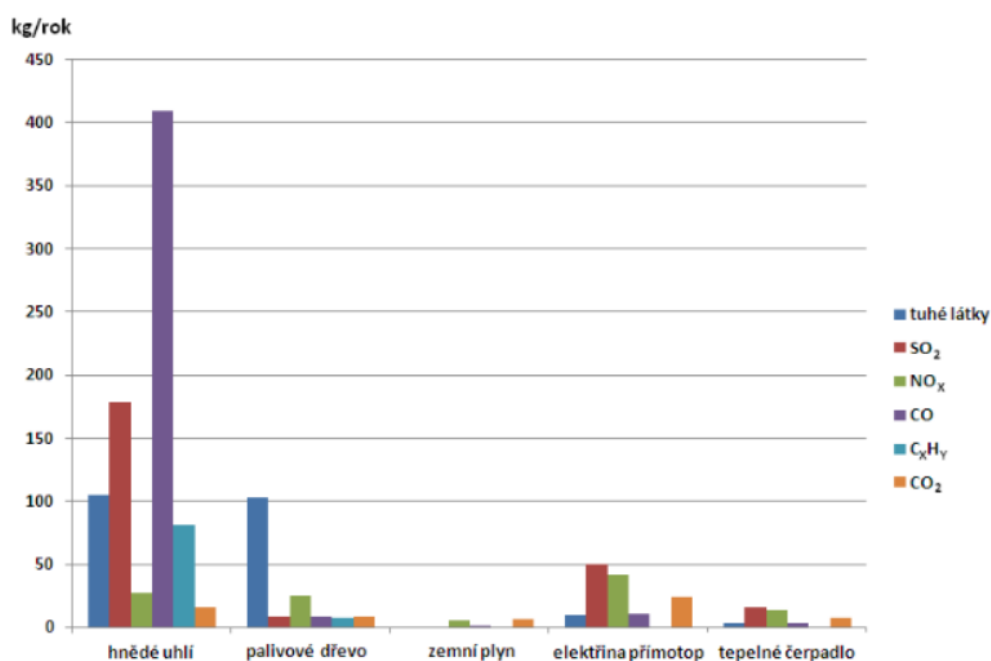
Obrázek A.17 Částečně paralelně bivalentní [21]

A.8 Ekologie provozu tepelného čerpadla

Na ekologii provozu tepelných čerpadel lze pohlížet ze dvou základních hledisek, kterými jsou spotřeba energie a používání chladiva. Když porovnáme spotřebu primární energie uvolněné spalováním uhlí pro vytápění elektrickou energií vyrobenou v tepelné elektrárně se spotřebou kotle v rodinném domě, lze říci, že tepelné čerpadlo poháněné elektrickou energií snižuje spotřebu primární energie. Je to dáno tím, že pokud v elektrárně spálíme uhlí, vzniklou tepelnou energii přeměníme na elektrickou, tu přivedeme do domácnosti a opět přeměníme na teplo určené k vytápění. [13]

Při použití kotle na uhlí přímo v domě je využití uvolněné energie cca 60 %. Neboli spálíme-li uhlí v kotli na uhlí s účinností 60 %, získáme stejné množství tepla, které by dodalo tepelné čerpadlo s topným faktorem 2,2 poháněné elektrickou energií vyrobenou v elektrárně ze stejného množství uhlí. Porovnání vypouštěných emisí bude pro tepelné čerpadlo více příznivější, neboť elektrárny jsou vybaveny odsiřovacími a odprašovacími jednotkami. [13]

Uvedené informace platí pro případ, kdy je elektřina pro tepelné čerpadlo vyrobena v uhelných elektrárnách. Ve skutečnosti se elektřina vyrábí i z jiných zdrojů – především v jaderných elektrárnách, elektrárnách na zemní plyn a část také z obnovitelných zdrojů. [13]



Obrázek A.18 Emise produkované při dodávce energie 90 GJ [13]

A.9 Náklady na tepelné čerpadlo

Ekonomická efektivnost užití tepelného čerpadla závisí na jedné straně na provozních podmínkách tepelného čerpadla a na straně druhé na investičních nákladech. Pro posuzování výhodnosti či nevýhodnosti různých zdrojů tepla hrají roli především pořizovací a provozní náklady. Při zjišťování pořizovacích nákladů je třeba správně zvolit srovnávací parametry. [4]

V místech, kde není zaveden zemní plyn, by bylo zcela nevhodné porovnávat náklady na vytápění tepelným čerpadlem a plynem. Podobně tak nelze porovnávat třeba tepelné čerpadlo s vytápěním dřevem, jestliže je pro nás nepřijatelný systém, který vyžaduje určitou obsluhu (příprava paliva, přikládání, vybírání popela). [13]

V tabulce jsou uvedeny přibližné náklady na pořízení zdroje tepla včetně ohřevu vody pro dům s tepelnou ztrátou 7,5 kW.

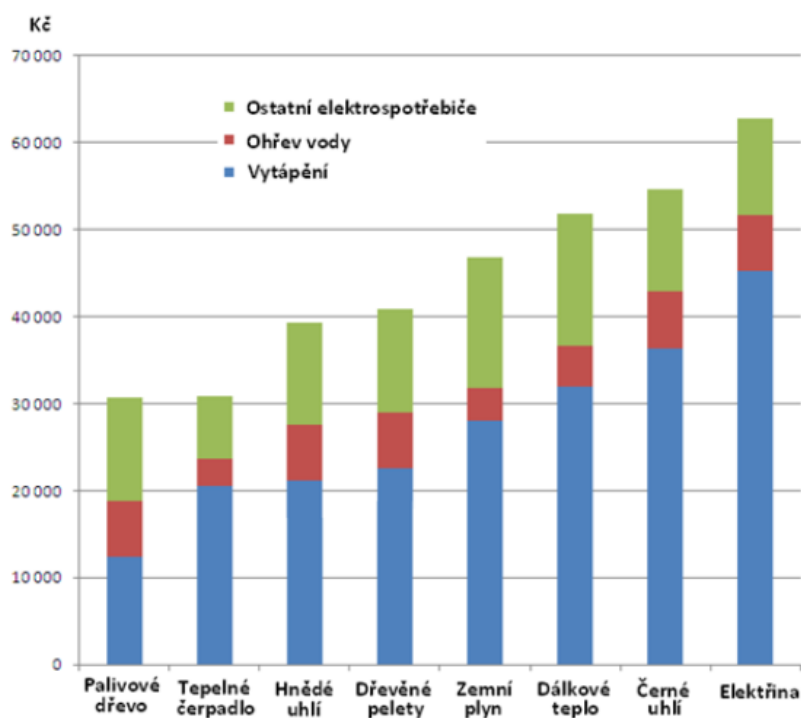
Zdroj tepla	Náklady
Elektrokotel	80 000 Kč
Kondenzační kotel na plyn	175 000 Kč
Kotel na pelety	195 000 Kč
Tepelné čerpadlo vzduch/voda	305 000 Kč
Tepelné čerpadlo země/voda (plošný kolektor)	325 000 Kč
Tepelné čerpadlo země/voda (vrt)	395 000 Kč

Obrázek A.19 Náklady na pořízení zdroje tepla včetně ohřevu TUV (dům se ztrátou 7,5 kW) [13]

Často je uváděno, že před instalací tepelného čerpadla u starších budov by mělo být realizováno jejich zateplení. Nejdůležitějším důvodem je snaha o snížení investice do tepelného čerpadla a snížení ceny vytápění. Nejde pouze o skutečnost, že tepelné čerpadlo nezatepleného domu musí mít větší výkon, ale zároveň i o náklady na zdroj – hlubinné vrty nebo plošný kolektor. [13]

I když jsou náklady na zateplení vždy vyšší, než by bylo navýšení ceny za výkonnější tepelné čerpadlo, zateplený dům spotřebuje méně energie a náklady na zateplení se časem vrátí, kdežto peníze za výkonnější tepelné čerpadlo se nemusí vrátit nikdy. [13]

V obrázku A.20 jsou uvedeny náklady na energie pro různé případy vytápění a ohřevu teplé vody v rodinném domku se čtyřčlennou rodinou a spotřebou tepla na otop 70 GJ/rok, tepla na teplou vodu 10 GJ/rok a elektřiny 10 GJ/rok. Celková spotřeba je 90 GJ/rok.



Obrázek A.20 Průměrné náklady na energie v domku se čtyřčlennou rodinou [13]

V budoucnu lze očekávat další růst cen energií, a právě růst cen je jedním z hlavních přesvědčovacích argumentů pro instalaci tepelného čerpadla.

Další finanční výhodou při zřizování tepelného čerpadla je možnost získání dotace. Státní fond životního prostředí poskytuje dotace na tepelná čerpadla z programu Zelená úsporám. Dotaci lze získat jak na náhradu neekologického zdroje tepelným čerpadlem, tak i na instalaci tepelného čerpadla do novostavby. [13]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Balíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2021

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ BUDOVY

B.1.1 Základní informace o objektu

Posuzovaným objektem je bytový dům, který se nachází v katastrálním území Vítkov. Dům má tři nadzemní a jedno podzemní podlažní podlaží. Půdorys má obdélníkový tvar. Bytový dům leží severovýchodní části města Vítkov v Moravskoslezském kraji. Město Vítkov se nachází v členitém terénu Vítkovské vrchoviny, která náleží celku Nízkého Jeseníku. Průměrná nadmořská výška je 480 metrů.

Bytový dům má tři nadzemní a jedno podzemní podlažní podlaží. Výška objektu je 13,10 m a půdorysné rozměry jsou 15,60 x 13,50 m. V suterénu se nachází jedna bytová jednotka 2+1, technická místnost a sklepní prostory k bytům. První nadzemní podlaží až třetí nadzemní podlaží jsou identické. Na každém podlaží se nachází dvě bytové jednotky 3+1.

Objekt je postavený jako panelový bytový dům s obvodovým a vnitřním nosným zdívkem tloušťky 300 mm. Příčky jsou zděné z cihel plných pálených tloušťky 150 a 100 mm. Stropní konstrukce jsou z železobetonu tloušťky 200 mm a střecha je řešená jako plochá dvouplášťová. Původní dveře a okna jsou starší plastová s izolačním dvojsklem.

Vytápění objektu je zajištěno plynovým kotlem o výkonu 45 kW, který je osazen v technické místnosti v suterénu. Plynový kotel zajišťuje i ohřev teplé vody v zásobníkovém ohříváči o celkovém o objemu 710 l. Větrání objektu je přirozené, pouze v hygienických místnostech je zajištěn nucený odtah malými ventilátory. Původní osvětlení v budově je žárovými svídky.

Rozměrové charakteristiky objektu

Parametr	Jednotka	Hodnota
Objem budovy s s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	2 071,3
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 159,6
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,6
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	701,7
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	16,9

Tabulka B.1 Rozměrové charakteristiky objektu

Polohopisné a klimatické návrhové podmínky

Polohopisné a klimatické návrhové podmínky	
Lokalita	Opava
Nadmořská výška	480 m n. m.
Návrhová venkovní teplota v zimním období	-17 °C
Převažující návrhová vnitřní teplota	20 °C

Tabulka B.2 Polohopisné a klimatické návrhové podmínky

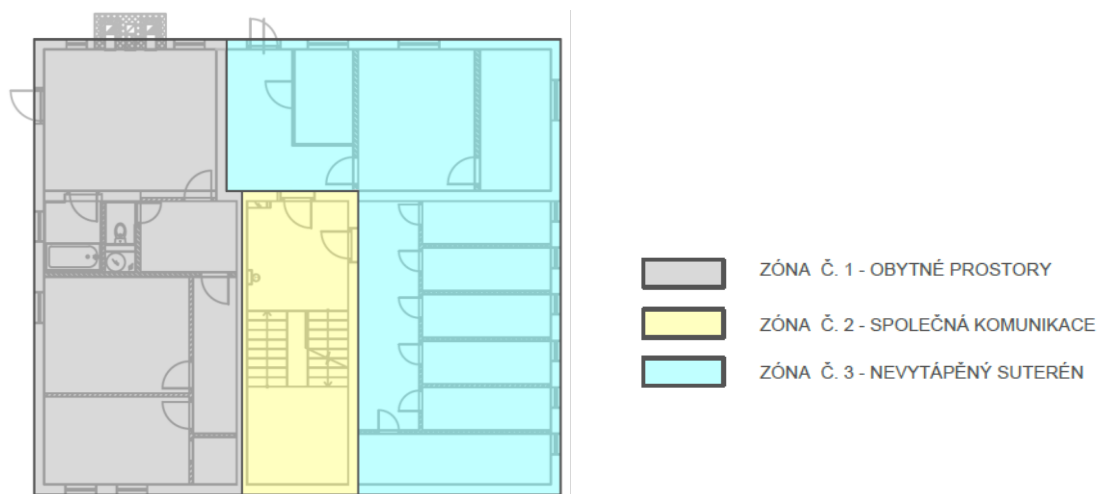
B.1.2 Rozdělení objektu do zón

Hlavním cílem zónování objektu je vytvořit tzv. zjednodušený geometrický model, který respektuje typické užívání objektu, technické systémy a stavební řešení budovy. Každou zónu ohraničuje tzv. systémová hranice zóny.

Objekt je rozdělen do tří zón. První zónu tvoří obytné prostory, ve druhé zóně se nachází komunikační prostory a poslední třetí zónu tvoří nevytápěný suterén. Systémová hranice jednotlivých zón je vedena pro konstrukce přilehlé k zemině po vnějším povrchu poslední vrstvy započítávané do tepelného odporu konstrukce a u konstrukce k venkovnímu prostředí po vnějším povrchu.

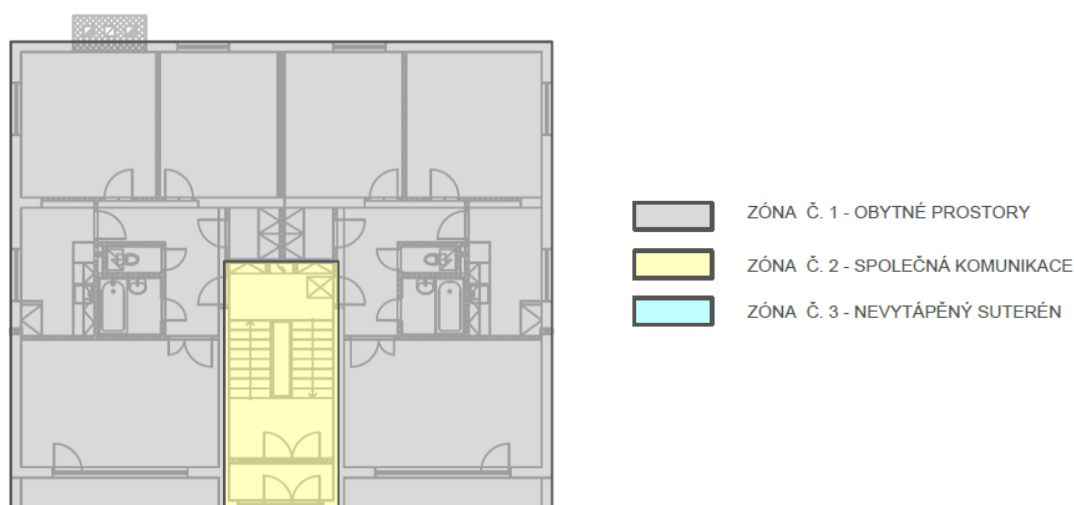
Mezi zónami s upravovaným prostředím uvnitř budovy (mezi zónou jedna a dvě) je hranice vedena středem konstrukcí mezi danými zónami. Mezi vnitřní zónou s upravovaným prostředím a nevytápěnou zónou (mezi zónou jedna a dvě a mezi zónou dvě a tři) bude pro stanovení horizontálních rozměrů zón jsou použity vnější rozměry směrem k nevytápěné zóně a pro stanovení horizontálních rozměrů zón v případě horního ohraničení horní hrana konstrukce stropu.

Půdorys 1PP



Obrázek B.1 Rozdělení do zón – půdorys 1PP

Půdorys 1NP – 3NP



Obrázek B.2 Rozdělení do zón – půdorys 1NP – 3NP

Zóna č.1 – Obytné prostory

První zónu obytné prostory tvoří 7 bytových jednotek, které jsou vytápěné a přirozeně větrané. Převažující návrhová vnitřní teplota je 20 °C. Provoz zóny je 24 hodin denně 365 dní v roce. Čistá podlahová plocha zóny je 499,1 m² a objem vzduchu 1347,6 m³.

Zóna č. 2 – Společná komunikace

V této zóně se nachází vstup do budovy, schodiště a chodby. Zóna prochází všemi poschodími. Je vytápěná a přirozeně větraná. Převažující návrhová vnitřní teplota je 16 °C. Provoz zóny je 24 hodin denně 365 dní v roce. Čistá podlahová plocha zóny je 85,1 m² a objem vzduchu 249,9 m³.

Zóna č. 3 – Suterén

Ve třetí zóně se nachází suterén. Spadají sem prostory, které jsou nevytápěné a přirozeně větrané.

Ozn.	Název zóny	Návrhová vnitřní teplota pro vytápění	Energeticky vztažná plocha
Z1	Obytné prostory	20 °C	609,7 m ²
Z2	Společná komunikace	16 °C	92 m ²
Z3	Suterén	-	98,6 m ²

Tabulka B.3 Rozdělení objektu do zón

B.1.3 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

V následujících tabulkách jsou vypsány skladby jednotlivých konstrukcí a vypočteny jejich součinitele prostupu tepla. Na konci jsou pak souhrnně porovnány součinitele prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí – výchozí stav

Podlaha přilehlé k zemině

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	PVC	0,004	0,160	0,025	0,17	0,00	0,352	0,000	2,839
2	Betonový potěr	0,060	1,160	0,052					
3	Oxidovaný asfaltový pás	0,006	0,210	0,029					
4	Podkladní beton	0,100	1,300	0,077					

Tabulka B.4 Součinitel prostupu tepla podlahy přilehlé k zemině

Podlaha 1NP – strop mezi vytápěným a nevytápěným prostorem

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	PVC	0,004	0,160	0,025	0,17	0,17	0,541	0,000	1,850
2	Betonová mazanina	0,060	1,545	0,039					
3	Železobeton	0,200	1,580	0,127					
4	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					

Tabulka B.5 Součinitel prostupu tepla podlahy 1NP

Střecha

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,10	2,990	0,020	0,354
2	Bednění	0,025	0,150	0,167					
3	Vzduchová vrstva	0,500	3,061	0,163					
4	Stará tepelná izolace	0,050	0,046	1,087					
5	Plynosilikát	0,150	0,125	1,200					
6	Cementový potěr	0,020	1,160	0,017					
7	Železobeton	0,200	1,580	0,127					
8	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.6 Součinitel prostupu tepla střechy

Střecha – vstup

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,04	0,251	0,000	3,977
2	Železobeton	0,130	1,580	0,082					
3	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.7 Součinitel prostupu tepla střechy – vstup

Stěna vnitřní 300 mm

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,13	1,634	0,020	0,632
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015					

Tabulka B.8 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 300 mm

Stěna vnitřní 100 mm

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,13	0,409	0,000	2,443
2	Zdivo z CPP	0,100	0,840	0,119					
3	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015					

Tabulka B.9 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 100 mm

Stěna přilehlá k zemině

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,00	1,489	0,020	0,692
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					

Tabulka B.10 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině

Stěna k venkovnímu prostoru

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,04	1,546	0,020	0,667
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	Omítka vnější	0,015	0,880	0,017					

Tabulka B.11 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru

Označení	Název	U [W/(m²*K)]
VYP-13 - VYP-16	Okno (Z1)	1,8
VYP-16	Okno (Z2)	1,8
VYP-17	Dveře (Z1)	2,1
VYP-18	Dveře (Z2)	2,1
VYP-19	Dveře vnitřní (Z1-Z2)	2,3
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	2,3

Tabulka B.12 Součinitele prostupu tepla oken a dveří

Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

Označení konstrukce	Název konstrukce	Součinitel prostupu tepla				
		Vypočtené hodnoty U [W/(m ² K)]	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	2,839	0,45	NEVYHOVUJE	0,30	NEVYHOVUJE
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	2,839	0,60	NEVYHOVUJE	0,40	NEVYHOVUJE
PDL-2	Podlaha 1NP (Z1-Z3)	1,850	0,60	NEVYHOVUJE	0,40	NEVYHOVUJE
STR-3	Střecha (Z1)	0,354	0,24	NEVYHOVUJE	0,16	NEVYHOVUJE
STR-3	Střecha (Z2)	0,354	0,32	NEVYHOVUJE	0,21	NEVYHOVUJE
STR-4	Střecha - vstup (Z2)	3,977	0,32	NEVYHOVUJE	0,21	NEVYHOVUJE
STN-5	Stěna vnitřní 300 mm (Z1-Z2)	0,644	2,70	VYHOVUJE	1,80	VYHOVUJE
STN-6	Stěna vnitřní 100 mm (Z1-Z2)	2,443	2,70	VYHOVUJE	1,80	NEVYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm (Z1-Z3)	0,632	0,60	NEVYHOVUJE	0,40	NEVYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm (Z2-Z3)	0,632	0,80	VYHOVUJE	0,55	NEVYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	0,692	0,60	NEVYHOVUJE	0,40	NEVYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	0,692	0,80	VYHOVUJE	0,55	NEVYHOVUJE
STN-9 - STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z1)	0,667	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z2)	0,667	0,40	NEVYHOVUJE	0,33	NEVYHOVUJE
VYP-13 - VYP-16	Okno (Z1)	1,800	1,50	NEVYHOVUJE	1,20	NEVYHOVUJE
VYP-16	Okno (Z2)	1,800	2,00	NEVYHOVUJE	1,60	NEVYHOVUJE
VYP-17	Dveře (Z1)	2,100	1,70	NEVYHOVUJE	1,20	NEVYHOVUJE
VYP-18	Dveře (Z2)	2,100	2,30	NEVYHOVUJE	1,60	NEVYHOVUJE
VYP-19	Dveře vnitřní (Z1-Z2)	2,300	3,50	VYHOVUJE	2,30	VYHOVUJE
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	2,300	4,70	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE

Tabulka B.13 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

B.1.4 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – výchozí stav

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Opavská 117 749 01, Vítkov		
Katastrální území:	782998		
Parcelní číslo:	1835/1		
Celková podlahová plocha $A_c = 701,73 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná 0,21 0,27 0,36 0,51 0,69 0,87 A B C D E F G mimořádně ne hospodárná		0,701	0,219
KLASIFIKACE		F	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$		0,701	0,219
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class} \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,300	0,300
Platnost štítku do (datum):	12.12.2030 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:	Bc. Anna Balíková		

Obrázek B.3 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – výchozí stav

B.2 SPECIFIKACE TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ – VÝCHOZÍ STAV

B.2.1 Vytápěná

Zdrojem tepla pro objekt je jeden plynový kotel o výkonu 45 kW. Kotel slouží jak pro vytápění, tak i pro přípravu teplé vody. Plynový kotel je umístěn v 1PP v technické místnosti, která je vyspádovaná a v nejnižším místě je osazená vpusť. Jedná se o kotel s přívodem i odvodem spalovacího vzduchu z venkovního prostředí pomocí koaxiálního potrubí vyvedeným na střechu objektu, kde bude zakončen hlavicí. Palivo pro kotle je zemní plyn. Teplotní spád je uvažován 80/60 °C.

Zabezpečovací zařízení brání otopnou soustavu proti překročení maximálního provozního tlaku, podtlaku a teploty. Větrání technické místnosti je přirozené. V letním období je dostatečná výměna vzduchu zajištěna axiálním ventilátorem osazeným v obvodové stěně.

Systém vytápění je teplovodní, dvoutrubkový, s nuceným oběhem a rozdělený do dvou hlavních větví otopné vody. Každá větev vede do jednoho bytu na podlaží a druhá větev vede i do společných prostor chodby a schodiště. Hlavní a páteřní rozvody topné vody jsou vedeny u podlahy k jednotlivým topným větvím a otopným tělesům. Otopné plochy jsou tvořeny článkovými a trubkovými tělesy s termostatickými hlavicemi.

B.2.2 Příprava teplé vody

Ohřev teplé vody je také zajištěn stávajícím plynovým kotlem s nepřímotopným zásobníkem. Protože není znám počet instalovaných zásobníků na přípravu teplé vody, ani jejich objem, byl proveden orientační výpočet.

NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Počet osob: 28

Plocha pro úklid: 499 m² (je uvažována čistá podlahová plocha pouze zóny č. 1 - obytné prostory, protože se jedná o výpočet pro typický den)

Typ budovy: Bytový dům

Potřeba tepla pro ohřev teplé vody

Stanovení potřeby teplé vody na den

- Denní potřeba TV pro mytí osob:

$$V_o = n_i \times V_d = 28 \times 0,002 + 28 \times 0,040 = 1,176 \text{ m}^3$$

- Denní potřeba TV pro vaření a vydej jídla:

$$V_v = n_i \times V_d = 28 \times 0,002 = 0,056 \text{ m}^3$$

- Denní potřeba TV pro mytí podlahy a úklid:

$$V_{\dot{u}} = p_i \times V_d = 4,99 \times 0,02 = 0,100 \text{ m}^3$$

Denní potřeba celkem:

$$V_{2p} = V_o + V_v + V_{\dot{u}} = 1,176 + 0,056 + 0,100 = 1,332 \text{ m}^3$$

Stanovení potřeby tepla

Teplo odebrané:

$$Q_{2t} = c \times V_{2p} \times (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \times 1,332 \times (55 - 10) = 69,71 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 69,71 \times 0,5 = 34,86 \text{ kWh}$$

Teplo celkem:

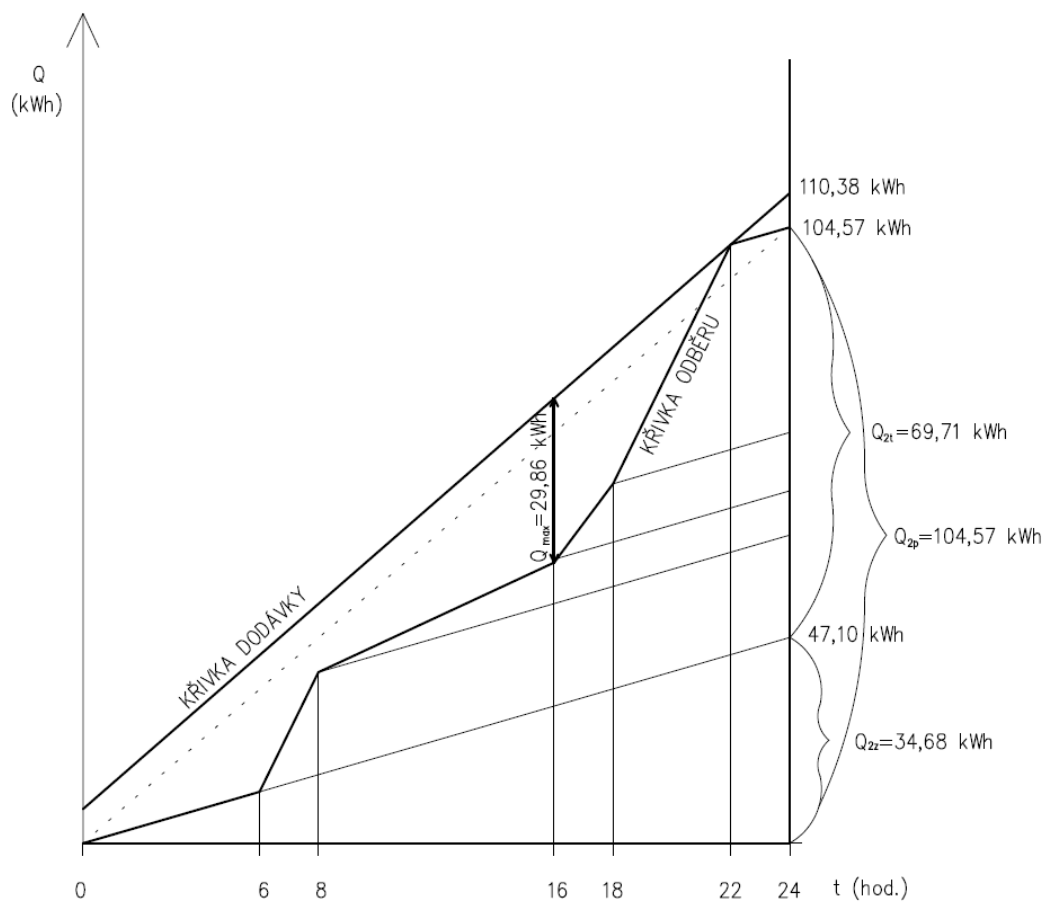
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 69,71 + 34,86 = 104,57 \text{ kWh}$$

Průběh odběru TV

Čas [hod.]	Procenta [%]	Teplo odebrané [kWh]	Teplo celkem [kWh]
6 - 8	25	17,42	26,14
8 - 16	10	6,97	10,46
16 - 18	15	10,46	15,69
18 - 22	50	34,86	52,28
Celkem		69,71	104,58

Tabulka B.14 Průběh odběru TV

Odběrový diagram



Obrázek B.4 Odběrový diagram

Zásobníkový ohřev teplé vody

Stanovení objemu zásobníku:

$$Q_{1n} = \frac{\Delta Q_{max}}{1,163x(\Delta\theta)} = \frac{29,86}{1,163x(55 - 10)} = 0,571 \text{ m}^3$$

Stanovení jmenovitého výkonu ohřevu:

$$Q_{1n} = \left(\frac{Q_1}{t} \right)_{max} = \frac{110,36}{24} = 5,60 \text{ kWh}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(60 - 10)}} = 36,07 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \times 10^3}{U \times \Delta t} = \frac{5,60 \times 10^3}{420 \times 36,07} = 0,363 \text{ m}^2$$

Smíšený ohřev teplé vody

Hodinová špička – max. mezi 18-22:

$$V = \frac{1,332 \times 0,5}{4} = 0,167 \text{ m}^3 = 167 \text{ l}$$

Požadavek výkonu:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{52,28}{4} = 13,07 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha:

$$A = \frac{Q_{1n} \times 10^3}{U \times \Delta t} = \frac{13,07 \times 10^3}{420 \times 36,07} = 0,858 \text{ m}^2$$

Návrh ohřevu TV:

Zásobníkový ohřev teplé vody – zásobník 710 l

B.2.3 Větrání

V celém objektu je větrání zajištěno přirozeně pomocí oken. V zóně č. 1 v koupelnách a na toaletě jsou navíc osazeny malé odtahové ventilátory pro odvod vzduchu.

B.2.4 Chlazení

V objektu není instalován žádný systém chlazení.

B.2.5 Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti v objektu není řešena.

B.2.6 Osvětlení

Ve všech zónách v bytovém domě jsou instalována žárovková svítidla. V obytných prostorech a v suterénu je ruční způsob ovládání. Pouze v zóně č. 2 společné prostory schodiště a chodby je systém s ADO – ruční zapínání a automatické vypínání. Dále se v této zóně nachází i nouzové osvětlení.

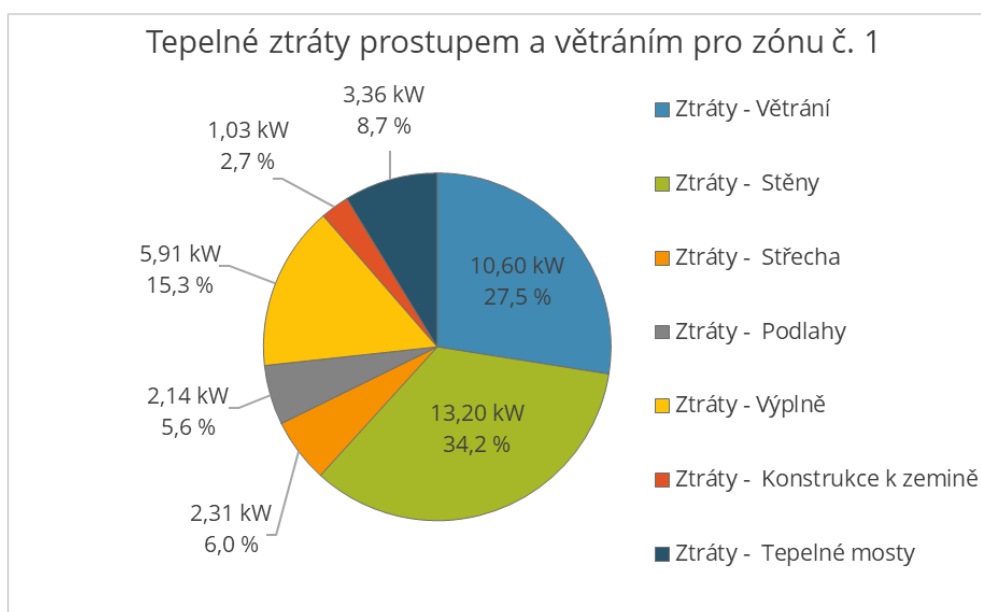
B.3 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV

V níže uvedených výšečových a sloupcových grafech jsou shrnuty tepelné ztráty, zisky a energetické toky budovy pro výchozí stav.

B.3.1 Tepelné ztráty a zisky

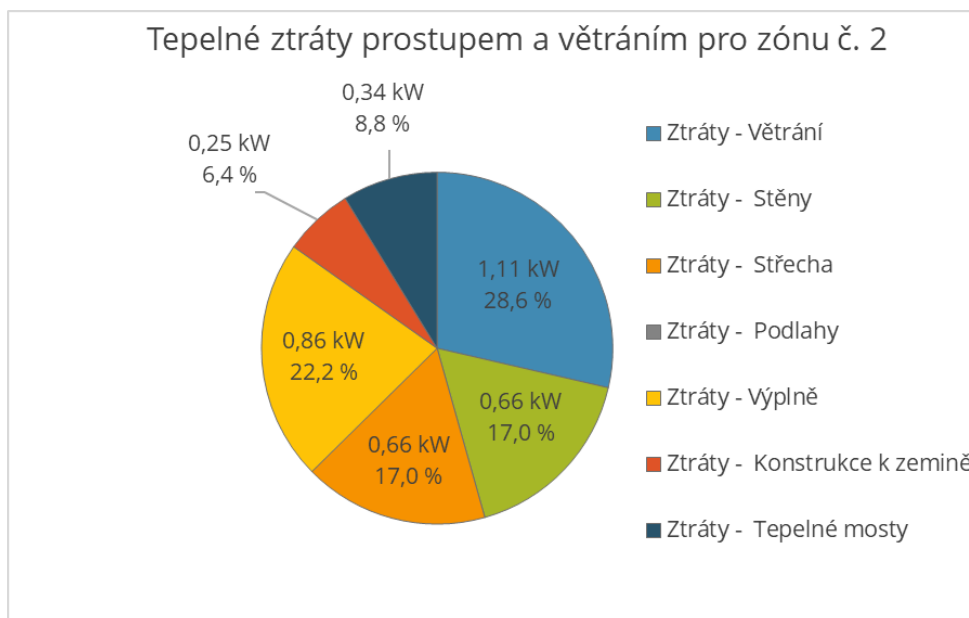
Následující grafy ukazují tepelné ztráty a zisky pro zónu č. 1, zónu č. 2 a souhrnně pro celý objekt. Tepelné ztráty a zisky jsou vyjádřeny procentuálně a v kW, pro jednotlivé konstrukce obálky budovy, tepelné mosty a pro větrání. U ztrát prostupem se jedná o unikání tepelné energie přes stavební konstrukci. Ztráty větráním jsou způsobeny infiltrací přes netěsnosti obálky a n-násobnou výměnou vzduchu okny.

K největším tepelným ztrátám v zóně č. 1 dochází prostupem obvodovými stěnami, větráním a dále pak výplněmi. Vnitřní návrhová teplota obytných prostor je 20 °C a vnější návrhová teplota je -17 °C. Celkové tepelné ztráty zóny č. 1 činí 38,55 kW.



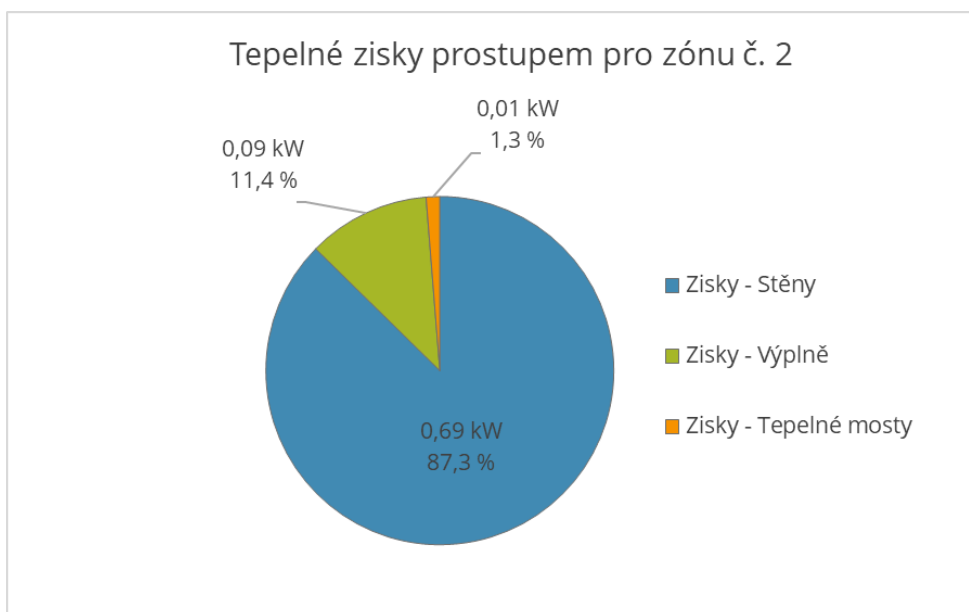
Graf B.1 Tepelné ztráty prostupem a větráním pro zónu č. 1

V zóně č. 2 opět dominují ztráty větráním, prostupem obvodových stěn a výplněmi ale dále také ztráty střechou. Vnitřní návrhová teplota společných prostor schodiště a chodby je 16 °C a vnější návrhová teplota je -17 °C. Celkové tepelné ztráty zóny č. 2 činí 3,88 kW.



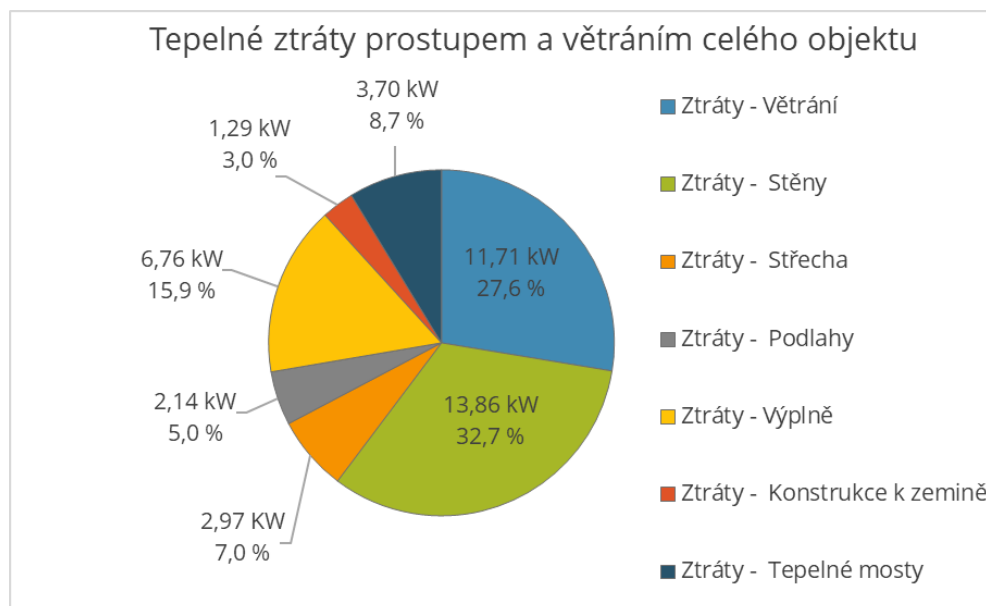
Graf B.2 Tepelné ztráty prostupem a větráním pro zónu č. 2

V rámci této zóny jsou i tepelné zisky o celkové hodnotě 0,79 kW. K tepelným ziskům dochází vlivem rozdílných vnitřních návrhových teplot zóny č. 1 a č. 2. Dochází tudíž k tepelným tokům z obytných prostor do společných prostor schodiště a chodby. K největším tepelným ziskům dochází stěnami mezi danými zónami.



Graf B.3 Tepelné zisky prostupem a větráním pro zónu č. 2

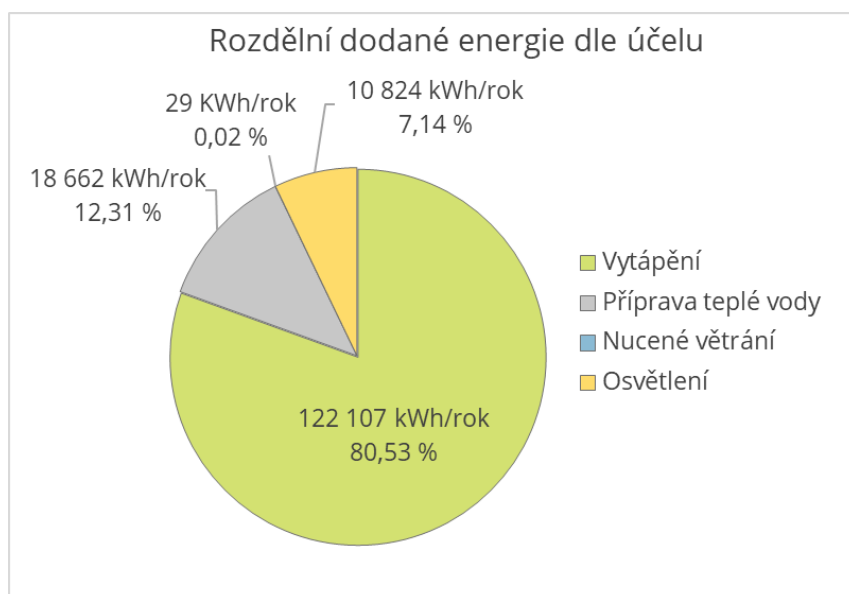
Tepelné ztráty prostupem a větráním celého objektu činí 42,28 kW. K největším tepelným ztrátám objektu dochází prostupem obvodovými stěnami a větráním.



Graf B.4 Tepelné ztráty prostupem a větráním celého objektu

B.3.2 Energetické toky celého objektu

V grafu B.5 lze vidět rozdělení dodané energie dle účelu a v následujících sloupcových grafech je sepsána potřeba pro vytápění, tepelní zisky a ztráty pro režim vytápění a spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení. Hodnoty jsou rozděleny do jednotlivých měsíců v roce.



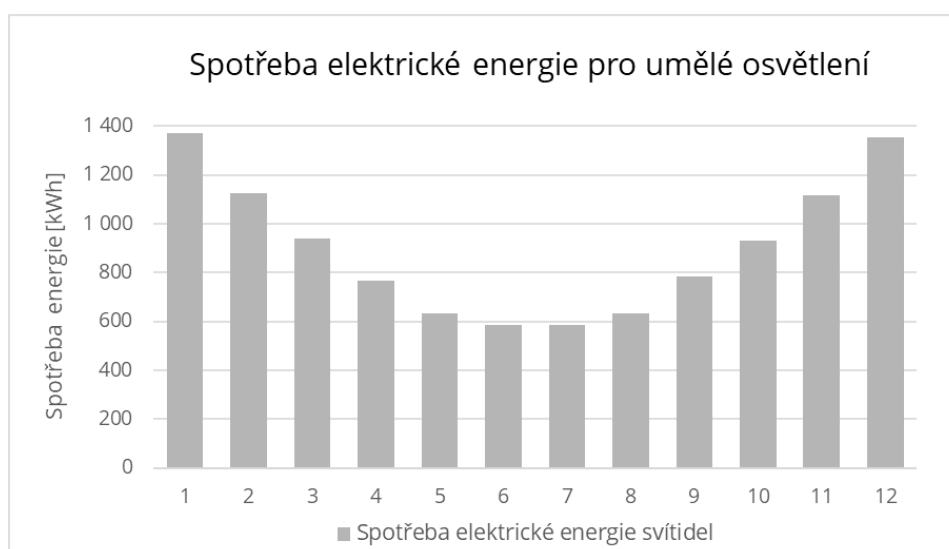
Graf B.5 Rozdělení dodané energie dle účelu

V grafu B.5 je znázorněna potřeba na vytápění. Je zde vidět, že je malá potřeba tepla i v letních měsících, což je způsobeno špatnou obálkou budovy. Mezi nejkritičtější měsíce patří prosinec a leden, kdy v prosinci spotřeba energie na vytápění dosahuje přibližně 21 000 kWh a v lednu dokonce okolo 23 000 kWh. Celková potřeba na vytápění bytového domu bez pomocné energie činí 121 768 kWh/rok.



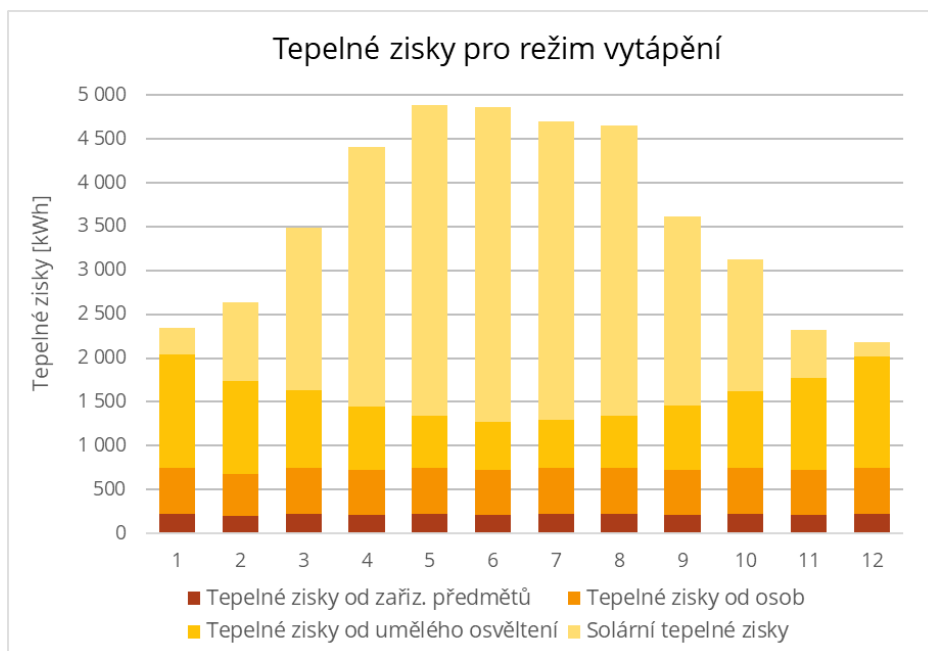
Graf B.6 Potřeba na vytápění

Ve výchozím stavu je umělé osvětlení zajištěno žárovkovými svítilidly. Spotřeba elektrické energie se během dne i celého roku mění v závislosti na počtu hodin přirozeného světla. Největší odběr elektřiny je v zimních měsících, naopak nejmenší v první červenci a srpna. Celková potřeba elektrické energie na umělé osvětlení je 10 826 kWh/rok.



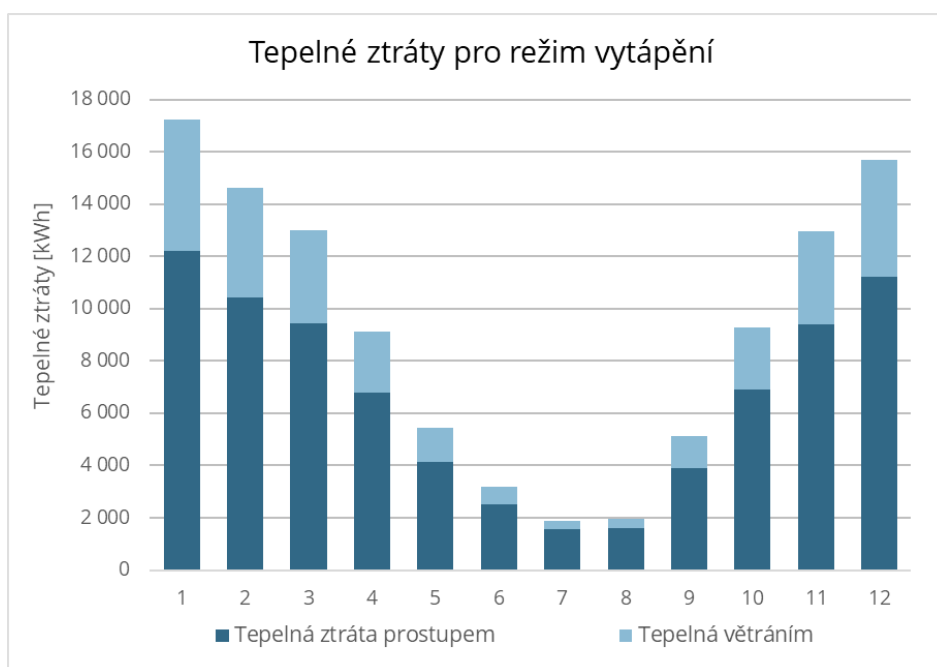
Graf B.7 Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení

Největší tepelné zisky jsou v letním období od solárních zisků. Naopak v zimních měsících jsou největší tepelné zisky od umělého osvětlení, následně pak od osob. Celkové tepelné zisky pro režim vytápění jsou 43 204 kWh/rok.



Graf B.8 Tepelné zisky pro vytápění

U tepenných ztát převažují tepelné ztráty prostupem nad tepelnými ztrátami větráním, což je způsobeno špatnou obálkou budovy. Tepelné ztráty prostupem tvoří přibližně 73 % celkových ztrát objektu. Ztráty bytového domu klesají s rostoucí venkovní teplotou a celkově činí 109 520 kWh/rok.



Graf B.9 Tepelné ztráty pro režim vytápění

B.4 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV

Pro ekonomické hodnocení budovy byla stanovena cena energonositelů za 1 kWh na základě průměrné ceny energií za rok 2020 od daných dodavatelů. Elektrickou energii dodává společnost ČEZ, a. s. a zemní plyn Innogy Energie, s.r.o.

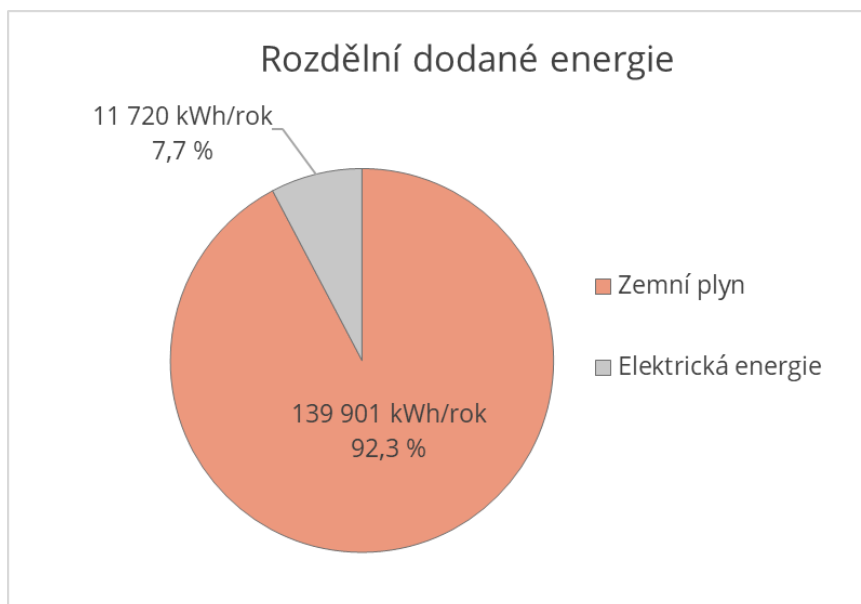
Ergonositel	Cena v Kč/kWh
Zemní plyn	1,21
Elektrická energie	4,78

Tabulka B.15 Ceny energií

Ergonositel	Spotřeba [kWh/rok]	Náklady [Kč/rok]
Zemní plyn	139 901	169 280
Elektrická energie	11 720	56 022
Celkem	151 621	225 302

Tabulka B.16 Náklady bytového domu – výchozí stav

Vzhledem k tomu, že zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je plynový kotel, spotřeba zemního plynu výrazně převažuje nad spotřebou elektrické energie.



Graf B.10 Rozdělení dodané energie

B.5 NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA I.

Hlavním cílem variantě I. je provést rekonstrukci objektu pro dosažení klasifikační třídy C s ohledem na potřebné finanční prostředky. Ve výchozím stavu bylo zjištěno, že většina konstrukcí nesplňuje doporučené ani požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, proto ve variantě I. je navrženo zateplení obálky budovy. Zateplení obálky bude mít velký vliv na snížení úniku tepla z budovy, a tedy i na potřebu tepla na vytápění.

Možným řešením je zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací EPS Grey Wall o tloušťce 120 mm a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Zateplení stěny k nevytápěnému suterénu (mezi zónou č. 1 a 3 a zónou č. 2 a 3) tepelnou izolací EPS Grey Wall tl. 100 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$.

Na zateplení stropu nad nevytápěným suterénem (mezi zónou č. 1 a 3) je použita tepelná izolace ISOVER EPS 100 tl. 120 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ a ve skladbě podlahy přilehlé k zemině se nachází EPS Grey 100 tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$.

Dojde také k rekonstrukci a zateplení střechy, a to tepelnou izolací ISOVER EPS 200 o tl. 260 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Budou vyměněna veškerá okna za nová plastová s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ a dveře se součinitelem prostupu tepla $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dále je ve variantě I. navržena výměna zdroje tepla za kondenzační plynový kotel, který bude sloužit i k přípravě teplé vody. Oproti výchozímu stavu je výkon kotle nižší, a to vzhledem k snížení tepelných ztrát obálkou budovy. A poslední opatření v této variantě je výměna klasických žárovkových svítidel za LED osvětlení.

B.5.1 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

V následujících tabulkách jsou vypočteny součinitele prostupu tepla jednotlivých navržených konstrukcí a na konci jsou dosažené výsledky porovnány s požadovanými a doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí – varianta I.

Podlaha přilehlá k zemině

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	PVC	0,004	0,160	0,025	0,17	0,00	5,352	0,020	0,207
2	Betonový potěr	0,060	1,160	0,052					
3	TI ISOVER EPS Grey 100	0,160	0,032	5,000					
4	Asfaltový pás	0,006	0,210	0,029					
5	Podkladní beton	0,100	1,300	0,077					

Tabulka B.17 Součinitel prostupu tepla podlahy přilehlé k zemině

Podlaha 1NP

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	PVC	0,004	0,160	0,025	0,17	0,17	3,784	0,020	0,284
2	Betonová mazanina	0,060	1,545	0,039					
3	Železobeton	0,200	1,580	0,127					
4	TI ISOVER EPS 100	0,120	0,037	3,243					
5	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					

Tabulka B.18 Součinitel prostupu tepla podlahy 1NP

Střecha plochá

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,10	7,595	0,020	0,152
2	TI ISOVER EPS 200	0,260	0,036	7,222					
3	Cementový potěr	0,020	1,160	0,017					
4	Železobeton	0,200	1,580	0,127					
5	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.19 Součinitel prostupu tepla střechy ploché

Střecha plochá – vstup

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,04	7,474	0,020	0,154
2	TI ISOVER EPS 200	0,260	0,036	7,222					
3	Železobeton	0,130	1,580	0,082					
4	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.20 Součinitel prostupu tepla střechy ploché – vstup

Stěna vnitřní 300 mm

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,13	1,634	0,020	0,632
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015					

Tabulka B.21 Součinitel prostupu tepla vnitřní stěny 300 mm

Stěna vnitřní 100 mm

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,13	0,409	0,000	2,443
2	Zdivo z CPP	0,100	0,840	0,119					
3	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015					

Tabulka B.22 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 100 mm

Stěna vnitřní 300 mm + TI

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,13	4,759	0,020	0,230
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	TI ISOVER EPS GreyWall	0,100	0,032	3,125					
6	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015					

Tabulka B.23 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 300 mm +TI

Stěna přilehlá k zemině

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,00	4,917	0,020	0,223
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	TI ISOVER Synthos XPS	0,120	0,035	3,429					

Tabulka B.24 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině

Stěna k venkovnímu prostoru

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,04	5,296	0,020	0,208
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	TI ISOVER EPS GreyWall	0,120	0,032	3,750					
6	Omítka vnější	0,015	0,880	0,017					

Tabulka B.25 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru

Označení	Název	U [W/(m²*K)]
VYP-13 - VYP-16	Okno plastové s izolačním trosjklem (Z1)	0,7
VYP-16	Okno plastové s izolačním trosjklem (Z2)	0,7
VYP-17	Dveře plastové (Z1)	0,9
VYP-18	Dveře plastové (Z1)	0,9
VYP-19	Dveře vnitřní (Z1-Z2)	2,3
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	2,3

Tabulka B.26 Součinitele prostupu tepla oken a dveří

Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

Označení konstrukce	Název konstrukce	Součinitel prostupu tepla				
		Vypočtené hodnoty U [W/(m ² K)]	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	0,207	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	0,207	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
PDL-2	Podlaha 1NP (Z1-Z3)	0,284	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STR-3	Střecha plochá (Z1)	0,152	0,24	VYHOVUJE	0,16	VYHOVUJE
STR-3	Střecha plochá (Z2)	0,152	0,32	VYHOVUJE	0,21	VYHOVUJE
STR-4	Střecha plochá - vstup (Z2)	0,154	0,32	VYHOVUJE	0,21	VYHOVUJE
STN-5	Stěna vnitřní 300 mm (Z1-Z2)	0,644	2,70	VYHOVUJE	1,80	VYHOVUJE
STN-6	Stěna vnitřní 100 mm (Z1-Z2)	2,443	2,70	VYHOVUJE	1,80	NEVYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm (Z1-Z3)	0,230	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm (Z2-Z3)	0,230	0,80	VYHOVUJE	0,55	VYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	0,223	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	0,223	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STN-9 - STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z1)	0,208	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z2)	0,208	0,40	VYHOVUJE	0,33	VYHOVUJE
VYP-13 - VYP-16	Okno (Z1)	0,700	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-16	Okno (Z2)	0,700	2,00	VYHOVUJE	1,60	VYHOVUJE
VYP-17	Dveře (Z1)	0,900	1,70	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-18	Dveře (Z2)	0,900	2,30	VYHOVUJE	1,60	VYHOVUJE
VYP-19	Dveře vnitřní (Z1-Z2)	2,300	3,50	VYHOVUJE	2,30	VYHOVUJE
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	2,300	4,70	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE

Tabulka B.27 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

B.5.2 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Opavská 117 749 01, Vítkov		
Katastrální území:	782998		
Parcelní číslo:	1835/1		
Celková podlahová plocha $A_e = 701,73 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná A 0,20 B 0,26 C 0,34 D 0,49 E 0,66 F 0,83 G mimořádně ne hospodárná		0,238	0,238
KLASIFIKACE		B	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$		0,238	0,238
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class} \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,286	0,286
Platnost štítku do (datum):	12.12.2030 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:	Bc. Anna Balíková		

Obrázek B.5 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – varianta I.

B.5.3 Specifikace technického systému budovy – varianta I.

Vytápění

Stávající plynový kotel bude vyměněn za nový kondenzační plynový kotel, který bude zajišťovat i přípravu teplé vody.

Vstupní údaje:

Tepelné ztráty objektu: 22,90 kW

Potřeba tepla pro přípravu teplé vody: 5,60 kW

Potřeba tepla pro vzduchotechniku: 0 kW

Typ budovy: Bytový dům

Vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou teplé vody

$$Q_{PRIP} = 0,7Q_{VYT} + 0,7Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH}$$

$$Q_{PRIP} = 0,7 \times 22,90 + 0,7 \times 0 + 5,60 + 0$$

$$Q_{PRIP} = 21,63 \text{ kW}$$

Vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem

$$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

$$Q_{PRIP} = 22,90 + 0$$

$$Q_{PRIP} = 22,90 \text{ kW}$$

Je zde navržen kondenzační plynový kotel LUNA Duo-tec E o výkonu 24 kW. Jedná se o závěsný kotel s možností přípravy teplé vody v externím zásobníku. Kondenzační plynový kotel bude umístěn v 1PP v technické místnosti, která je vyspádovaná a v nejnižším místě je osazena vpustí. Jedná se o kondenzační plynový kotel s přívodem i odvodem spalovacího vzduchu z venkovního prostředí pomocí koaxiálního potrubí vyvedeným na střechu objektu.

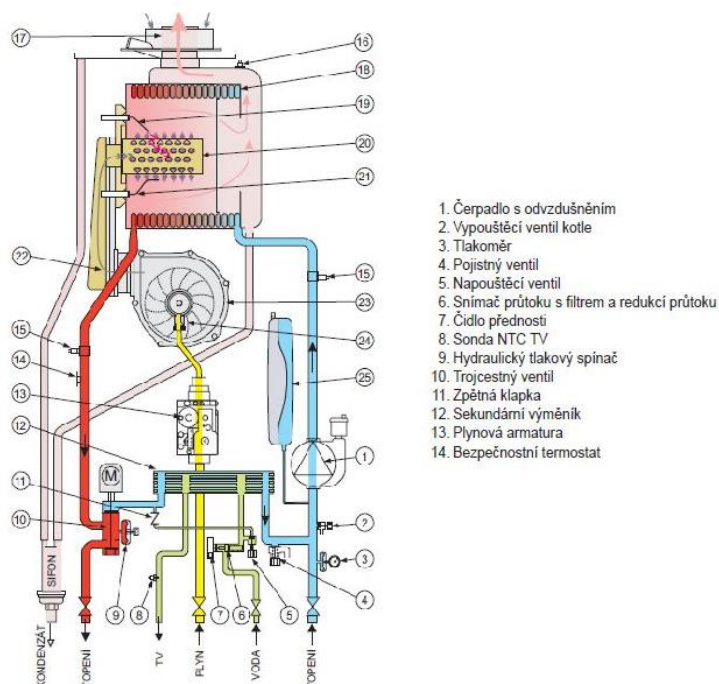


Obrázek B.6 Kondenzační plynový kotel [23]

TECHNICKÉ PARAMETRY LUNA Duo-tec E								
Model: LUNA Duo-Tec E		1.12	1.24	1.28	24	28	33	40
Kategorie				II ₂ H ₃ P				
Druh plynu	-			G20 - G31				
Jmenovitý tepelný příkon TUV	kW	-	-	-	24,7	28,9	34,0	41,2
Jmenovitý tepelný příkon topení	kW	12,4	24,7	28,9	20,6	24,7	28,9	33,0
Minimální tepelný příkon	kW	2,1	3,5	4,1	3,5	3,9	4,8	5,9
Jmenovitý tepelný výkon TUV	kW	-	-	-	24,0	28,0	33,0	40,0
Jmenovitý tepelný výkon topení 80/60°C	kW	12,0	24,0	28,0	20,0	24,0	28,0	32,0
Jmenovitý tepelný výkon topení 50/30°C	kW	13,1	26,1	30,5	21,8	26,1	30,6	34,9
Minimální tepelný výkon 80/60 °C	kW	2,0	3,4	4,0	3,4	3,8	4,7	5,7
Minimální tepelný výkon 50/30 °C	kW	2,2	3,7	4,3	3,7	4,1	5,1	6,3
Jmenovitá účinnost 50/30 °C	%	105,8	105,7	105,7	105,8	105,8	105,8	105,8
Maximální přetlak vody v okruhu topení	bar			3				
Minimální přetlak vody v okruhu topení	bar			0,5				
Objem expanzní nádoby	l	8	8	10	8	8	10	10
Přetlak expanzní nádoby	bar			0,8				
Maximální přetlak v okruhu TUV	bar	-	-	-	8,0	8,0	8,0	8,0
Min. spínací přetlak vody v okruhu TUV	bar	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15
Minimální průtok TUV	l/min	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Množství TUV při ΔT = 25 °C	l/min	-	-	-	13,8	16,1	18,9	22,9
Množství TUV při ΔT = 35 °C	l/min	-	-	-	9,8	11,5	13,5	16,4
Specifický průtok "D" (EN 13203-1)	l/min	-	-	-	11,5	13,4	15,8	19,1
Teplotní rozsah okruhu topení	°C			25÷80				
Teplotní rozsah okruhu TUV	°C			35÷60				
Provedení kotle	-		C13	C33 - C43 - C53 - C63 - C83 - B23				
Průměr koaxiálního odkouření	mm			60/100				
Průměr děleného odkouření	mm			80/80				
Maximální hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,006	0,012	0,014	0,012	0,014	0,016	0,019
Minimální hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Maximální teplota spalin	°C	75	80	80	80	80	80	80
Třída NOx	-			6				
Připojovací přetlak – zemní plyn 2H	mbar			20				
Připojovací přetlak – propan 3P	mbar			37				
Elektrické napětí	V			230				
Frekvence	Hz			50				
Jmenovitý elektrický příkon	W	72	85	90	85	99	106	120
Elektrické krytí (EN 60529)	-			IPX5D				
Hmotnost	kg	34,5	34,5	36	38,5	38,5	39,5	41
Rozměry - výška	mm			763				
- šířka	mm			450				
- hloubka	mm			345				
Certifikát CE 0085CL0214								
SPOTŘEBA PLYNU PŘI MAXIMÁLNÍM A MINIMÁLNÍM TEPELNÉM PŘÍKONU (Q _{max} / Q _{min})								
Q _{max} (G20) - 2H	m ³ /h	1,31	2,61	3,06	2,61	3,06	3,60	4,36
Q _{min} (G20) - 2H	m ³ /h	0,22	0,37	0,43	0,37	0,41	0,51	0,62
Q _{max} (G31) - 3P	m ³ /h	0,96	1,92	2,25	1,92	2,25	2,64	3,20
Q _{min} (G31) - 3P	m ³ /h	0,16	0,27	0,32	0,27	0,30	0,37	0,46

Obrázek B.7 Technický list kondenzačního plynového kotle LUNA Duo-tec E [23]

TECHNICKÉ PARAMETRY LUNA Duo-tec E									
BAXI LUNA Duo-Tec E			1.12	1.24	1.28	24	28	33	40
Kondenzační kotel					Ano				
Nízkoteplotní kotel(1)					Ne				
Kotel typu B11					Ne				
Kogenerační ohřívač pro vytápění vnitřních prostorů					Ne				
Kombinovaný ohřívač				Ne	Ano				
Jmenovitý tepelný výkon	Prated	kW	12	24	28	20	24	28	32
Užitečný tepelný výkon při jmenovitém tepelném výkonu a ve vysokoteplotním režimu(2)	P ₄	kW	12.0	24.0	28.0	20.0	24.0	28.0	32.0
Užitečný tepelný výkon při 30 % jmenovitého tepelného výkonu a v nízkoteplotním režimu(1)	P ₁	kW	4.0	8.0	9.4	6.7	8.0	9.4	10.7
Sezónní energetická účinnost vytápění	η _s	%	93	93	93	93	93	93	93
Užitečná účinnost při jmenovitém tepelném výkonu a ve vysokoteplotním režimu(2)	η ₄	%	88.1	87.9	87.9	88.0	87.9	88.1	87.9
Užitečná účinnost při 30 % jmenovitého tepelného výkonu a v nízkoteplotním režimu(1)	η ₁	%	98.2	98.0	98.0	98.0	98.0	98.1	98.0
Spotřeba pomocné elektrické energie									
Plné zatížení	elmax	kW	0.030	0.042	0.047	0.030	0.042	0.041	0.035
Částečné zatížení	elmin	kW	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
Pohotovostní režim	P _{SB}	kW	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Další položky									
Tepelná ztráta v pohotovostním režimu	P _{stby}	kW	0.035	0.035	0.040	0.035	0.035	0.040	0.045
Spotřeba elektrické energie zapalovacího hořáku	P _{ign}	kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Roční spotřeba energie	Q _{HE}	GJ	37	74	87	62	74	87	99
Hladina akustického výkonu ve vnitřním prostoru	L _{WA}	dB	52	52	53	49	50	53	51
Emise oxidů dusíku	NO _X	mg/kWh	21	16	16	15	17	15	24
Parametry teplé vody pro domácnosti									
Deklarovaný zátěžový profil						XL	XL	XXL	XXL
Denní spotřeba elektrické energie	Q _{elec}	kWh				0.162	0.232	0.214	0.276
Roční spotřeba elektrické energie	AEC	kWh				36	51	47	61
Energetická účinnost ohřevu vody	η _{wh}	%				88	86	87	85
Denní spotřeba paliva	Q _{fuel}	kWh				21.780	22.470	27.820	28.050
Roční spotřeba paliva	AFC	GJ				17	17	22	22



Obrázek B.8 Technický list kondenzačního plynového kotle LUNA Duo-tec E – pokračování [23]

Příprava teplé vody

Příprava teplé vody je taktéž řešena pomocí kondenzačním plynovým kotlem s nepřímotopným stacionárním zásobníkem o celkovém o objemu 710 l. Do zásobníku je připojeno cirkulační potrubí, které zajišťují cirkulaci teplé vody v celém objektu. Zásobník teplé vody se bude nacházet v technické místnosti v 1PP.

Větrání

Větrání objektu zůstává beze změny. V celém objektu je tedy větrání zajištěno přirozeně pomocí oken. V zóně č. 1 v koupelnách a na toaletě jsou osazeny malé odtahové ventilátory pro odvod vzduchu.

Chlazení

V objektu není instalován žádný systém chlazení.

Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti v objektu není řešena.

Osvětlení

Stávající žárovkové svítidla budou v celém bytovém domě vyměněna za nové úsporné LED osvětlení. LED svítidla mají mnohem nižší spotřebu elektrické energie a vyšší životnost – cca 50 000 hodin. Ovládání osvětlení na chodbách a schodišti je řízeno systémem ADO – ruční zapínání a automatické vypínání. V ostatních zónách jsou zdroje ovládány ručně. V zóně č. 2 se nachází i nouzové osvětlení.

Orientační svítivost	Klasická žárovka	Halogenová žárovka	Úsporná žárovka (kompaktní zářivka)	LED žárovka
500 lumenů	40 W	35 W	11 W	7 W
750 lumenů	60 W	42 W	15 W	9 W
1300 lumenů	100 W	70 W	23 W	15 W

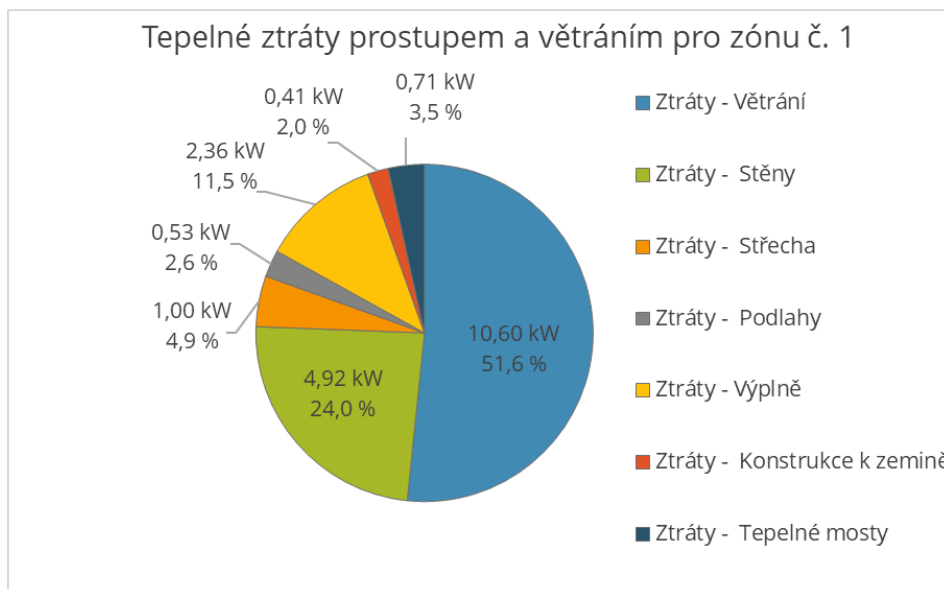
Tabulka B.28 Hodnoty světelného výkonu odpovídají různým světelným zdrojům [22]

B.6 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA I.

Po zateplení obálky a výměnou zdroje tepla došlo k výraznému snížení tepelných ztrát a energetické toků budovy oproti výchozímu stavu.

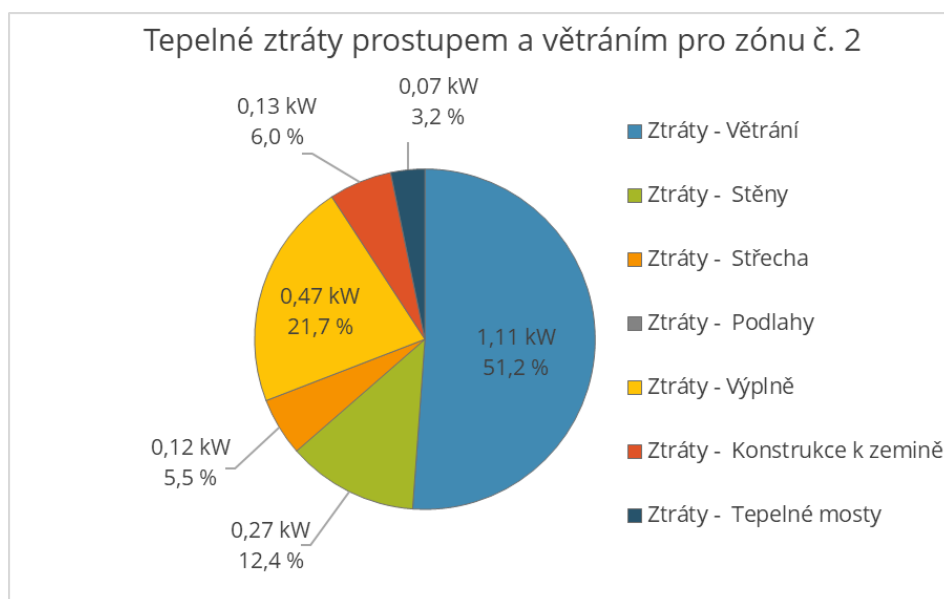
B.6.1 Tepelné ztráty a zisky

Celkové tepelné ztráty zóny č. 1 činí 20,53 kW což je o 47 % méně oproti výchozímu stavu, kde celkové tepelné ztráty zóny č. 1 činily 38,55 kW.

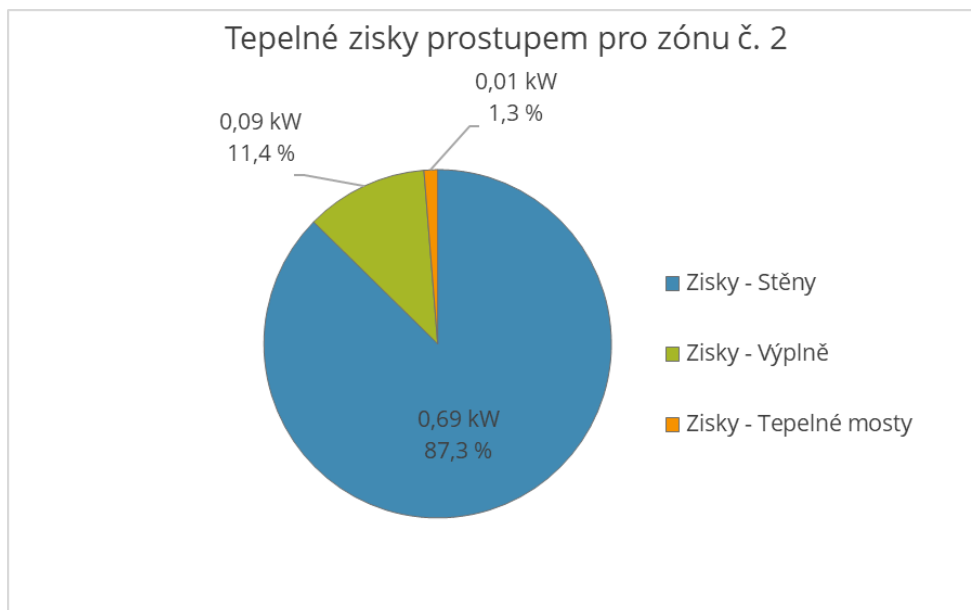


Graf B.11 Tepelné ztráty prostupem a větráním pro zónu č. 1

V zóně č. 2 také dominují ztráty větráním. Celkové tepelné ztráty zóny č. 2 jsou 2,17 kW, došlo k poklesu o 44 %. Ve výchozím stavu dosahovaly tepelné ztráty 3,88 kW. V rámci této zóny dochází i k tepelným ziskům o celkové hodnotě 0,79 kW, dochází k nim vlivem rozdílných vnitřních návrhových teplot zóny č. 1 a č. 2. Vzhledem k tomu, že nedošlo k zateplení konstrukcí mezi těmito zónami, tepelné zisky zůstávají stejné jako ve výchozím stavu.

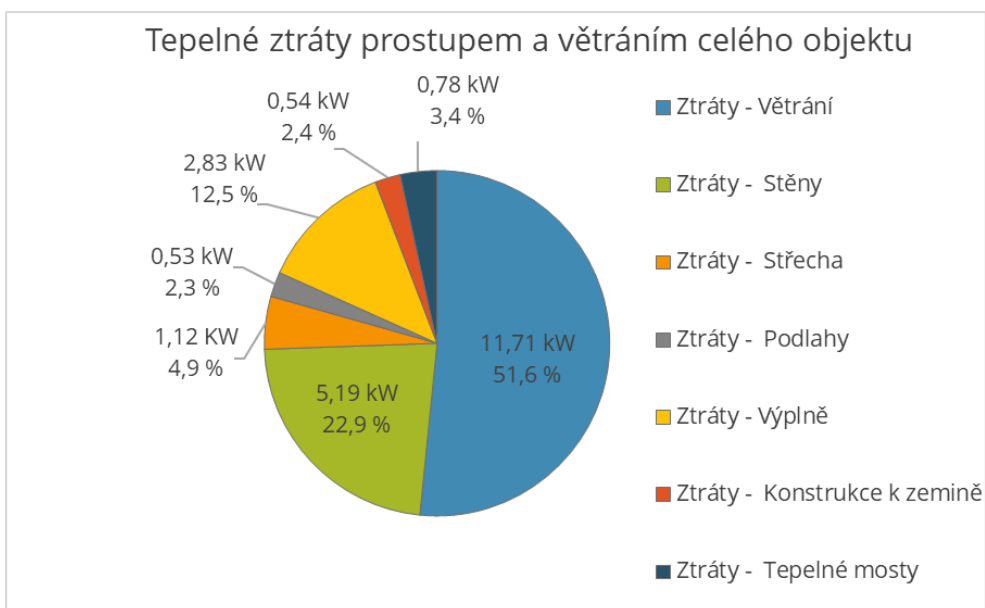


Graf B.12 Tepelné ztráty prostupem a větráním pro zónu č. 2



Graf B.13 Tepelné zisky prostupem pro zónu č. 2

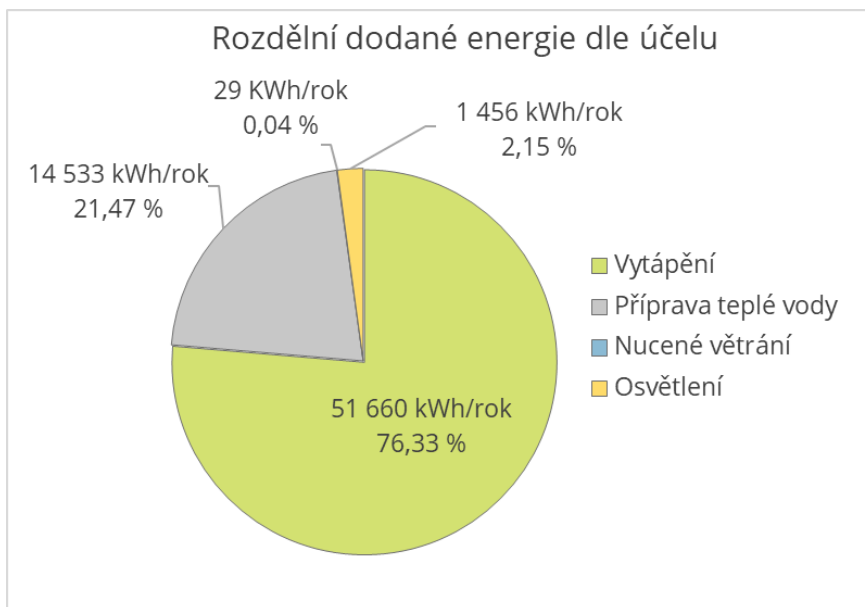
Pro vnější návrhovou teplotu $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, vnitřní návrhovou teplotu obytných prostor $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, společných prostor schodiště a chodby $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ dosahují celkové tepelné ztráty $22,70\text{ kW}$, což je 46 % méně než výchozí stav.



Graf B.14 Tepelné ztráty prostupem a větráním celého objektu

B.6.2 Energetické toky celého objektu

Z grafu B.14 lze vyčíst, že došlo k velkému úbytku potřeby na vytápění a potřeby na umělé osvětlení.



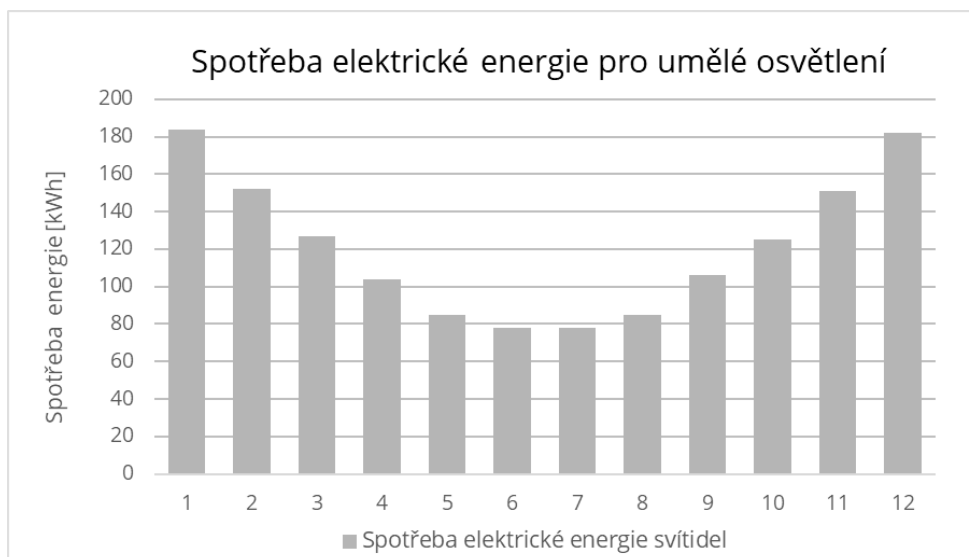
Graf B.15 Rozdělení dodané energie dle účelu

Potřeby na vytápění klesly na hodnotu 51 660 kWh/rok. Úspora činí 58 %. Potřeba na vytápění v jednotlivých měsících se zúžila, a to na měsíce leden až květen a září až říjen.



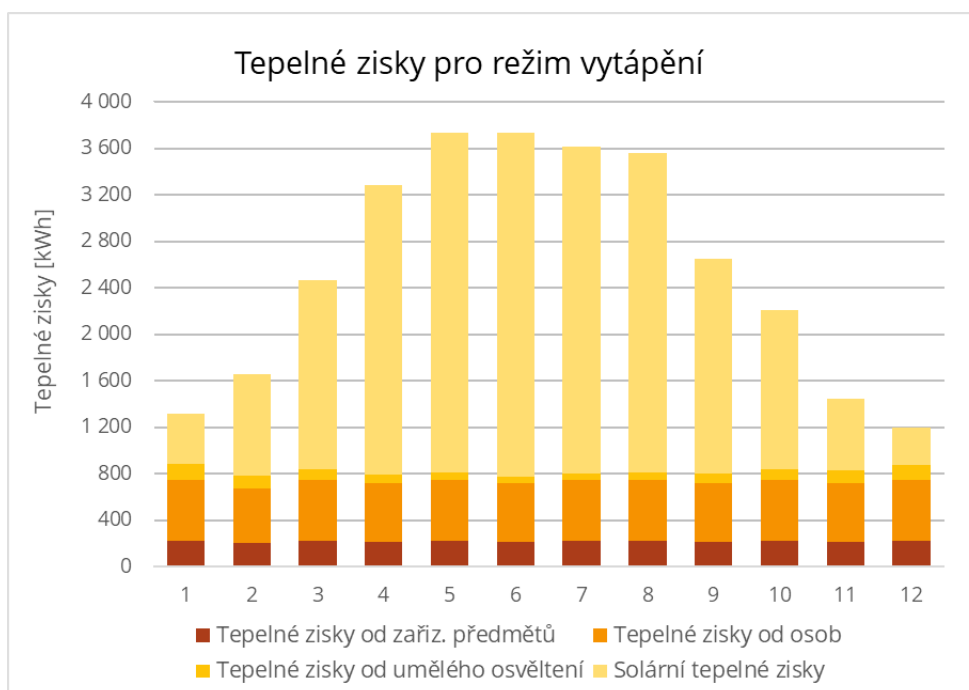
Graf B.16 Potřeba na vytápění

Vzhledem k tomu, že došlo k výměně zdrojů osvětlení za nová LED svítidla, došlo k velkému snížení spotřeby elektrické energie pro umělé osvětlení. Spotřeba elektrické energie po výměně svítidel je 1 456 kWh/ rok. To je úspora 86 %.



Graf B.17 Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení

Díky zateplení a výměně osvětlení došlo k poklesu tepelných zisků pro režim vytápění objektu na hodnotu 30 899 kWh/rok. Pokles zisků je o 12 305 kWh/rok, tedy přibližně o 29 %. Došlo hlavně k výraznému poklesu tepelných zisků od umělého osvětlení, protože LED osvětlení nevydává téměř žádné teplo.



Graf B.18 Tepelné zisky pro režim vytápění

U výchozího stavu převažovaly výrazně tepelné ztráty prostupem nad tepelnými ztrátami větráním, což zapříčinila špatná obálka budovy. Po zateplení obálky jsou tepelné ztráty prostupem nižší než tepelné ztráty větráním, které tvoří přibližně 53 % celkových ztrát objektu. Celkové ztráty bytového domu činí 56 963 kWh/rok.



Graf B.19 Tepelné ztráty pro režim vytápění

B.7 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA I.

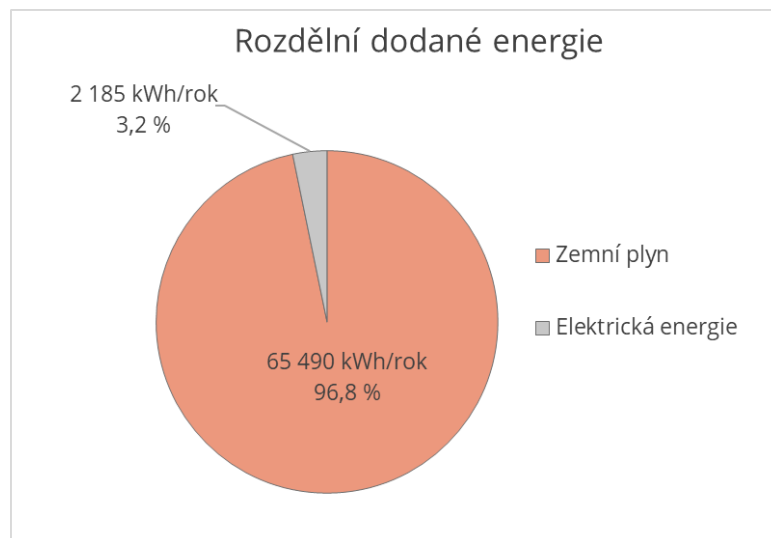
Ceny energií jsou uvažovány jako průměrné ceny za rok 2020 od daných dodavatelů. Elektrickou energii dodává společnost ČEZ, a. s. a zemní plyn Innogy Energie, s.r.o.

Energonositel	Cena v Kč/kWh
Zemní plyn	1,21
Elektrická energie	4,78

Tabulka B.29 Ceny energií

Energonositel	Spotřeba před opatřením [kWh/rok]	Spotřeba po opatření [kWh/rok]	Náklady před opatřením [Kč/rok]	Náklady po opatření [Kč/rok]	Roční úspora po opatření [Kč/rok]
Zemní plyn	139 901	65 490	169 280	79 243	90 037
Elektrická energie	11 720	2 185	56 022	10 444	45 577
Celkem	151 621	67 675	225 302	89 687	135 615

Tabulka B.30 Výpočet roční úspory po opatření



Graf B.20 Rozdělení dodané energie

V níže uvedených tabulkách jsou uvedeny náklady na výměnu zdroje tepla za nový kondenzační plynový kotel, výměnu svítidel, na zateplení obálky budovy a výměnu výplní. Celkové investiční náklady na dané opatření jsou 3 052 668 Kč.

Náklady na zateplení obálky budovy			
Název	Cena Kč za m ²	Plocha v m ²	Cena v Kč
Obvodová stěna	2 100	560,85	1 177 785
Stěna k nevytápěnému prostoru	1 000	153,13	153 130
Střecha	2 500	199,8	499 500
Podlaha přilehlá k zemině	2 500	112,05	280 125
Strop nad nevytápěným prostorem	1 000	93,15	93 150
Výplně otvorů	7 500	105,44	790 800
Cena celkem			2 994 490

Tabulka B.31 Náklady na zateplení obálky budovy

Náklady na výměnu zdroje tepla			
Název	Počet ks	Cena za 1 ks v Kč	Cena v Kč
Kondenzační plynový kotel	1	40 478	40 478
Práce + montáž + regulace soustavy	1	10 000	10 000
Cena celkem			50 478
Náklady na výměnu svítidel			
Název	Počet ks	Cena za 1 ks v Kč	Cena v Kč
LED svítidla	110	70	7 700
Cena celkem			7 700

Tabulka B.32 Náklady na výměnu technické zařízení budovy

Opatření	Cena [Kč]
Zateplení obálky budovy	2 994 490 Kč
Technické zařízení budovy	58 178 Kč
Celkem	3 052 668 Kč

Tabulka B.33 Celkové náklady opatření

Pro výpočet doby návratnosti byl využit finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. [14]

Základní parametry investice

Doba životnosti projektu [počet let] ???

Celková investice do zařízení [Kč] ???

Roční výnos z provozovaného zařízení ???

Roční výnos z pořizovaného zařízení [Kč]

Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení [%]

Doplňkové parametry investice

Diskont - výnos alternativní investice % ???

Bude se danit zisk z projektu? ??? ☒ Ne ☐ Ano

VÝSLEDKY	
NPV - čistá současná hodnota projektu:	1237255 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	56180 Kč ???
Doba návratnosti:	18 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	19 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	4 % ???

Obrázek B.9 Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic

Celkové investice [Kč]	3 052 668 Kč
Roční úspora [Kč]	135 615 Kč
Doba návratnosti	18 let

Tabulka B.34 Ekonomické vyhodnocení varianty I.

Úspora zemního plynu po realizaci uvedených opatření činí 74 411 kWh/rok a rozdíl spotřeby elektrické energie je 9 535 kWh/rok. Je zřejmé, že realizace uvedených opatření povede k výraznému snížení spotřeby energie. Opatření jsou technicky dobře proveditelná a z hlediska návratnosti investice výhodná.

B.8 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky

V tabulce B.36 tabulce jsou uvedeny souhrnné hodnoty ukazatelů průkazu energetické náročnosti budovy pro větší změnu dokončené stavby. Požadavky jsou splněny, pokud uvedené hodnoty ukazatelů pro hodnocenou budovu nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů průkazu energetické náročnosti budovy pro referenční budovu. Splnění požadavků je hodnoceno podle vyhl. 264/2020 Sb.

Požadavky pro změnu dokončené budovy				Splněno
Požadavek vyhlášky dle:	§6 odst. 2) písm. a):			ANO
	§6 odst. 2) písm. b):			ANO
	§6 odst. 2) písm. c):			ANO
	§6 odst. 2) písm. d):			ANO

Parametr	Jednotka	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² *K	0,24	0,39	ANO
Celková dodaná energie	kWh/m ² *rok	96,44	154,04	ANO
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² *rok	101,42	157,54	ANO

Tabulka B.35 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky

B.9 NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA II.

Tato varianta bude primárně zaměřena na technické zařízení budovy a primární energii z obnovitelných zdrojů, tak aby bytový dům dosáhl vyšší klasifikační třídy než u předchozí varianty. Ve výchozím stavu bylo zjištěno, že většina konstrukcí nesplňuje doporučené ani požadované hodnoty součinitel prostupu tepla, proto už ve variantě I. bylo navrženo zateplení obálky budovy, které mělo velký vliv na snížení úniku tepla z budovy, a tedy i na spotřebu energie na vytápění.

Dané zateplení obálky je navrženo i v této variantě. Rozdíl spočívá v použití silnějších materiálů pro zateplení obvodových stěn a střechy. Tím dosáhneme ještě nižších spotřeb na vytápění a lepšího průměrného součinitele prostupu tepla budovy. Je tedy navrženo zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací EPS Grey Wall o tloušťce 160 mm a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$. Zateplení střechy tepelnou izolací ISOVER EPS 200 o tl. 300 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^*\text{K}$.

Další opatření v této variantě je výměna stávajícího zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch /voda, která budou sloužit i na ohřev teplé vody. I v této variantě je navržena výměna původní klasických žárových svítidel za LED osvětlení. Vzhledem ke skutečnosti, že většina technického systému je napojena elektrickou energií, navrhuji také instalaci fotovoltaických panelů na střešní konstrukci bytového domu.

B.9.1 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

V následující kapitole jsou vypočteny součinitele prostupu tepla konstrukcí, které se liší oproti variantě I. a pak jsou všechny konstrukce porovnány s požadovanými a doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí – varianta II.

Střecha plochá

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,10	8,706	0,020	0,136
2	TI ISOVER EPS 200	0,300	0,036	8,333					
3	Cementový potěr	0,020	1,160	0,017					
4	Železobeton	0,200	1,580	0,127					
5	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.36 Součinitel prostupu tepla střechy ploché

Střecha plochá – vstup

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Asfaltový pás	0,004	0,210	0,019	0,10	0,04	8,585	0,020	0,136
2	TI ISOVER EPS 200	0,300	0,036	8,333					
3	Železobeton	0,130	1,580	0,082					
4	Omítka vnitřní	0,010	0,990	0,010					

Tabulka B.37 Součinitel prostupu tepla střechy ploché – vstup

Stěna přilehlá k zemině

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,00	6,060	0,020	0,185
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	TI ISOVER Synthos XPS	0,160	0,035	4,571					

Tabulka B.38 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině

Stěna k venkovnímu prostoru

Č.v.	Materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m²*K/W]	R _{si} [m²*K/W]	R _{se} [m²*K/W]	R _T [m²*K/W]	ΔU [W/m².K]	U [W/(m²*K)]
1	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,015	0,13	0,04	6,546	0,020	0,172
2	Betonová vrstva	0,150	1,300	0,115					
3	Izolace v panelech	0,070	0,060	1,167					
4	Betonová vrstva	0,080	1,300	0,062					
5	TI ISOVER EPS GreyWall	0,160	0,032	5,000					
6	Omítka vnější	0,015	0,880	0,017					

Tabulka B.39 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru

Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

Označení konstrukce	Název konstrukce	Součinitel prostupu tepla				
		Vypočtené hodnoty U [W/(m ² K)]	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	0,207	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	0,207	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
PDL-2	Podlaha 1NP (Z1-Z3)	0,284	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STR-3	Střecha plochá (Z1)	0,136	0,24	VYHOVUJE	0,16	VYHOVUJE
STR-3	Střecha plochá (Z2)	0,136	0,32	VYHOVUJE	0,21	VYHOVUJE
STR-4	Střecha plochá - vstup (Z2)	0,136	0,32	VYHOVUJE	0,21	VYHOVUJE
STN-5	Stěna vnitřní 300 mm (Z1-Z2)	0,632	2,70	VYHOVUJE	1,80	VYHOVUJE
STN-6	Stěna vnitřní 100 mm (Z1-Z2)	2,443	2,70	VYHOVUJE	1,80	NEVYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm+TI (Z1-Z3)	0,230	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm+TI (Z2-Z3)	0,230	0,80	VYHOVUJE	0,55	VYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	0,185	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	0,185	0,60	VYHOVUJE	0,40	VYHOVUJE
STN-9 - STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z1)	0,172	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru (Z2)	0,172	0,40	VYHOVUJE	0,33	VYHOVUJE
VYP-13 - VYP-16	Okno (Z1)	0,700	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-16	Okno (Z2)	0,700	2,00	VYHOVUJE	1,60	VYHOVUJE
VYP-17	Dveře (Z1)	0,900	1,70	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-18	Dveře (Z2)	0,900	2,30	VYHOVUJE	1,60	VYHOVUJE
VYP-19	Dveře vnitřní (Z1-Z2)	2,300	3,50	VYHOVUJE	2,30	VYHOVUJE
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	2,300	4,70	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE

Tabulka B.40 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

B.9.2 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Opavská 117 749 01, Vítkov		
Katastrální území:	782998		
Parcelní číslo:	1835/1		
Celková podlahová plocha $A_e = 701,73 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná 0,20 A 0,26 B 0,34 C 0,48 D 0,66 E 0,83 F G mimořádně ne hospodárná		0,219	
KLASIFIKACE		B	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$		0,219	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class} \text{ W/(m}^2\text{K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,285	-
Platnost štítku do (datum):	12.12.2030 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:	Bc. Anna Balíková		

Obrázek B.10 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – varianta II.

B.9.3 Specifikace technických systému budovy – varianta II.

Vytápění

Stávající plynový kotel bude vyměněn za dvě tepelná čerpadla vzduch/voda, které budou zajišťovat i přípravu teplé vody.

Vstupní údaje:

Tepelné ztráty objektu: 21,09 kW

Potřeba tepla pro přípravu teplé vody: 5,60 kW

Potřeba tepla pro vzduchotechniku: 0 kW

Typ budovy: Bytový dům

Vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou teplé vody

$$Q_{PRIP} = 0,7Q_{VYT} + 0,7Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH}$$

$$Q_{PRIP} = 0,7 \times 21,09 + 0,7 \times 0 + 5,60 + 0$$

$$Q_{PRIP} = 20,36 \text{ kW}$$

Vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem

$$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

$$Q_{PRIP} = 21,09 + 0$$

$$Q_{PRIP} = 21,09 \text{ kW}$$

Ve této variantě jsou navrženy dvě tepelná čerpadla vzduch/voda Alpha Innotec řada Alira LWAV o výkonu 11,5 kW, a tedy o celkovém výkonu 23 kW. Topný faktor tepelných čerpadel nabývá hodnoty 4,01.

Tepelná čerpadla budou umístěna ve venkovním prostředí u stěny k technické místnosti. Dále byla navržena akumulční nádoba o celkovém objemu 750 l, která bude sloužit k akumulaci tepelné energie a snížení počtu potřebných startů tepelných čerpadel a tím rychlému opotřebení kompresoru.



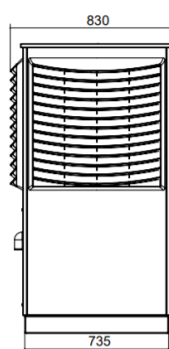
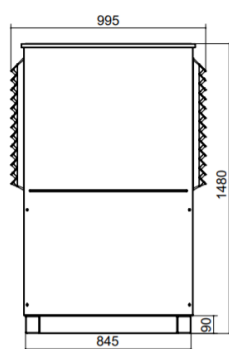
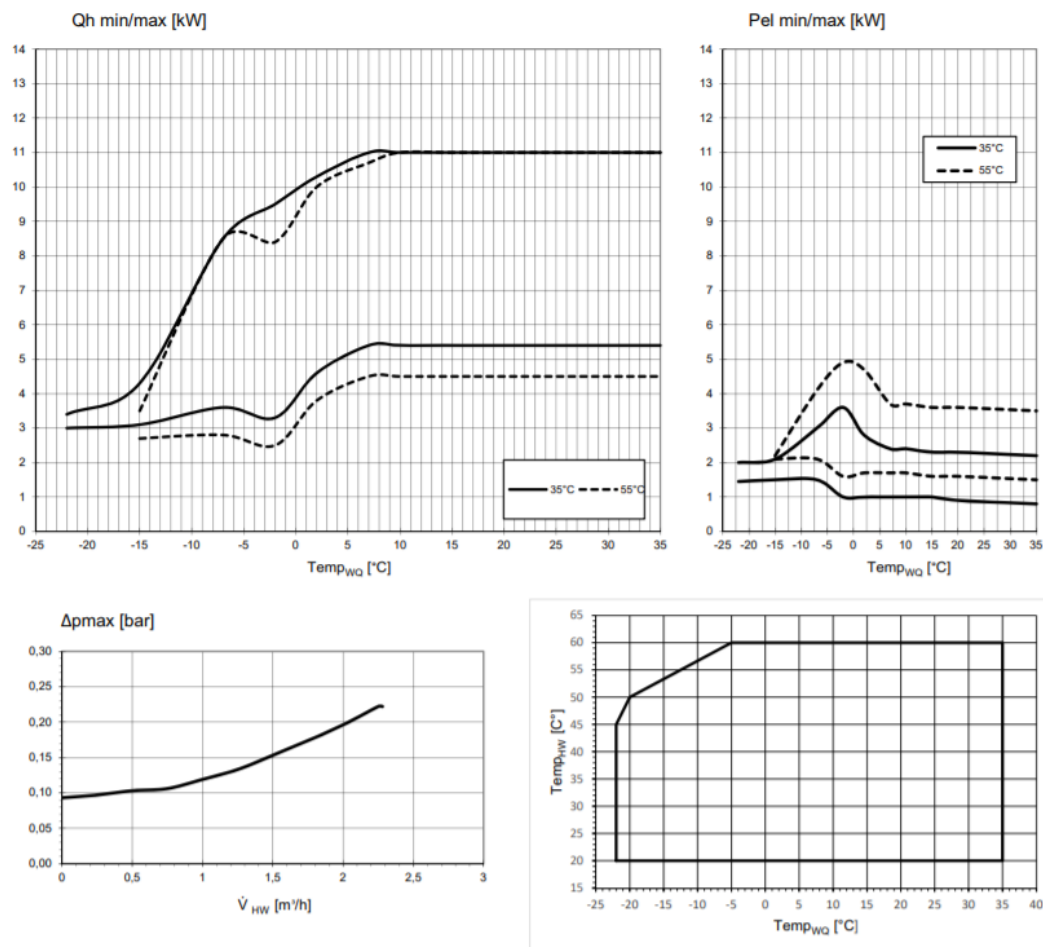
Obrázek B.11 Tepelné čerpadlo vzduch/voda [24]

Označení výrobku					LWAV 82R1/3	LWAV 122R3
Tepelný výkon COP	A10/W35	normový bod dle EN14511	částečné zatížení	kW COP	3,18 5,25	5,50 5,10
	A7/W35	normový bod dle EN14511	částečné zatížení	kW COP	2,81 5,03	5,00 4,80
	A7/W55	normový bod dle EN14511	částečné zatížení	kW COP	3,28 2,85	4,20 2,60
	A2/W35	normový bod dle EN14511	částečné zatížení	kW COP	3,82 4,19	6,50 4,01
	A-7/W35	normový bod dle EN14511	plné zatížení	kW COP	6,40 3,17	9,00 2,63
	A-7/W55	normový bod dle EN14511	plné zatížení	kW COP	4,93 2,20	8,00 1,80
Tepelný výkon	A10/W35		min. max.	kW kW	2,90 7,00	5,40 11,50
	A7/W35		min. max.	kW kW	2,80 6,60	5,10 11,50
	A7/W55		min. max.	kW kW	2,50 6,40	4,60 11,50
	A2/W35		min. max.	kW kW	2,60 6,40	4,50 11,50
	A-7/W35		min. max.	kW kW	2,30 6,50	4,80 9,00
	A-7/W55		min. max.	kW kW	1,80 4,95	4,20 8,10
Chladicí výkon / chladicí faktor EER	A35/W18		částečné zatížení	kW EER	6,00 3,00	8,50 2,80
	A35/W7		částečné zatížení	kW EER	3,60 1,80	5,00 1,80
Chladicí výkon	A35/W18		min. max.	kW kW	1,00 6,00	2,00 8,50
	A35/W7		min. max.	kW kW	1,00 4,50	2,00 6,00
Meze použití	topný okruh – přívod min. topný okruh – přívod max. (vytápění)				°C	20 45
	zdroj tepla (vytápění)				min. max.	°C
	dodatečný provozní bod				...	A0/W60
Hlučnost	hladina akustického tlaku (ve vzd. 1 m od stroje)		min. max. vnitřní	dB(A)	— —	— —
	hladina akustického tlaku (ve vzd. 1 m od stroje)		min. noční max. venkovní	dB(A)	— 42 48	— 43 48
	hladina akustického výkonu uvnitř		min. max. vnitřní	dB(A)	— —	— —
	hladina akustického výkonu venku		min. noční max. venkovní	dB(A)	— 52 58	— 53 58
	hladina akustického výkonu dle EN12102			dB(A)	52	53
Zdroj tepla	objemový průtok vzduchu při maximální tlakové ztrátě			m ³ /h	2500	2900
	maximální tlaková ztráta			Pa	25	25
Topný okruh	požadovaný objemový průtok			l/h	1200	1900 **
	dispoziční tlak tlaková ztráta objemový průtok			bar bar l/h	— 0,14 1200	— 0,2 1900
	maximální provozní tlak			bar	3	3
Všeobecné údaje o výrobku	celková hmotnost			kg	132	148
	hmotnost chladicího modulu kompaktního modulu modulu ventilátoru			kg kg kg	88 — 16	104 — 16
	chladivo druh chladiva plnicí množství			... kg	R410A 3,00	R410A 3,60
Elektro	napěťový kód jištění kompresoru *)			... A	1-N/PE/230V/50Hz B16	3-N/PE/400V/50Hz B16
	napěťový kód jištění regulátoru *)			... A	1-N/PE/230V/50Hz B10	1-N/PE/230V/50Hz B10
	napěťový kód jištění elektrického topného tělesa *)			... A	—	—
Tepelné čerpadlo	efektivní příkon při A7/W35 (částečný výkon) dle EN14511 proud cosφ			kW A ...	0,6 3,0 0,8	1,05 3,0 0,8
	efektivní příkon při A7/W35 dle EN14511: min. max.			kW kW	0,7 2,20	1,0 2,50
	maximální provozní proud v mezi použití maximální příkon			A kW	16 3,5	13 6,0
	záběrný proud: přímý se spouštěčem			A A	< 5 —	< 5 —
	ochranná třída			IP	20	20
	výkon elektrického topného tělesa 3 2 1 fázově			kW kW kW	—	—
	příkon oběhového čerpadla topného okruhu: min. max.			W	—	—
Další informace	pojistný ventil topného okruhu			součástí dodávky: • ano — ne	—	—
	expanzní nádoba pro topný okruh			součástí dodávky: • ano — ne	—	—
	přepouštěcí ventil přepínací ventil topení / teplá voda			vestavěno: • ano — ne	— —	— —
	pružné připojení topného okruhu			vestavěno: • ano — ne	•	•
	regulátor			vestavěno: • ano — ne	—	—
	měření vyrobeného tepla			vestavěno: • ano — ne	•	•

Technické údaje

Objednací číslo	100777WR2141	Novostavba	ano
Tepelný výkon (kW)	4.50 - 11.50	Rekonstrukce	ano
Topný faktor (COP)	4.01 při A2/W35 – EN 14511	Typ chladiva	R410A
Max. výstupní teplota (°C)	60	Hodnota GWP	2088
Zdroj tepla	L/W	Plnicí množství (kg)	3.6
Typ instalace	Venkovní instalace	Hermetický okruh	Ano

Obrázek B.12 Technický list tepelného čerpadla [24]



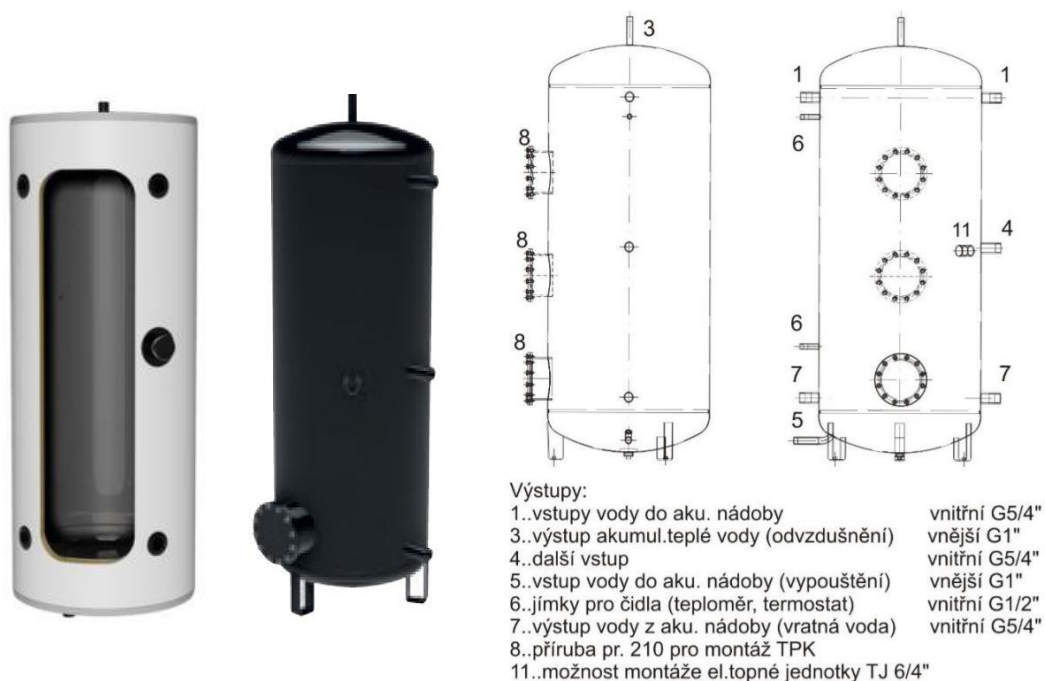
823290

Legenda:

$\dot{V}_{HW}$	Objemový průtok topné vody
$Temp_{WQ}$	Teplota zdroje tepla
$Temp_{HW}$	Teplota topné vody
Δp_{max}	maximální tlaková ztráta
$Qh \text{ min/max}$	minimální/maximální topný výkon
Pel	jmenovitý výkon

Obrázek B.13 Technický list tepelného čerpadla – pokračování [24]

Akumulační nádrž



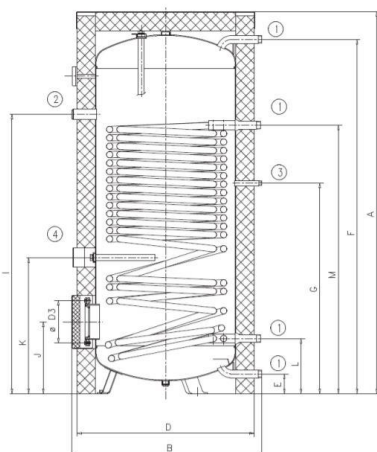
Technické parametry		NAD 500 v1	NAD 750 v1	NAD 1000 v1	NAD 1500 v1
Objednací číslo		121380393	121680393	121580393	122180393
Celkový objem nádrže	[l]	475	772	999	1507
Hmotnost (Netto)	[kg]	85	109	126	204
Max. provozní teplota / tlak v nádobě	[°C] / [bar]			90 / 3	
Tloušťka izolace (Neodul LB PP)	[mm]		80		100
Tepelná vodivost izolace (Neodul LB PP)	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]			0,032	
Objednací číslo izolace (Neodul LB PP)		6231902	6231904	6231905	6231710
Max. počet x výkon TPK 210-12	[ks] x [kW]			1 x 12	
Max. počet x výkon TJ 6/4"	[ks] x [kW]			1 x 9	
Energetická třída (Neodul LB PP)				C	
Statická ztráta (Neodul LB PP)	[W]	83	122	135	165

Rozměry nádrží		NAD 500 v1	NAD 750 v1	NAD 1000 v1	NAD 1500 v1
Průměr nádrže	Ø d	600	750	850	1100
Celková výška nádrže	L	1970	2028	2040	1906
Klopná výška	L _k	1990	2050	2060	1925
Výška nádrže	H	1847	1903	1916	1778
Vypouštěcí hrdlo	A	100	100	100	135
Hrdlo Z/T okruhů	B	270	282	297	350
Hrdlo Z/T okruhů	C	958	970	985	910
Hrdlo Z/T okruhů	E	1644	1656	1671	1470
Hrdlo jímky pro čidlo	F	505	517	532	600
Hrdlo jímky pro čidlo	G	1554	1566	1581	1380
Hrdlo topné jednotky TJ 6/4"	I	937	950	965	895
Hrdlo příruby	J	353	366	381	450

Obrázek B.14 Technické parametry akumulční nádrže [26]

Příprava teplé vody

Příprava teplé vody je zajištěna pomocí dvou tepelných čerpadel vzduch/voda, na které bude napojen na nový stacionární zásobník Dražice OKC 750 NTR/HP o celkovém o objemu 710 l. Samotný stacionární zásobník obsahuje topnou patronu o výkonu 6 kW. Do zásobníku je připojeno cirkulační potrubí, které zajišťují cirkulaci teplé vody v celém objektu. Zásobník se bude nacházet v technické místnosti v 1PP.



A	2039
B	1017
D	910
D3	225
E	105
F	1891
G	1123
I	1491
J	383
K	727
L	294
M	1433

TYP		OKC 200 NTR/HP	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
OBJEM	l	208	234	286	352	469	710	930
VÝŠKA	mm	1356	1537	1558	1644	1914	2039	2053
PRŮMĚR	mm	584	584	670	700	700	950	1050
MAX. HMOTNOST BEZ VODY	kg	102	119	133	190	223	259	324
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar				10			
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar				10			
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C				110			
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C				80			
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m ²	2,1	2,5	3,2	5,2	6,4	7,0	9,0
OBJEM VÝMĚNÍKU	l	13,7	17	21	32	39	47	63
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI					C			
STATICKÁ ZTRÁTA	W	82	87	72	90	105	130	142

Obrázek B.15 Parametry zásobníku teplé vody [25]

Průměr nádoby [mm]	Typ	TPK 150-8/ 2,2 kW	TPK 168-8/ 2,2 kW	TPK 210-12/ 2,2 kW	TPK 210-12/ 3-6 kW	TPK 210-12/ 6,6 kW	TPK 210-12/ 5-9 kW	TPK 210-12/ 12 kW
750	OKCE 750 S	-	-	■	■	■	■	■
	OKC 750 NTR/BP	-	-	■	■	■	■	■
	OKC 750 NTRR/BP	-	-	■	■	■	■	■
	OKC 750 NTR/HP	-	-	■	■	■	■	■

Obrázek B.16 Tabulka použití těles TPK v ohřívacích [25]

Fotovoltaika

Vzhledem k tomu, že pro zdroj vytápění, příprava teplé vody a osvětlení je palivem elektrická energie, jsou zde navrženy fotovoltaické panely, které budou umístěny na střešní konstrukci budovy a pokryjí cca 43 % celkové spotřeby.

Byly navrženy FVE panely o celkové ploše 68,5 m² a o celkovém instalovaném výkonu 10,28 kWp. Panely budou instalovány na nosnou konstrukci určené pro plochou střechu ve sklonu 30°. Dále zde bude umístěn AC/DC měnič.

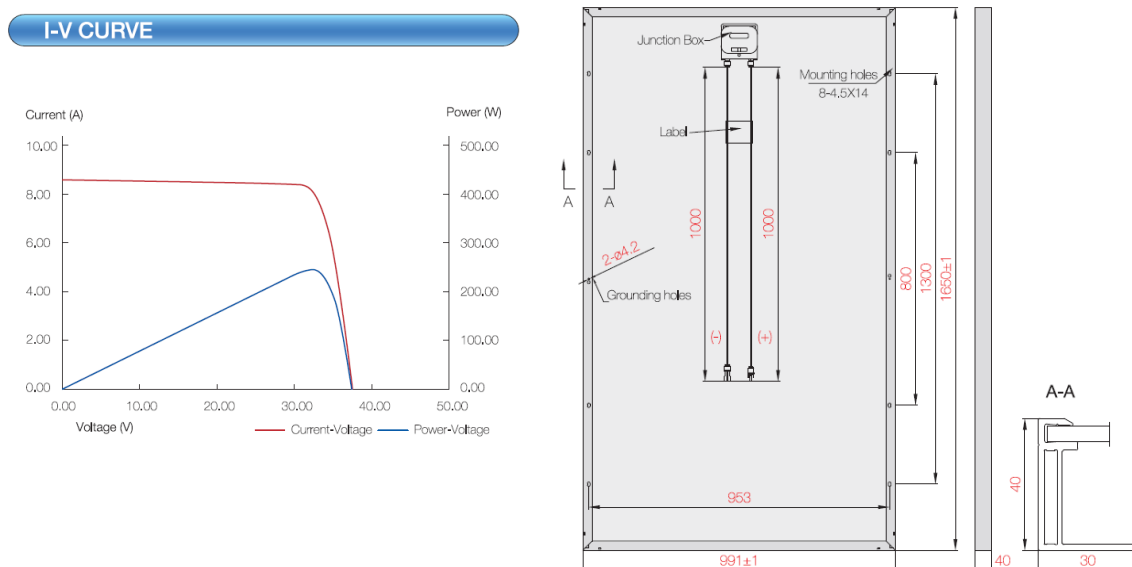
FV panel JAP6

- Celková roční výroba soustavy: 7 545 kWh/rok
- Instalovaný výkon: 10,28 kWp
- Účinnost modulu: 15,3 %
- Počet FV panelů: 42 ks
- Celková plocha: 68,5 m²

ELECTRICAL PARAMETERS										
TYPE	JAP6- 60-220/MP	JAP6- 60-225/MP	JAP6- 60-230/MP	JAP6- 60-235/MP	JAP6- 60-240/MP	JAP6- 60-245/MP	JAP6- 60-250/MP	JAP6- 60-255/MP	JAP6- 60-260/MP	JAP6- 60-265/MP
Rated Maximum Power at STC (W)	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265
Open Circuit Voltage (Voc/V)	37.22	37.32	37.37	37.51	37.58	37.64	37.71	37.78	37.84	37.91
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	28.70	28.94	29.18	29.42	29.66	29.90	30.14	30.36	30.57	30.77
Short Circuit Current (Isc/A)	8.52	8.57	8.66	8.71	8.76	8.81	8.86	8.91	8.96	9.01
Maximum Power Current (Imp/A)	7.67	7.77	7.88	7.99	8.09	8.19	8.29	8.40	8.51	8.62
Module Efficiency [%]	13.45	13.76	14.07	14.37	14.68	14.98	15.29	15.59	15.90	16.21
Power Tolerance (W)	0~+5									
Temperature Coefficient of Isc (αIsc)	+0.036%/°C									
Temperature Coefficient of Voc (βVoc)	-0.330%/°C									
Temperature Coefficient of Pmax (γPmp)	-0.470%/°C									

MECHANICAL PARAMETERS		WORKING CONDITIONS	
Cell (mm)	Quasi-Mono 156×156	Maximum System Voltage	DC 1000V (TUV)
Weight (kg)	19.5	Operating Temp.	-40°C~+85°C
Dimensions (L×W×H) (mm)	1650×991×40	Maximum Series Fuse	15 A
Cable Length (mm)	≥ 1000	Max. Wind Load / Max. Snow Load	2400Pa / 5400Pa
Cable cross section size (mm ²)	4	Grounding conductivity	< 0.1Ω
No. of cells and connections	60 (10×6)	NOCT	45±2°C
No. of diodes	3	Application Class	Class A
Packing configuration	25 Pcs. / Pallet	Insulation Resistance	≥ 100MΩ

Obrázek B.17 Technické parametry FV panelu [8]



Obrázek B.18 Technické parametry FV panelu – pokračování [8]

Větrání

Větrání objektu zůstává beze změny. V celém objektu je tedy větrání zajištěno přirozeně pomocí oken. V zóně č. 1 v koupelnách a na toaletě jsou osazeny malé odtahové ventilátory pro odvod vzduchu.

Chlazení

V objektu není instalován žádný systém chlazení.

Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti v objektu není řešena.

Osvětlení

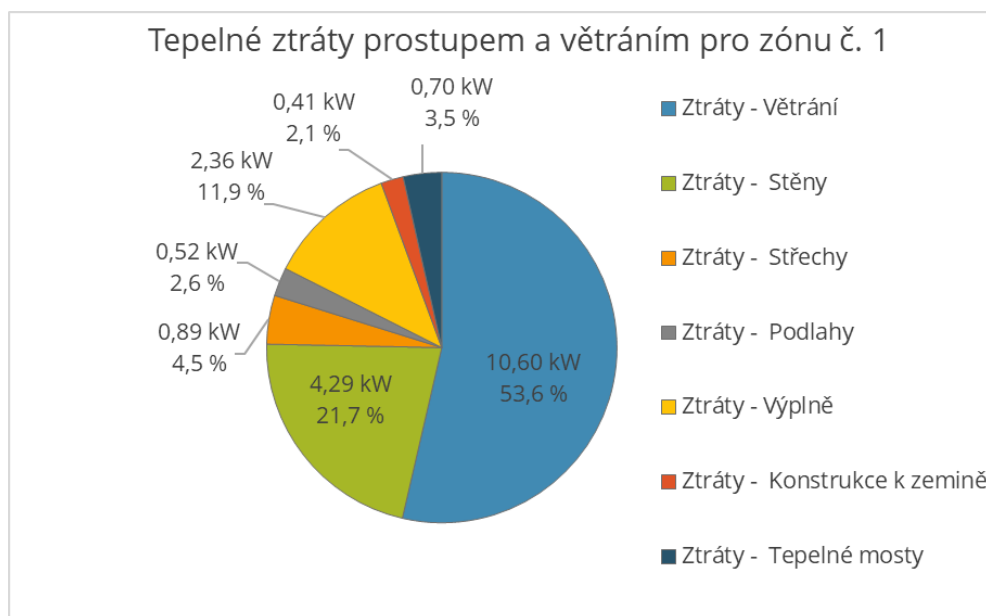
Stávající žárovkové svítidla budou v celém bytovém době vyměněna za nové úsporné LED osvětlení. Ovládání osvětlení na chodbách a schodišti je řízeno systémem ADO – ruční zapínání a automatické vypínání. V této zóně se také nachází nouzové osvětlení. V ostatních zónách jsou zdroje ovládány ručně.

B.10 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA II.

Po zateplení obálky a výměně zdroje tepla došlo k výraznému snížení tepelných ztrát a energetické toků budovy, které jsou popsány v níže uvedených výšečových a sloupcových grafech.

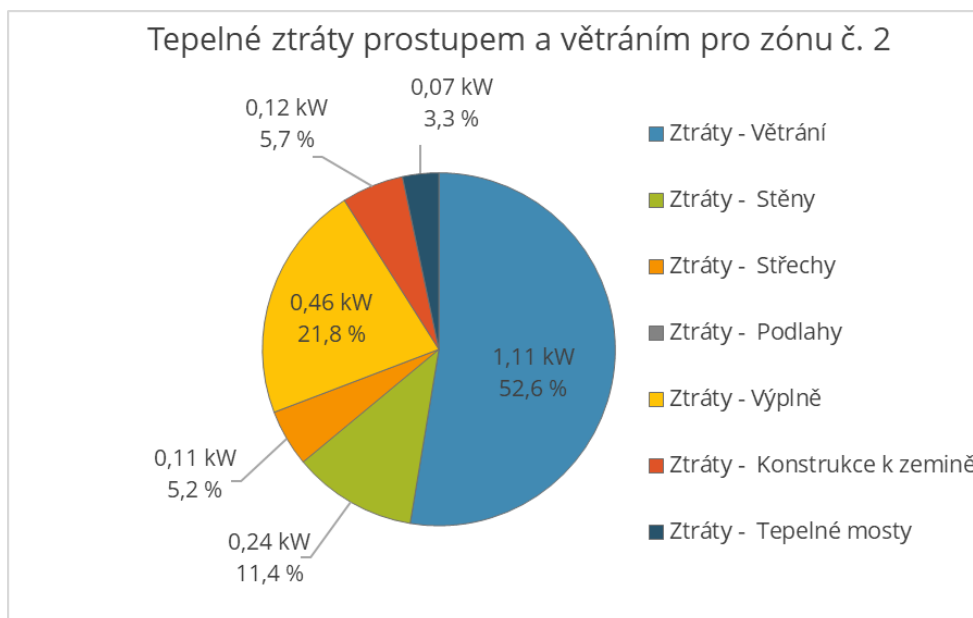
B.10.1 Tepelné ztráty a zisky

Tepelné ztráty zóny č. 1 činí 19,77 kW což je o 49 % méně než ve výchozím stavu a o 4 % méně než ve variantě I.

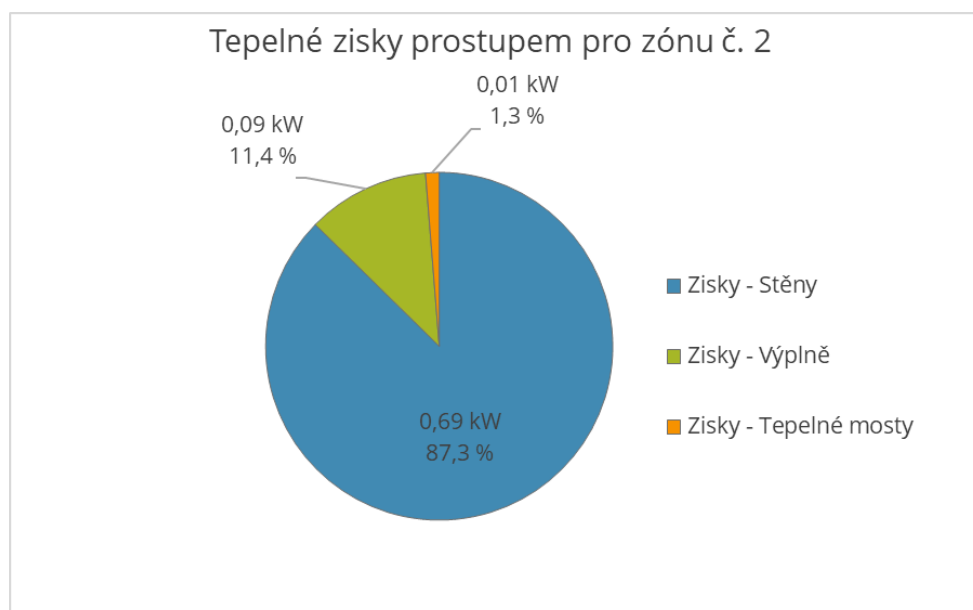


Graf B.21 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 1

Tepelné ztráty zóny č. 2 jsou 2,11 kW. Došlo k poklesu o 46 % oproti výchozímu stavu. Tepelné zisky, ke kterým dochází vlivem rozdílných vnitřních návrhových teplot zóny č. 1 a č. 2., jsou 0,79 kW.

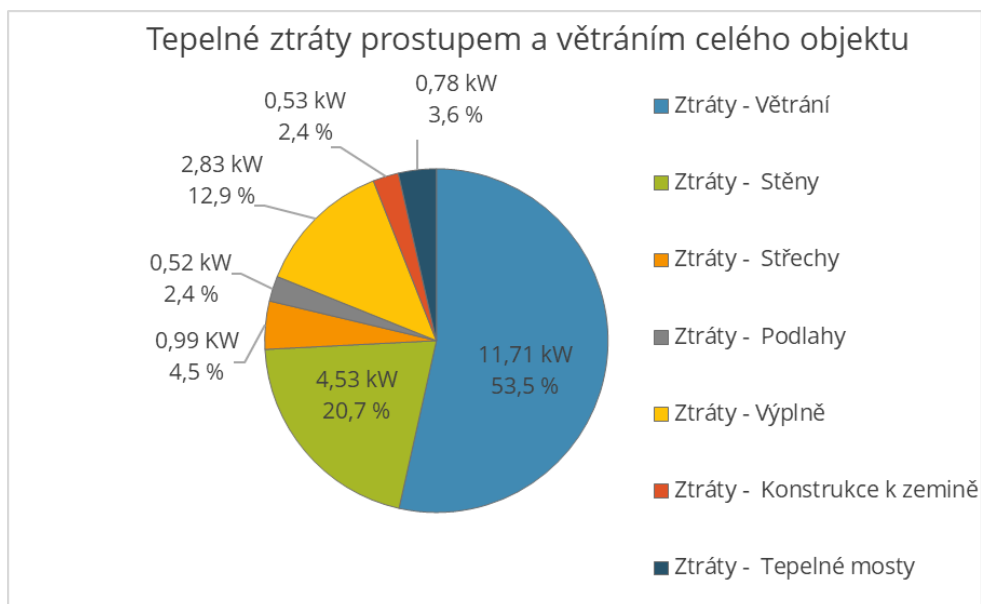


Graf B.22 Tepelné ztráty prostupem a větráním pro zónu č. 2



Graf B.23 Tepelné zisky prostupem a větráním pro zónu č. 2

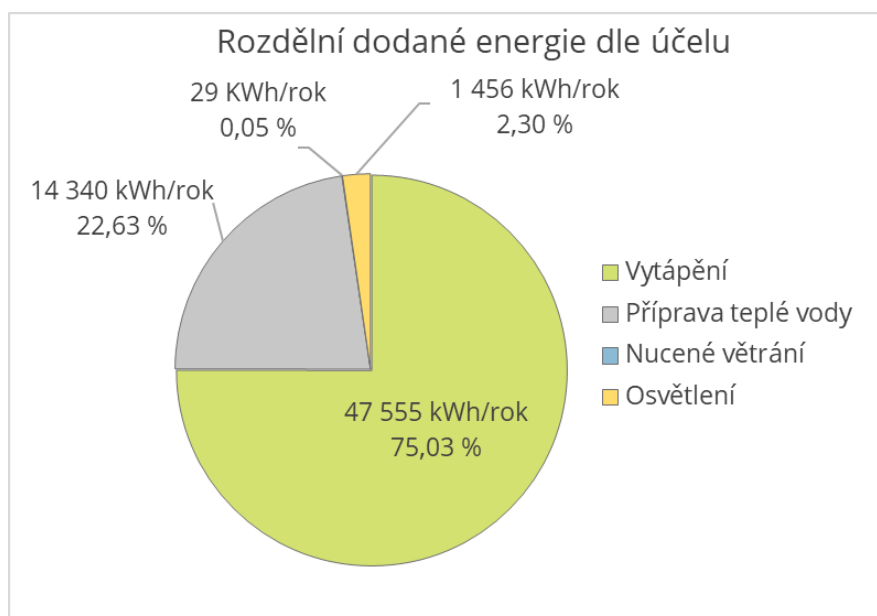
Tepelné ztráty prostupem a větráním celého objektu činí 21,74 kW, což je 49 % méně než výchozí stav. K největším tepelným ztrátám objektu dochází větráním.



Graf B.24 Tepelné ztráty prostupem a větrání celého objektu

B.10.2 Energetické toky celého objektu

Energetické toky bytového domu po provedení daných opatření klesly více než o polovinu oproti výchozímu stavu.

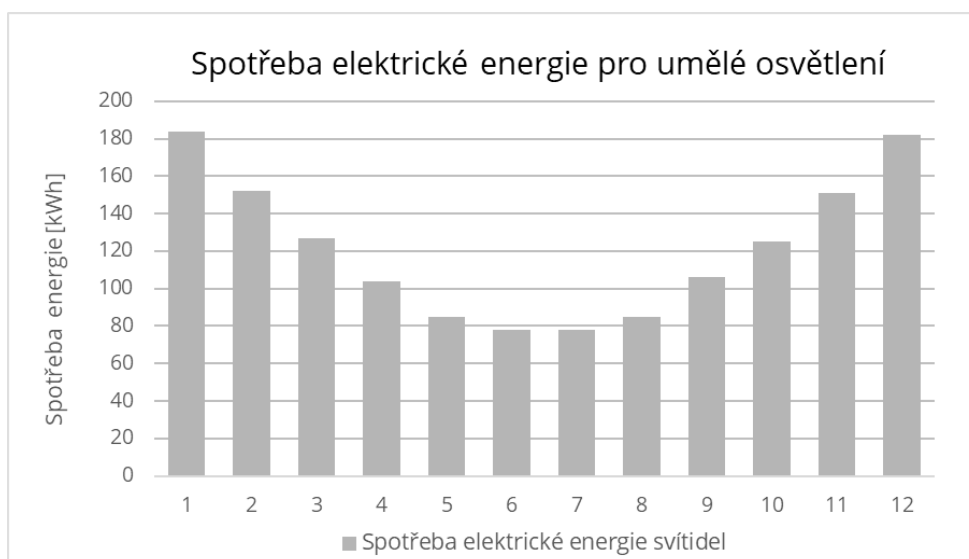


Vzhledem k tomu, že došlo k zateplení obálky budovy, došlo i k velkému úbytku potřeby na vytápění, a to na hodnotu 47 555 kWh/rok. To je úspora 61 %.



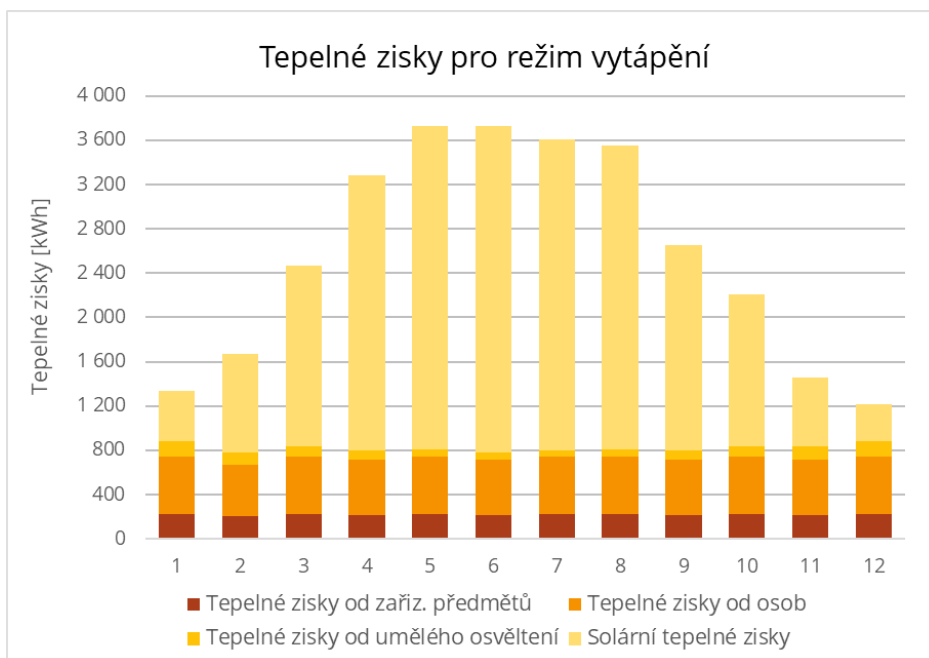
Graf B.25 Potřeba na vytápění

Stejně jako ve variantě I., došlo k výměně zdrojů osvětlení za nová LED svítidla a tím došlo k velkému snížení spotřeby elektrické energii. Spotřeba elektrické energie po výměně svítidel je 1 456 kWh/ rok, což je o 87 % méně než ve výchozím stavu.



Graf B.26 Spotřeba elektrické energie na vytápění

Největší rozdíl v tepelných ziscích oproti výchozímu stavu je pokles tepelných zisku od osvětlení. Celkové tepelné zisky ve variantě II. činí 30 879 kWh/rok. K největší tepelné zisky dochází od solárních zisků.



Graf B.27 Tepelné zisky pro režim vytápění

Díky zlepšení obálky budovy došlo k velkému snížení tepelných ztrát prostupem. U výchozího stavu převažovali výrazně tepelné ztráty prostupem nad tepelnými ztrátami větráním, nyní je to naopak. Celkové ztráty bytového domu činí 54 812 kWh/rok. Úspora činí je 50 %.



Graf B.28 Tepelné ztráty pro režim vytápění

B.11 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – VARIANTA II.

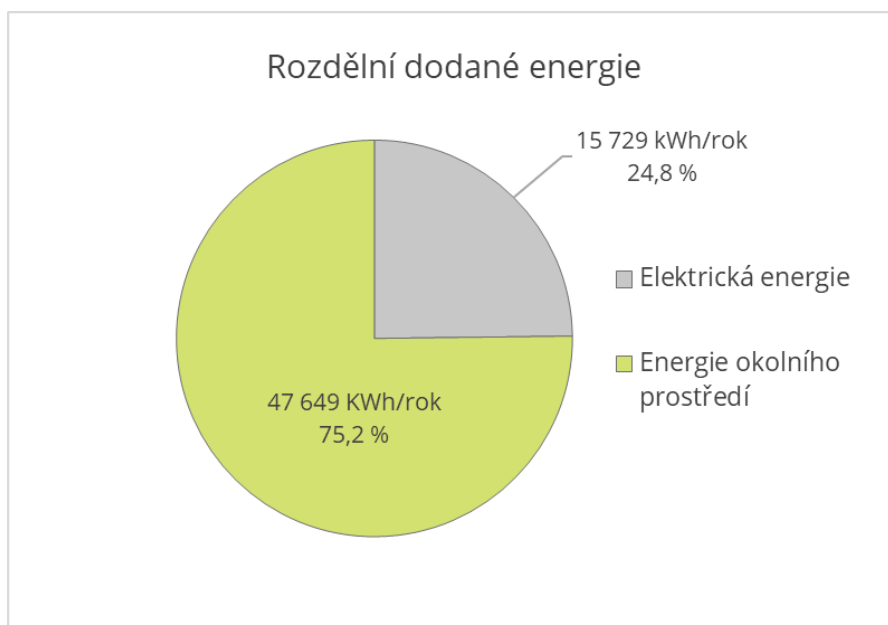
Ceny energií jsou uvažovány jako průměrné ceny za rok 2020 od daných dodavatelů. Elektrickou energii dodává společnost ČEZ, a. s.

Energonositel	Cena v Kč/kWh
Elektrická energie	4,78

Tabulka B.41 Ceny energií

Energonositel	Spotřeba před opatřením [kWh/rok]	Spotřeba po opatření [kWh/rok]	Náklady před opatřením [Kč/rok]	Náklady po opatření [Kč/rok]	Roční úspora po opatření [Kč/rok]
Zemní plyn	139 901	0	169 280	0	169 280
Elektrická energie	11 720	15 729	56 022	75 185	-19 163
Energie okolního prostředí	0	47 649	0	0	0
Celkem	151 621	61 883	225 302	75 185	150 117

Tabulka B.42 Výpočet roční úspory po opatření



Graf B.29 Rozdělení dodané energie

V následujících tabulkách jsou uvedeny náklady na výměnu zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla, nový zásobník teplé vody, akumulční nádrž, výměnu svítel, náklady na zateplení obálky budovy a výměnu výplní. Celkové náklady na dané opatření činí 4 175 496 Kč.

Náklady na zateplení obalky budovy			
Název	Cena Kč za m ²	Plocha v m ²	Cena v Kč
Obvodová stěna	2 250	560,85	1 261 913
Stěna k nevytápěnému prostoru	1 000	153,13	153 130
Střecha	2 600	199,8	519 480
Podlaha přilehlá k zemině	2 500	112,05	280 125
Strop nad nevytápěným prostorem	1 000	93,15	93 150
Výplně otvorů	7 500	105,44	790 800
Cena celkem			3 098 598

Tabulka B.43 Náklady na zateplení obalky budovy

Náklady na instalaci fotovoltaických panelů			
Název	Počet ks	Cena za 1 ks v Kč	Cena v Kč
FV panel	42	3 056	128 352
AC/DC měnič	1	20 000	20 000
Střešní kce + kabely + ochran. prvky	1	35 000	35 000
Práce + montáž	1	50 000	50 000
Cena celkem			233 352
Náklady na výměnu zdroje tepla			
Název	Počet ks	Cena za 1 ks v Kč	Cena v Kč
Tepelné čerpadlo 1	1	294 080	294 080
Tepelné čerpadlo 2	1	294 080	294 080
Regulátor TČ	1	20 900	20 900
Akumulační nádrž	1	20 950	20 950
Zásobník TV	1	55 836	55 836
Práce + montáž	1	150 000	150 000
Cena celkem			835 846
Náklady na výměnu svítidel			
Název	Počet ks	Cena za 1 ks v Kč	Cena v Kč
LED svítidla	110	70	7 700
Cena celkem			7 700

Tabulka B.44 Náklady na výměnu technické zařízení budovy

Opatření	Cena [Kč]
Zateplení obalky budovy	3 098 598 Kč
Technické zařízení budovy	1 076 898 Kč
Celkem	4 175 496 Kč

Tabulka B.45 Celkové náklady opatření

Pro výpočet doby návratnosti byl využit finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. [14]

Základní parametry investice

Doba životnosti projektu [počet let] ???

Celková investice do zařízení [Kč] ???

Roční výnos z provozovaného zařízení ???

Roční výnos z pořizovaného zařízení [Kč]

Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení [%]

Doplňkové parametry investice

Diskont - výnos alternativní investice % ???

Bude se danit zisk z projektu? ??? ☒ Ne ☐ Ano

VÝSLEDKY	
NPV - čistá současná hodnota projektu:	573170 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	26026 Kč ???
Doba návratnosti:	21 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	23 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	2 % ???

Obrázek B.19 Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic

Celkové investice [Kč]	4 715 496 Kč
Roční úspora [Kč]	150 117 Kč
Doba návratnosti	21 let

Tabulka B.46 Ekonomické vyhodnocení varianty II.

Po zateplení obálky budovy a návrhu nových technických zařízení budovy klesly náklady pro provoz budovy. Ve výchozím stavu byly zjištěny roční náklady na provoz bytového domu 225 302 Kč. Nyní jsou náklady 75 185 Kč. Úspora je 67 %.

B.12 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky

V následující tabulce jsou opět uvedeny souhrnné hodnoty ukazatelů průkazu energetické náročnosti budovy pro větší změnu dokončené stavby. Požadavky jsou splněny. Splnění požadavků je hodnoceno podle vyhl. 264/2020 Sb.

Požadavky pro změnu dokončené budovy				Splněno
Požadavek vyhlášky dle:	§6 odst. 2) písm. a):			ANO
	§6 odst. 2) písm. b):			ANO
	§6 odst. 2) písm. c):			ANO
	§6 odst. 2) písm. d):			ANO

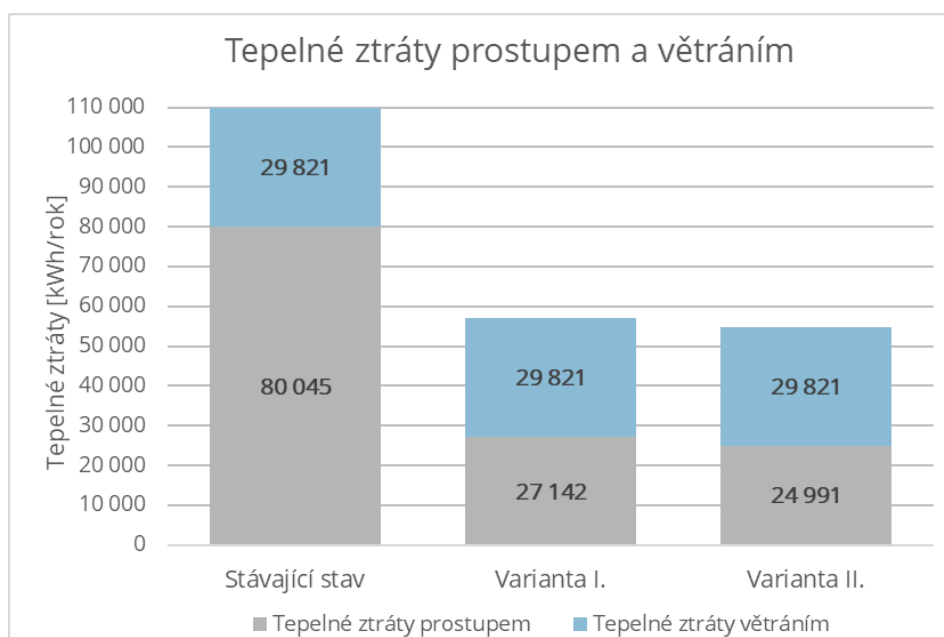
Parametr	Jednotka	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² *K	0,22	0,39	ANO
Celková dodaná energie	kWh/m ² *rok	90,32	155,12	ANO
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² *rok	51,83	160,57	ANO

Tabulka B.47 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky

B.13 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH NAVRHOVANÝCH VARIANT

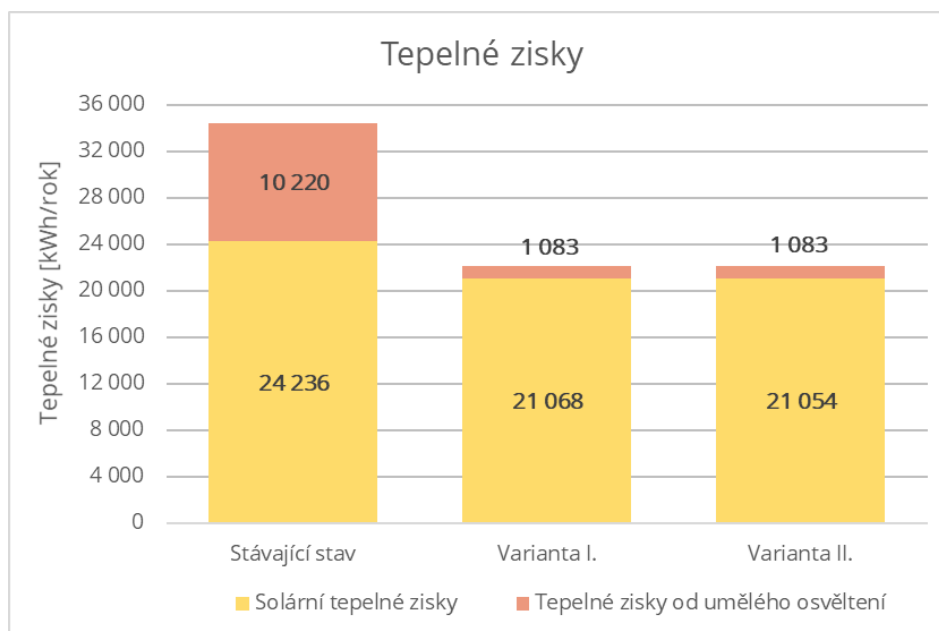
B.13.1 Energetické porovnání

V rámci zlepšení obálky budovy bylo navrženo v obou variantách zateplení kontrakcí a výměna stávajících výplní otvorů za nové plastové s izolačním trojsklem. To mělo velký vliv na pokles tepelných ztrát prostupem. Tepelné ztráty větráním jsou neměnné, protože ve všech případech je větrání přirozené.



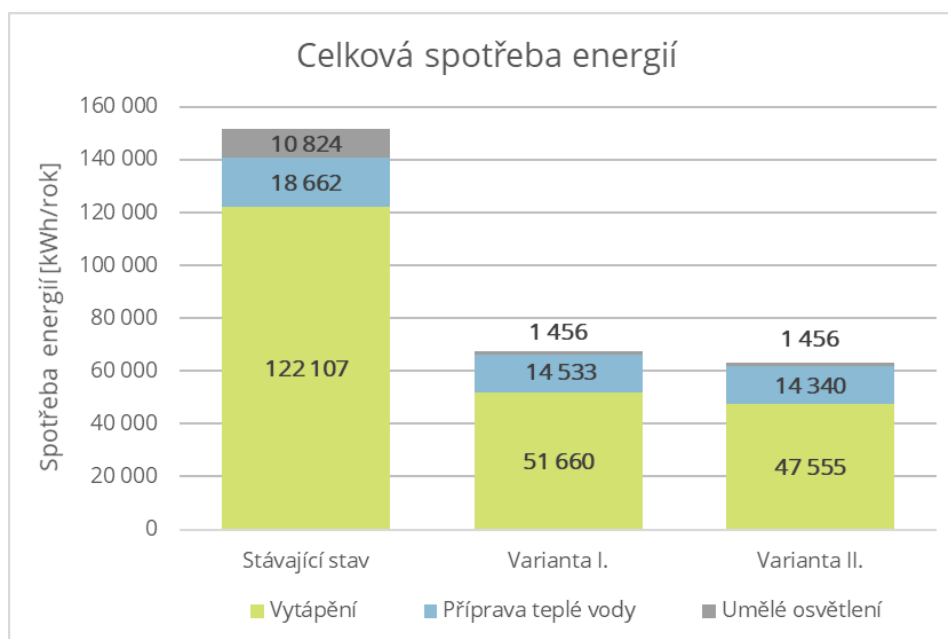
Graf B.30 Maximální tepelné ztráty prostupem a větráním

Rozdíly v tepelných ziscích v jednotlivých variantách můžeme pozorovat u zisků od umělého osvětlení a u solárních tepelných zisků. Po zateplení obálky a výměny osvětlení došlo k výraznému poklesu a vzhledem k faktu, že varianta II. disponuje kvalitnějším zateplením, můžeme vidět lehce nižší solární zisky. Tepelné zisky od osob a zařízení jsou neměnné, proto v grafu B.30 nejsou uvedeny.



Graf B.31 Tepelné zisky pro režim vytápění

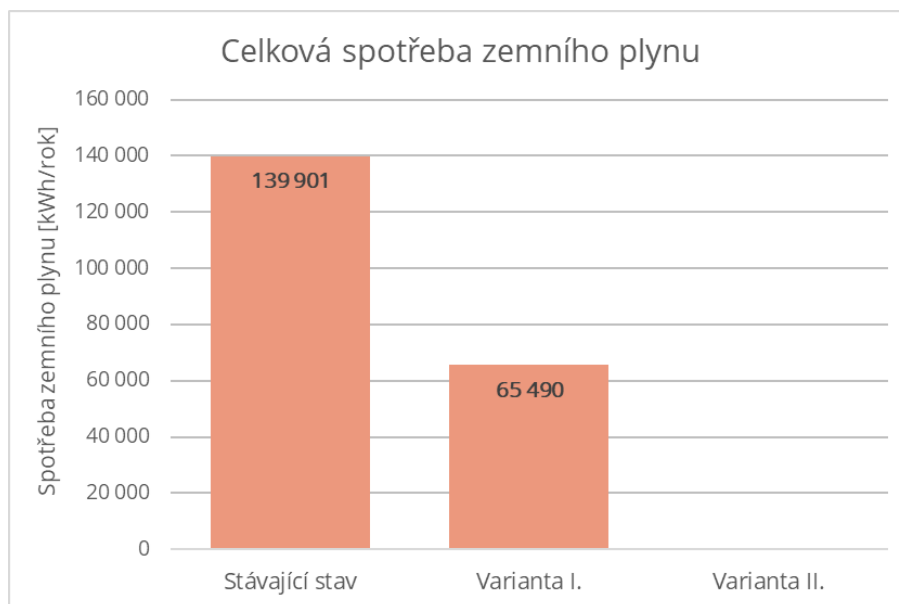
Společně s poklesem tepelných ztrát klesá i spotřeba na vytápění a další výrazný pokles je u spotřeby na umělé osvětlení, kdy proběhla výměna žárovkových svítidel za LED svítidla. Úspora ve variantě I. je 55 % a ve variantě II. dosáhla 58 %.



Graf B.32 Spotřeba energií

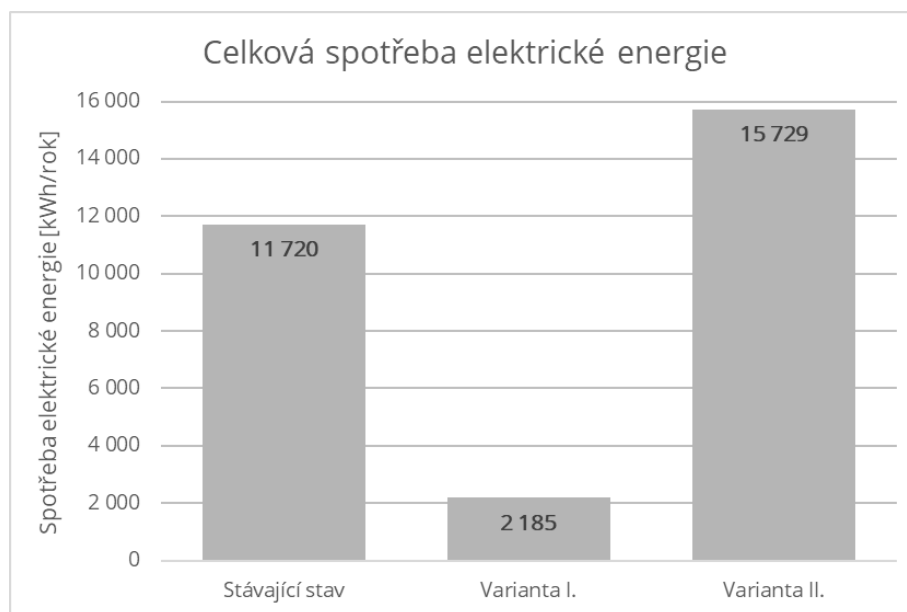
B.13.2 Ekonomické porovnání

Spotřeba zemního plynu má klesající tendenci. Ve variantě I. hlavně díky zateplení obálky budovy a ve variantě II. je nulová, a to kvůli výměně zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch/voda.



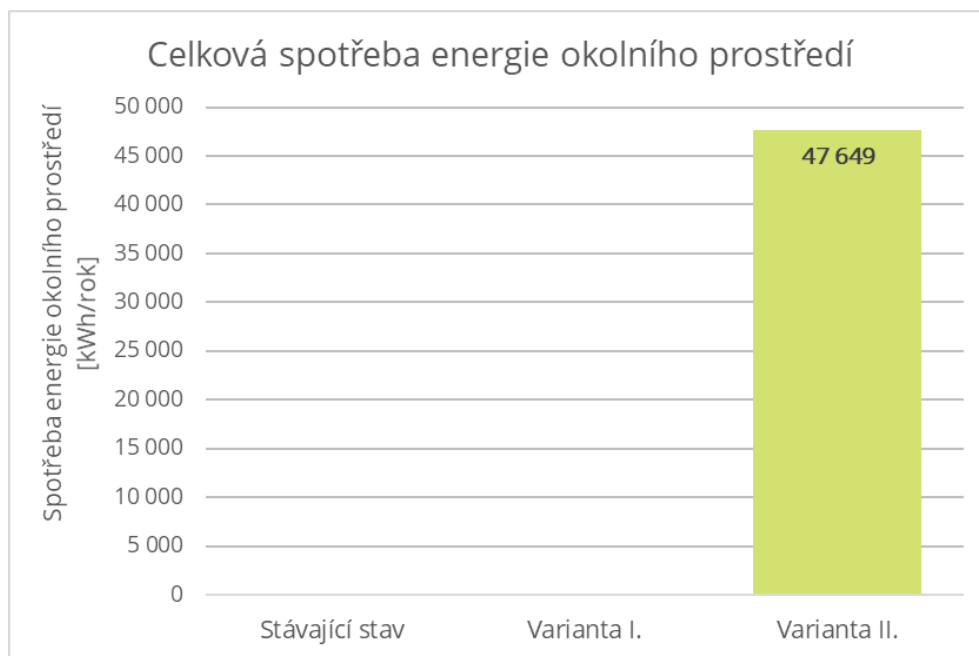
Graf B.33 Celková spotřeba zemního plynu

Nejdříve ve variantě I. spotřeba elektrické energie klesla kvůli výměně osvětlení za nová LED svítidla. Naopak ve variantě II. došlo k nárůstu spotřeby díky výměně zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch/voda, které kromě energie okolního prostředí využívají i elektrickou energii.



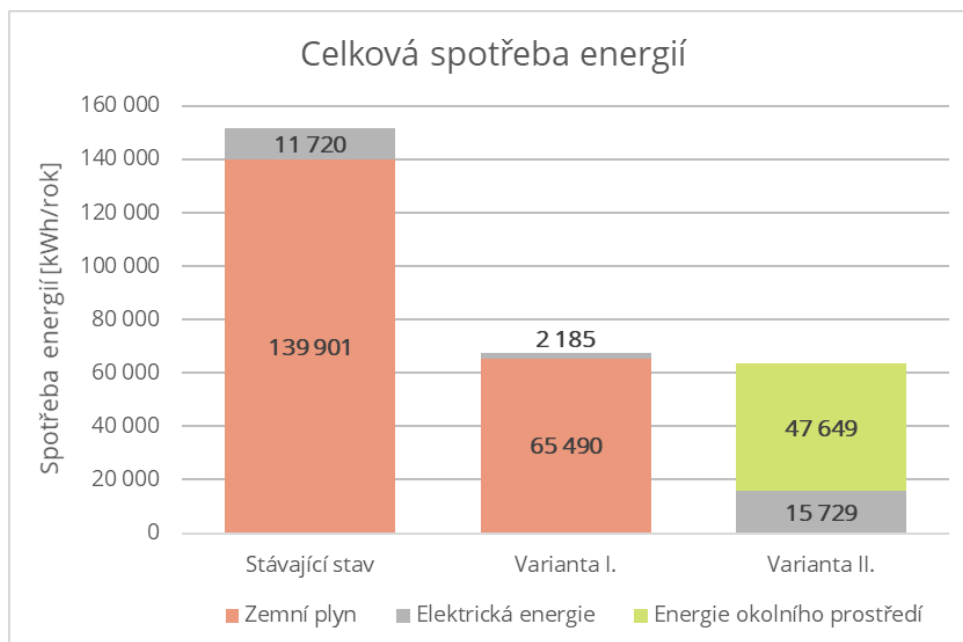
Graf B.34 Celková spotřeba elektrické energie

Energie okolního prostředí je využívána pouze ve variantě II. kde jsou instalovány fotovoltaické panely a zdrojem tepla jsou zde dvě tepelná čerpadla vzduch/voda.



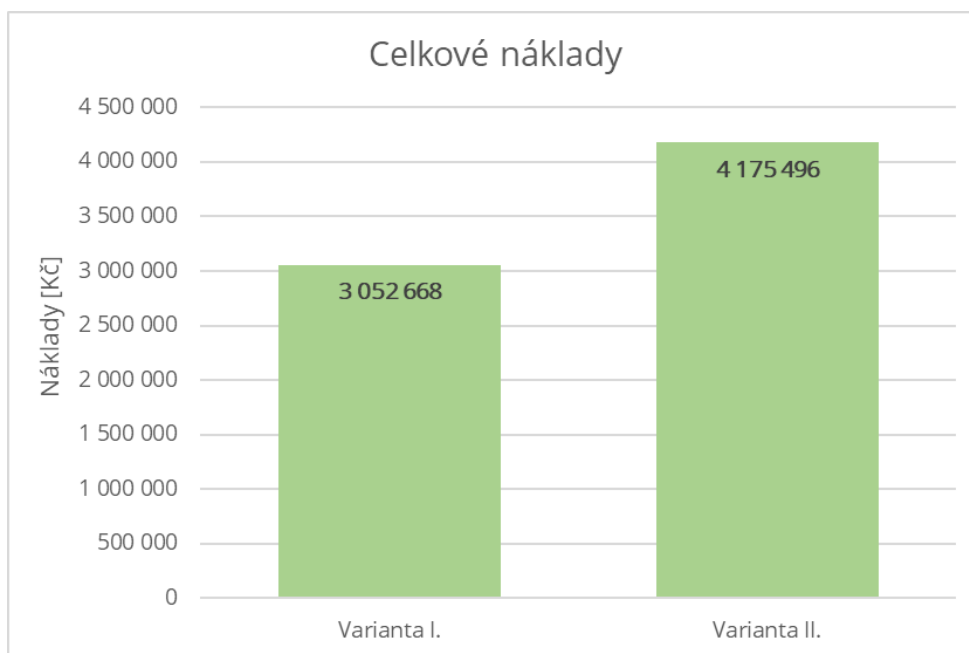
Graf B.35 Celková spotřeba energie okolního prostředí

Celková spotřeba energií má klesající tendenci. Nejvyšší je ve výchozím stavu a nejnižší ve variantě II.

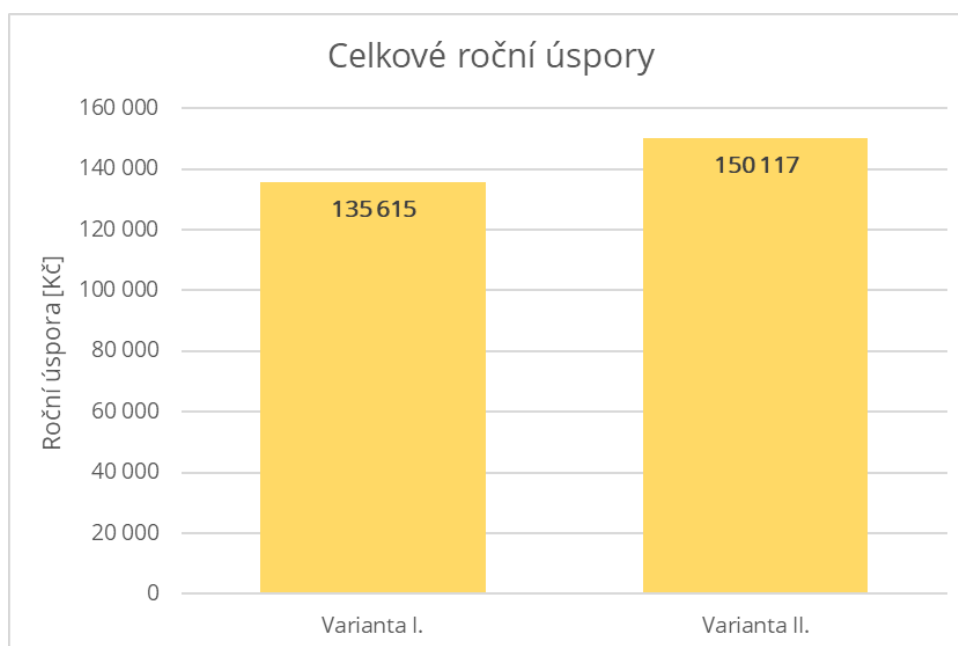


Graf B.36 Celková spotřeba energií

V první variantě bylo navrženo zateplení obálky bytového domu, výměna svítidel a výměna zdroje tepla kondenzační plynový kotel, který slouží i k přípravě teplé vody. Celkové náklady činí 3 052 668 Kč a roční úspory 135 615 Kč. V druhé variantě bylo navrženo zateplení obálky budovy a výměna svítidel. Dále došlo k výměně zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch/voda a instalace fotovoltaických panelů na střechu objektu pro výrobu elektrické energie. Výše nákladu na provedení daných opatření jsou 4 175 496 Kč. Roční úspora je 150 117 Kč.



Graf B.37 Celkové náklady



Graf B.38 Celkové roční úspory



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C – PROJEKT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Balíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2021

C PROJEKT

Do části projekt jsou vloženy tři průkazy energetické náročnosti bytového domu – výchozí stav, varianta I. a varianta II. Průkazy byly vypracovány pomocí v programů Energetika, Tepelná technika 1D a Varianty od společnosti Deksoft.

C.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV

Bc. Anna Balíková
Zakázka číslo: -

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Bytový dům
Opavská 117
749 01, Vítkov
katastrální území Vítkov [782998]
parc. č. 1835/1



Energetický specialista

Bc. Anna Balíková
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

-

Datum vydání

12.12.2020

Verze dokumentu

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Opavská, 117
PSČ, místo: 749 01, Vítkov
K.ú., parcelní č.: Vítkov (782998), 1835/1
Typ budovy: Bytový dům
Celková energeticky vztažná plocha: 702 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA Primární energie z neobnovitelných zdrojů kWh/(m²·rok)



Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost

není stanoven

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE MWh/rok

■ zemní plyn: 139.9
■ elektřina: 11.7



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.70 W/(m ² ·K)	F
	Měrná potřeba tepla na vytápění	112 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	216 kWh/(m²·rok)	E
	Vytápění	174 kWh/(m ² ·rok)	E
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	0.04 kWh/(m ² ·rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	26.6 kWh/(m ² ·rok)	D
	Osvětlení	15.4 kWh/(m ² ·rok)	G

Energetický specialista: Bc. Anna Balíková
Osvědčení č.: -
Kontakt: 188295@vutbr.cz

Ev. č. průkazu: -
Vyhотовeno dne: 12.12.2020
Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Vítkov	Část obce:	
Ulice:	Opavská	Č.p / č. or. (č.ev.)	117
Katastrální území:	Vítkov (782998)	Převládající typ využití:	Bytový dům
Parcelní číslo pozemku:	1835/1	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

Stručný popis budovy:

Posuzovaným objektem je bytový dům, který se nachází v obci Vítkov. Dům je rozdělen do tří zón. První zónu tvoří obytné prostory, ve druhé zóně se nachází společné komunikace a třetí zónu tvoří nevytápěný suterén. Půdorys má obdélníkový tvar. Budova je podsklepená a má tři nadzemní podlaží. Objekt je zastřešen šikmou střechou. Okna a dveře jsou staré dřevěné s jedním sklem. Ve skladbě střechy se nachází tepelná izolace tl. 50 mm. Vnější stěny a stěny k nevytápěnému prostoru jsou z železobetonových panelů bez tepelné izolace. Skladba podlahy přilehlé k zemině a strop nad nevytápěným suterénem je bez tepelné izolace. Vytápění a ohřev teplé vody je zajištěn pomocí plynového kotle o výkonu 45 kW s nepřímotopným zásobníkem o celkovém objemu 710 l. Větrání je přirozené.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	2 071,3
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 159,6
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,56
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	701,7
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	16,9

VÝPOČTOVÉ ZÓNY						
Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.						
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m²
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Obytné prostory	(m) Bytový dům - obytné prostory	☒	☐	20	609,7
Z2	Společná komunikace	(m) Bytový dům - společné prostory, komunikace	☒	☐	16	92,0
NZ3	Suterén	-	☐	☐	-	-

B CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinnosti technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

PALIVA

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

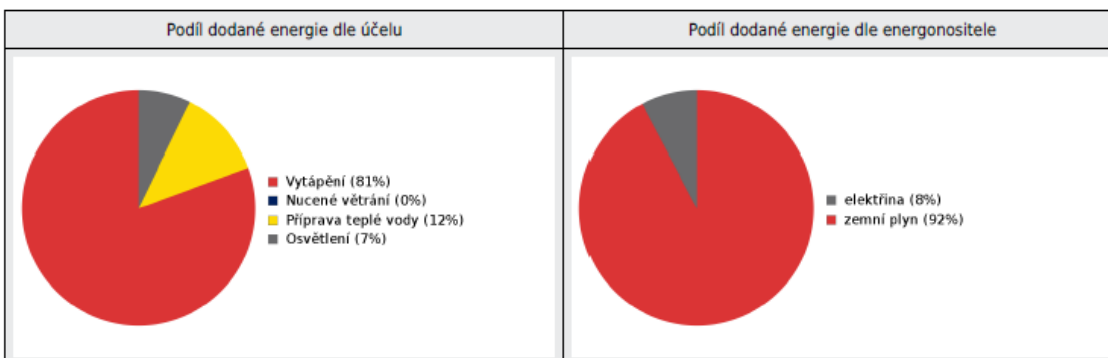
elektrina	0,2%	---	0,0%	---	0,3%	7,1%	---	7,7%
	0.34	---	0.03	---	0.53	10.8	---	11.7
zemní plyn	80,3%	---	---	---	12,0%	---	---	92,3%
	122	---	---	---	18.1	---	---	140

ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	80,5%	---	0,0%	---	12,3%	7,1%	---	100,0%
kWh/m²rok	174,0	---	0,0	---	26,6	15,4	---	216,1
MWh/rok	122	---	0.03	---	18.7	10.8	---	152



C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
% pokrytí									
Dodaná energie v MWh/rok									

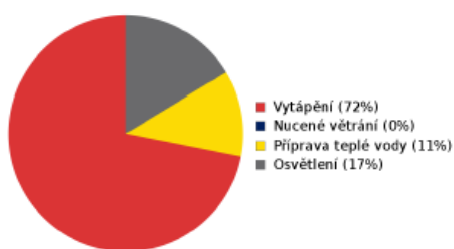
ENERGONOSITELE

elektrína	2,6	0,5%	---	0,0%	---	0,8%	16,5%	---	17,9%
		0.88	---	0.07	---	1.37	28.1	---	30.5
zemní plyn	1,0	71,5%	---	---	---	10,6%	---	---	82,1%
		122	---	---	---	18.1	---	---	140

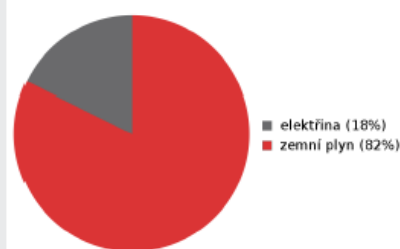
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

procentuální podíl	72,0%	---	0,0%	---	11,4%	16,5%	---	100,0%
kWh/m²rok	174,8	---	0,1	---	27,8	40,1	---	242,8
MWh/rok	123	---	0.07	---	19.5	28.1	---	170

Podíl dodané energie dle účelu



Podíl dodané energie dle energonositele

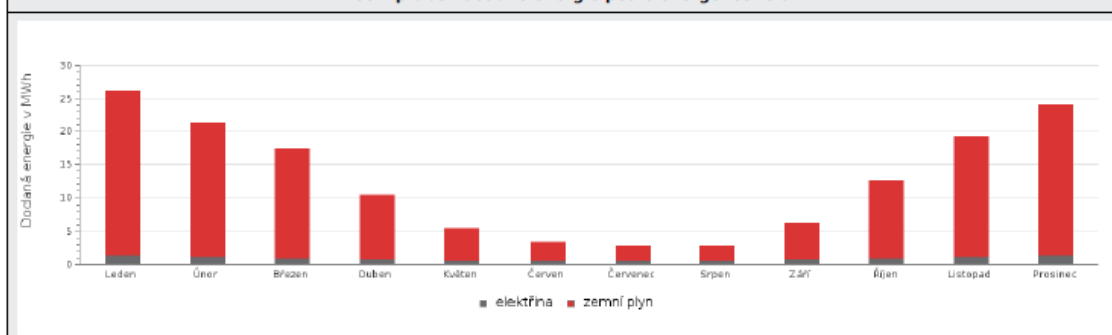


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOONOSITELŮ

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosincec
Celkem	26.1	21.2	17.3	10.4	5.44	3.40	2.83	2.92	6.23	12.5	19.2	24.0
elektrina	1.45	1.20	1.02	0.84	0.71	0.66	0.64	0.69	0.86	1.01	1.20	1.43
zemní plyn	24.7	20.0	16.3	9.56	4.73	2.74	2.19	2.23	5.37	11.5	18.1	22.6

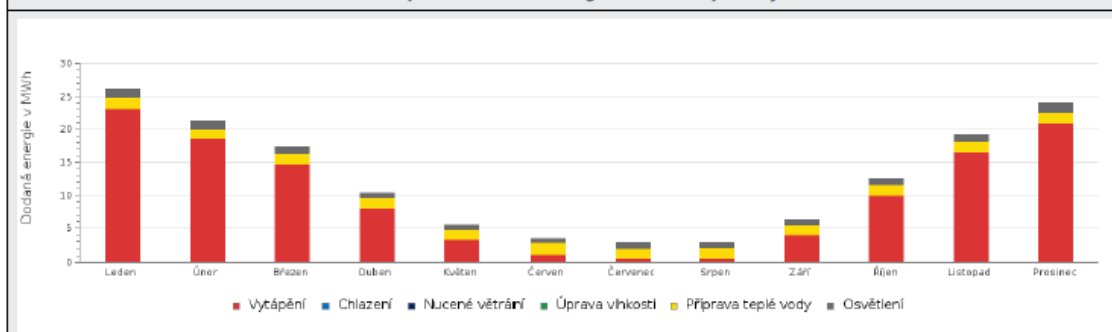
Roční průběh dodané energie podle energonositelů



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosincec
Celkem	26.1	21.2	17.3	10.4	5.44	3.40	2.83	2.92	6.23	12.5	19.2	24.0
Vytápění	23.2	18.7	14.8	8.10	3.22	1.28	0.65	0.70	3.91	10.0	16.6	21.1
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	1.58	1.43	1.58	1.53	1.58	1.53	1.59	1.59	1.53	1.58	1.53	1.58
Osvětlení	1.37	1.13	0.94	0.77	0.63	0.59	0.59	0.63	0.78	0.93	1.12	1.35

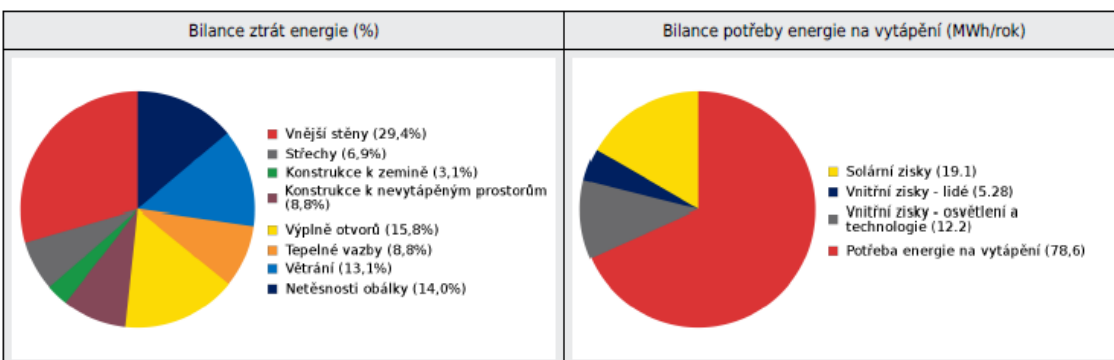
Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby



E	BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ
----------	-------------------------------

BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ					
Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.					
ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	80.0	Solární zisky	MWh/rok	19.1
Větrání		14.4	Vnitřní zisky - lidé		5.28
Netěsnosti obálky - infiltrace		15.4	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		12.2
Celkem		110	Celkem		36.6

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	78,6	kWh/m².rok	112,1
-----------------------------	---------	------	------------	-------



BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ
Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.

F	OBÁLKA BUDOVY
----------	----------------------

Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budovy (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.

Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
					Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
		Θ _i	---	A _i	U _i	U _{N,i}	U _{R,i}	
Ozn.	Název	°C	---	m²	W/m².K			

VNĚJŠÍ STĚNY	487,1
---------------------	--------------

STN-9	Stěna k venkovnímu prostoru S (Z1)	20	EXT	138,5	0,667	0,30	0,30	222%
STN-10	Stěna k venkovnímu prostoru J (Z1)	20	EXT	106,2	0,667	0,30	0,30	222%
STN-11	Stěna k venkovnímu prostoru V (Z1)	20	EXT	140,0	0,667	0,30	0,30	222%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z1)	20	EXT	80,3	0,667	0,30	0,30	222%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z2)	16	EXT	22,1	0,667	0,40	0,40	167%

STŘECHY	199,8
----------------	--------------

STR-3	Střecha (Z1)	20	EXT	176,2	0,354	0,24	0,24	148%
STR-3	Střecha (Z2)	16	EXT	20,3	0,354	0,32	0,32	111%
STR-4	Střecha - vstup (Z2)	16	EXT	3,2	3,977	0,32	0,32	1 243%

PODLAHY NAD VENKOVNÍM PROSTOREM	0,0
--	------------

-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
---	---	---	-----	---	---	---	---	---

KONSTRUKCE K ZEMINĚ	123,2
----------------------------	--------------

PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	81,1	2,839	0,45	0,45	631%
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	31,0	2,839	0,60	0,60	473%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	6,6	0,692	0,45	0,45	154%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	4,6	0,692	0,60	0,60	115%

KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM	250,4
---	--------------

PDL-2	Podlaha INP (Z1-Z3)	20	NZ3	93,2	1,850	0,60	0,60	308%
STN-7	Stěna vnitřní tl. 300 mm (Z1-Z3)	20	NZ3	121,2	0,632	0,60	0,60	105%

STN-7	Stěna vnitřní tl. 300 mm (Z2-Z3)	16	NZ3	31,9	0,632	0,80	0,80	79%
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	16	NZ3	4,1	2,300	4,70	4,70	49%
KONSTRUKCE K SOUSEDNÍ BUDOVĚ / PROSTORU				0,0				
-	-	-	SOUS	-	-	-	-	-
VÝPLNĚ OTVORŮ				99,1				
VYP-13	Okno S (Z1)	20	EXT	15,8	1,800	1,50	1,50	120%
VYP-14	Okno J (Z1)	20	EXT	13,5	1,800	1,50	1,50	120%
VYP-15	Okno V (Z1)	20	EXT	14,4	1,800	1,50	1,50	120%
VYP-16	Okno Z (Z1)	20	EXT	41,1	1,800	1,50	1,50	120%
VYP-16	Okno Z (Z2)	16	EXT	7,2	1,800	2,00	2,00	90%
VYP-17	Dveře S (Z1)	20	EXT	2,1	2,100	1,70	1,70	124%
VYP-18	Dveře V (Z2)	16	EXT	5,0	2,100	2,30	2,30	91%
LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ				0,0				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
TEPELNÉ VAZBY								
Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.								
Vliv tepelných vazeb ΔU _{tb}				---	0,100	---	0,020	500%

G TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY

VYTÁPĚNÍ									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj tepla ¹	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
kW	MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí			
								MWh/rok	
K-1	Plynový kotel	45	zemní plyn	122	86	---	Z1: 85% Z2: 85%	Z1: 88% Z2: 88%	100%
									78.6

CHLAZENÍ													
Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy											
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce chladu	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na chlazení					
								kW	MWh/rok	SEER _{C,gen,int}	$\eta_{C,dls,int}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí
													MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-					

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m³/hod	m³/hod	MWh/rok	%	%	W.s/m³	%
VZT-1	VZT - odvodní	1 820	606,67	0.03	5	0	388	100,0

ÚPRAVA VLHKOSTI								
Ozn.	Zdroj systému úpravy vlhkosti	Účel	Palivo	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	Jmenovitý elektrický / tepelný příkon	odvlhčení	vlhčení	
				MWh/rok	kW	Průměrná sezónní účinnost odvlhčení	Průměrná sezónní účinnost vlhčení	Průměrná sezónní účinnost ZZV
						%	%	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody
		kW		MWh	%	---	%	m³/rok	% pokrytí MWh/rok
K-1	Plynový kotel	45	zemní plyn	18,1	86	---	TVsys 1: 78,6	200,21	100,0 15,7

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vtažná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		---	m²	lux	---	---	---	---
Z1 (L1)	Osvětlení obytných prostorů	Obyčejná žárovka	499,11	100	6,40	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Osvětlení společných prostor	Obyčejná žárovka	85,08	75	6,40	1,00	1,00	1,00
NZ3 (L1)	Osvětlení suterénu	Obyčejná žárovka	83,47	30	6,40	1,00	1,00	1,00

KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTRINY A TEPLA											
Ozn.	Zdroj pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla	Kogenerační jednotka uvnitř budovy									
		Kogenerační jednotka mimo budovu - bilance dodávky pro hodnocenou budovu									
		Palivo	Spotřeba energie v palivu	Celkový elektrický výkon / sezónní účinnost	Celkový tepelný výkon / sezónní účinnost	Celková sezónní účinnost kogenerační jednotky	Výroba elektřiny / z toho pro neobn. prim. energii	Výroba tepla / z toho pro neobn. prim. energii			
									MWh/rok	kW _e	kW _t
										%	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-			

SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM								
Ozn.	Solární termická soustava	Využití solární soustavy	Typ solárních termických kolektorů	Celková plocha apertury / počet ks	Objem solárního zásobníku	Celkový roční zisk soustavy	Celkový roční využitý zisk soustavy	Měrný využitý zisk k ploše apertury
				m²				
				ks				
-	-	-	-	-	-	-	-	-

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelní primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využito pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m ²	kWp	litry	typ	MWh/rok	MWh/rok
			ks	%		kWh		
-	-	-	-	-	-	-	-	-

H	DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE
----------	---

Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE		
V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.		
Úsporné opatření	Popis návrhu	
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	Stěny OP _S -1 - Zateplení stěn, střechy, podlahy a výměna výplní Okna, dveře, popř. LOP: OP _S -1 - Zateplení stěn, střechy, podlahy a výměna výplní Střechy a stropy: OP _S -1 - Zateplení stěn, střechy, podlahy a výměna výplní Podlahy: OP _S -1 - Zateplení stěn, střechy, podlahy a výměna výplní
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	Vytápění: OP _T -1 - Výměna zdroje tepla Příprava TV: OP _T -1 - Výměna zdroje tepla

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.					
Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO	NE	ANO	Byl prověřen alternativní zdroj v podobě instalace fotovoltaických panelů. Tato možnost je technické proveditelná a povede ke snížení spotřeby energie.
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodná varianta v podobě instalace kogenerační jednotky z důvodu ekonomické návratnosti a technické proveditelnosti.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodné napojení na soustavu zásobování teplem nebo chladem.
	Tepelná čerpadla	ANO	NE	ANO	Byl prověřen alternativní zdroj v podobě dvou tepelných čerpadel. Tato možnost je technické proveditelná a povede ke snížení spotřeby energie.

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ				
Popis souboru opatření	Navržená opatření: Technické systémy: 1) Návrh výměny zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch-voda. Na tyto tepelné zdroje by byl připojen i ohřev teplé vody. Obálka budovy: 2) Zateplení vnějších stěn EPS o tl. 160 mm. 3) Zateplení střechy EPS o průměrné tl. 300 mm. 4) Zateplení podlahy nad nevytápěným prostorem EPS o tl. 120 mm. 5) Zateplení podlahy přilehlé k zemině EPS tl. 160 mm. 6) Zateplení stěny k nevytápěnému prostoru EPS tl. 100 mm. 7) Výměna oken a dveří za nové plastové s izolačním trojsklem. Jako vhodné opatření ke snížení energetické náročnosti budovy doporučuji realizovat opatření č. 1-7. Realizace uvedených opatření povede k celkovému snížení spotřeby energie. Opatření jsou technicky dobře proveditelná. Návrh doporučených opatření v rámci průkazu energetické náročnosti budovy je upraven vyhl.264/2020 Sb.			
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m².rok	kWh/m².rok	kWh/m².rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocení budova	126,96	216,07	242,79	
	89.1	152	170	
Soubor navržených opatření	54,97	90,18	100,75	
	38.6	63.3	70.7	
Dosažená úspora energie	71,99	125,89	142,04	-
	50.5	88.3	99.7	

I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY

CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY			
Požadavek vyhlášky dle:	Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost	Splněno:	není stanoven

REFERENČNÍ BUDOVA				
Úroveň referenční budovy:	dokončená budova a její změna do 31.12.2021			
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztažná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m²	kWh/m².rok	%
	Z1 - Obytné prostory (obytná zóna)	609,7	93,6	3
	Z2 - Společná komunikace (obytná zóna)	92,0		3

PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X								
Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Příslušající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno

MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)								
X	---	---	---	---	---	---	---	---

MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)								
X	---	---	---	---	---	---	---	---

OBÁLKA BUDOVY					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b)					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m².K	Budova jako celek	0,70	0,41	NE

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)					
Celková dodaná energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	216,07	159,32	NE

NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	242,79	162,82	NE

J OSTATNÍ ÚDAJE

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	 DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	6.0.4
Klimatická data:	TNI 73 0331 = ČSN 73 0331-1	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis
Katalog úspor energie:	https://www.kataloguspor.cz

K ENERGETICKÝ SPECIALISTA

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:	Bc. Anna Balíková	Číslo oprávnění:	-
Telefon:	-	E-mail:	188295@vutbr.cz

URČENÁ OSOBA	
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>	
Jméno a příjmení:	-
Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>			
Evidenční číslo průkazu:	-	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	12.12.2020		
Platnost průkazu do:	12.12.2030		

C.2 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA I.

Bc. Anna Balíková
Zakázka číslo: -

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Bytový dům
Opavská 117
749 01, Vítkov
katastrální území Vítkov [782998]
parc. č. 1835/1



Energetický specialista

Bc. Anna Balíková
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

-

Datum vydání

12.12.2020

Verze dokumentu

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Opavská, 117
PSČ, místo: 749 01, Vítkov
K.ú., parcelní č.: Vítkov (782998), 1835/1
Typ budovy: Bytový dům
Celková energeticky vztažná plocha: 702 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavky pro změnu
dokončené budovy

jsou SPLNĚNY

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ zemní plyn: 65.5
■ elektřina: 2.2



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.24 W/(m ² ·K)	B
	Měrná potřeba tepla na vytápění	53.7 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	96.4 kWh/(m²·rok)	B
	Vytápění	73.6 kWh/(m ² ·rok)	B
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	0.04 kWh/(m ² ·rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	20.7 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	2.07 kWh/(m ² ·rok)	A

Energetický specialista: Bc. Anna Balíková
Osvědčení č.: -
Kontakt: 188295@vutbr.cz

Ev. č. průkazu: -
Vyhотовeno dne: 12.12.2020
Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Vítkov	Část obce:	
Ulice:	Opavská	Č.p / č. or. (č.ev.)	117
Katastrální území:	Vítkov (782998)	Převládající typ využití:	Bytový dům
Parcelní číslo pozemku:	1835/1	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

Stručný popis budovy:

Posuzovaným objektem je bytový dům, který se nachází v obci Vítkov. Dům je rozdělen do tří zón. První zónu tvoří obytné prostory, ve druhé zóně se nachází společné komunikace a třetí zónu tvoří nevytápěný suterén. Půdorys má obdélníkový tvar. Budova je podsklepená a má tři nadzemní podlaží. Objekt je zastřešen plochou střechou. Okna a dveře jsou plastová s izolačním trojsklem. Ve skladbě střechy se nachází tepelná izolace tl. 260 mm. Vnější stěny jsou ŽB panelů s tepelnou izolací tl. 120 mm a stěny k nevytápěnému prostoru jsou opatřeny tepelnou izolací tl. 120 mm. Skladba podlahy přilehlé k zemině je opatřena tepelnou izolací tl. 160 mm a stropu nad nevytápěným suterénem jsou s tepelnou izolací tl. 120 mm. Vytápění a ohřev teplé vody je zajištěno pomocí kondenzačního plynového kotle s nepřímotopným zásobníkem o celkovém objemu 710 l. Větrání je přirozené.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	2 071,3
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 159,6
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,56
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	701,7
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	16,9

VÝPOČTOVÉ ZÓNY						
Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.						
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztázná plocha m²
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Obytné prostory	(m) Bytový dům - obytné prostory	☒	☐	20	609,7
Z2	Společná komunikace	(m) Bytový dům - společné prostory, komunikace	☒	☐	16	92,0
NZ3	Suterén	-	☐	☐	-	-

B	CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE
----------	-------------------------------

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

PALIVA

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

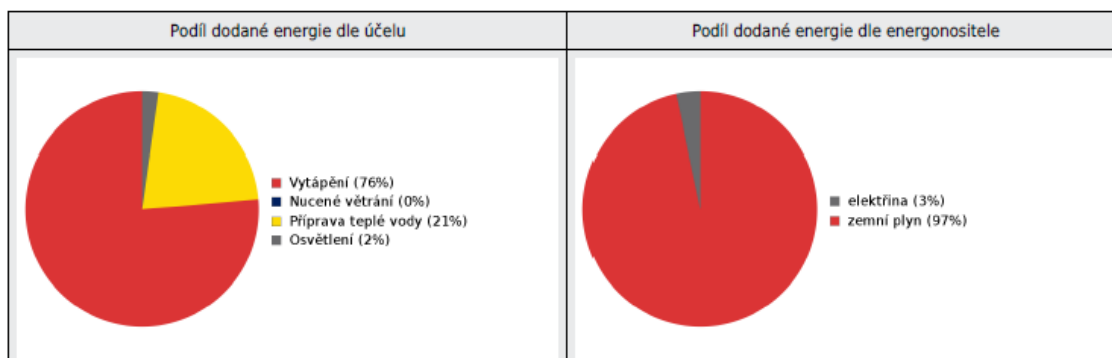
elektrina	0,3%	---	0,0%	---	0,7%	2,1%	---	3,2%
	0.22	---	0.03	---	0.49	1.45	---	2.19
zemní plyn	76,0%	---	---	---	20,8%	---	---	96,8%
	51.4	---	---	---	14.0	---	---	65.5

ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	76,3%	---	0,0%	---	21,5%	2,1%	---	100,0%
kWh/m²rok	73,6	---	0,0	---	20,7	2,1	---	96,4
MWh/rok	51.7	---	0.03	---	14.5	1.45	---	67.7



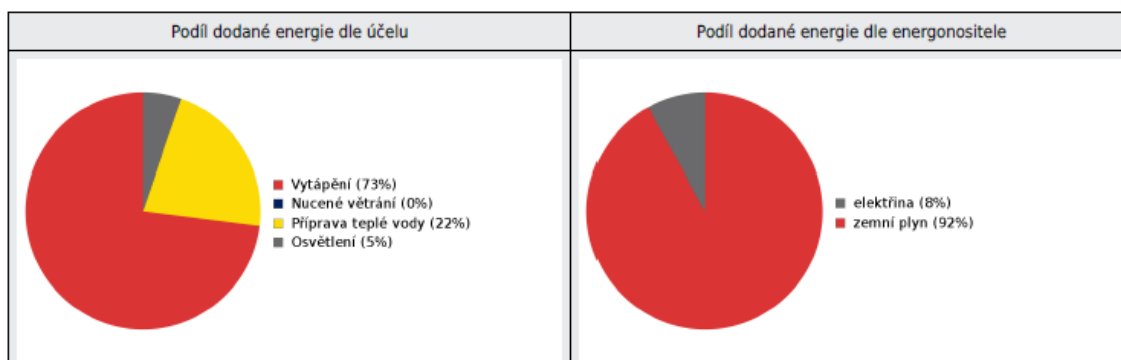
C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
		Dodaná energie v MWh/rok							

ENERGONOSITELE									
elektřina	2,6	0,8%	---	0,1%	---	1,8%	5,3%	---	8,0%
		0.56	---	0.07	---	1.27	3.78	---	5.68
zemní plyn	1,0	72,3%	---	---	---	19,7%	---	---	92,0%
		51.4	---	---	---	14.0	---	---	65.5

PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		73,1%	---	0,1%	---	21,5%	5,3%	---	100,0%
kWh/m²rok		74,1	---	0,1	---	21,8	5,4	---	101,4
MWh/rok		52.0	---	0.07	---	15.3	3.78	---	71.2

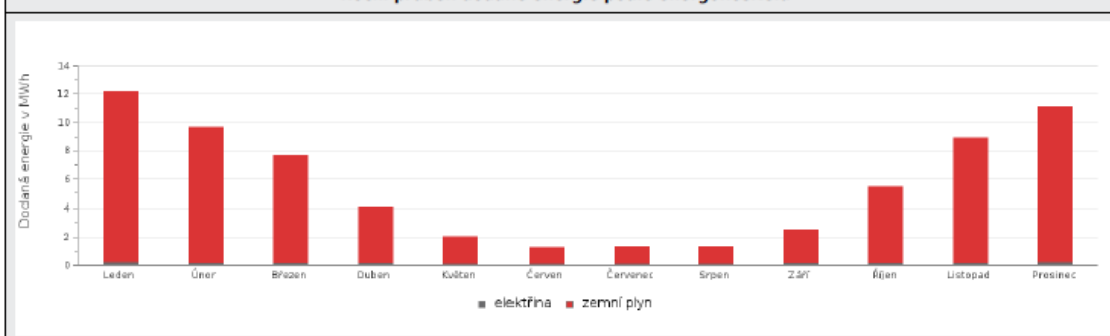


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOSONOSITELŮ

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	12.2	9.67	7.67	4.13	2.04	1.28	1.32	1.32	2.49	5.50	8.88	11.2
elektrina	0.25	0.21	0.20	0.17	0.15	0.12	0.12	0.13	0.17	0.19	0.22	0.25
zemní plyn	12.0	9.45	7.48	3.96	1.89	1.15	1.19	1.19	2.33	5.31	8.66	10.9

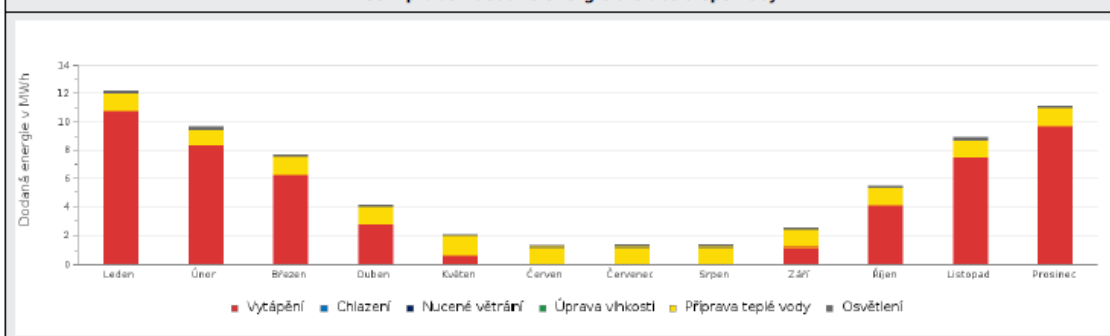
Roční průběh dodané energie podle energonositelů



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	12.2	9.67	7.67	4.13	2.04	1.28	1.32	1.32	2.49	5.50	8.88	11.2
Vytápění	10.8	8.40	6.31	2.83	0.72	0.00	0.00	0.00	1.19	4.14	7.53	9.75
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	1.23	1.11	1.23	1.19	1.23	1.19	1.23	1.23	1.19	1.23	1.19	1.23
Osvětlení	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.12	0.15	0.18

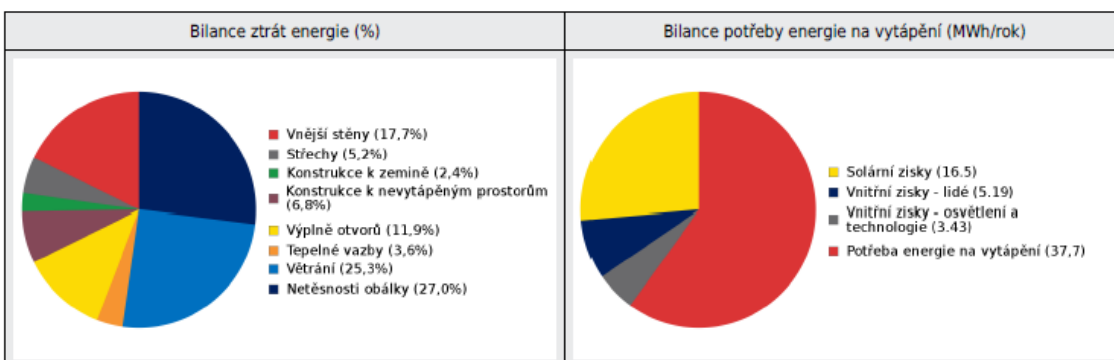
Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby



E	BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ
----------	-------------------------------

BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ					
Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.					
ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	27.1	Solární zisky	MWh/rok	16.5
Větrání		14.4	Vnitřní zisky - lidé		5.19
Netěsnosti obálky - infiltrace		15.4	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		3.43
Celkem		57.0	Celkem		25.1

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	37,7	kWh/m².rok	53,7
-----------------------------	---------	------	------------	------



BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ
Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.

F	OBÁLKA BUDOVY
----------	----------------------

Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.

Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
		Θ_i	---	A_j	Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
					U_j	$U_{R,i}$	$U_{R,j}$	
Ozn.	Název	°C	---	m²	W/m².K			

VNĚJŠÍ STĚNY				487,1				
---------------------	--	--	--	--------------	--	--	--	--

STN-9	Stěna k venkovnímu prostoru S (Z1)	20	EXT	138,5	0,208	0,30	0,30	69%
STN-10	Stěna k venkovnímu prostoru J (Z1)	20	EXT	106,2	0,208	0,30	0,30	69%
STN-11	Stěna k venkovnímu prostoru V (Z1)	20	EXT	140,0	0,208	0,30	0,30	69%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z1)	20	EXT	80,3	0,208	0,30	0,30	69%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z2)	16	EXT	22,1	0,208	0,40	0,40	52%

STŘECHY				199,8				
----------------	--	--	--	--------------	--	--	--	--

STR-3	Střecha plochá (Z1)	20	EXT	176,2	0,153	0,24	0,24	64%
STR-3	Střecha plochá (Z2)	16	EXT	20,3	0,153	0,32	0,32	48%
STR-4	Střecha plochá - vstup (Z2)	16	EXT	3,2	0,154	0,32	0,32	48%

PODLAHY NAD VENKOVNÍM PROSTOREM				0,0				
--	--	--	--	------------	--	--	--	--

-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
---	---	---	-----	---	---	---	---	---

KONSTRUKCE K ZEMINĚ				123,2				
----------------------------	--	--	--	--------------	--	--	--	--

PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	81,1	0,207	0,45	0,45	46%
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	31,0	0,207	0,60	0,60	35%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	6,6	0,223	0,45	0,45	50%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	4,6	0,223	0,60	0,60	37%

KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				250,4				
---	--	--	--	--------------	--	--	--	--

PDL-2	Podlaha 1NP (Z1-Z3)	20	NZ3	93,2	0,284	0,60	0,60	47%
-------	---------------------	----	-----	------	-------	------	------	-----

STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI (Z1-Z3)	20	NZ3	121,2	0,230	0,60	0,60	38%
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI (Z2-Z3)	16	NZ3	31,9	0,230	0,80	0,80	29%
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	16	NZ3	4,1	2,300	4,70	4,70	49%
KONSTRUKCE K SOUSEDNÍ BUDOVĚ / PROSTORU				0,0				
-	-	-	SOUS	-	-	-	-	-
VÝPLNĚ OTVORŮ				99,1				
VYP-13	Okna S (Z1)	20	EXT	15,8	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-14	Okna J (Z1)	20	EXT	13,5	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-15	Okna V (Z1)	20	EXT	14,4	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-16	Okna Z (Z1)	20	EXT	41,1	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-16	Okna Z (Z2)	16	EXT	7,2	0,700	2,00	2,00	35%
VYP-17	Dveře S (Z1)	20	EXT	2,1	0,900	1,70	1,70	53%
VYP-18	Dveře Z (Z2)	16	EXT	5,0	0,900	2,30	2,30	39%
LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ				0,0				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
TEPELNÉ VAZBY								
Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.								
Vliv tepelných vazeb ΔU _{tb}				---	0,020	---	0,020	100%

G TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY

VYTÁPĚNÍ									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj tepla ¹	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
		kW		MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí MWh/rok
K-1	Kondenzační plynový kotel	24	zemní plyn	51.4	94	---	Z1: 85% Z2: 85%	Z1: 88% Z2: 88%	100% 37.7

CHLAZENÍ								
Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy						
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce chladu	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na chlazení
		kW		MWh/rok	SEER _{C,gen,int}	$\eta_{C,dis,int}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m³/hod	m³/hod	MWh/rok	%	%	W.s/m³	%
VZT-1	VZT - odvodní	1 820	606,67	0.03	5	0	388	100,0

ÚPRAVA VLHKOSTI								
Ozn.	Zdroj systému úpravy vlhkosti	Účel	Palivo	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	Jmenovitý elektrický / tepelný příkon	odvlhčení	vlhčení	
				MWh/rok	kW	Průměrná sezónní účinnost odvlhčení	Průměrná sezónní účinnost vlhčení	Průměrná sezónní účinnost ZZV
						%	%	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody
		kW		MWh	%	---	%	m³/rok	% pokrytí MWh/rok
K-1	Kondenzační plynový kotel	24	zemní plyn	14,0	94	---	TVsys 1: 79,5	200,21	100,0 13,8

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
		---	m²	lux	Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
Z1 (L1)	Osvětlení obytných prostorů	LED - bez uvedení měrného výkonu	499,11	100	0,86	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Osvětlení společných prostor	LED - bez uvedení měrného výkonu	85,08	75	0,86	1,00	1,00	1,00
NZ3 (L1)	Osvětlení suterénu	LED - bez uvedení měrného výkonu	83,47	30	0,86	1,00	1,00	1,00

KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTŘINY A TEPLA								
Ozn.	Zdroj pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla	Kogenerační jednotka uvnitř budovy						
		Kogenerační jednotka mimo budovu - bilance dodávky pro hodnocenou budovu						
		Palivo	Spotřeba energie v palivu	Celkový elektrický výkon / sezónní účinnost	Celkový tepelný výkon / sezónní účinnost	Celková sezónní účinnost kogenerační jednotky	Výroba elektřiny / z toho pro neobn. prim. energii	Výroba tepla / z toho pro neobn. prim. energii
			MWh/rok	kW _e %	kW _t %	%	MWh/rok	MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-

SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM								
Ozn.	Solární termická soustava	Využití solární soustavy	Typ solárních termických kolektorů	Celková plocha apertury / počet ks	Objem solárního zásobníku	Celkový roční zisk soustavy	Celkový roční využitý zisk soustavy	Měrný využitý zisk k ploše apertury
				m²				
				ks				
-	-	-	-	-	-	-	-	-

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelné primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využito pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m²	kWp	litry	typ		
			ks	%		kWh	MWh/rok	MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-

H	DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE
----------	---

Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE		
V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.		
Úsporné opatření		Popis návrhu
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	Vytápění: OP _T -1 - Výměna zdroje tepla OP _T -2 - FVE Příprava TV: OP _T -1 - Výměna zdroje tepla OP _T -2 - FVE Osvětlení: OP _T -2 - FVE

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.					
Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO	ANO	ANO	Byl prověřen alternativní zdroj v podobě instalace fotovoltaických panelů a o celkové ploše 68,5 m². Tato možnost je technické proveditelná a povede ke snížení spotřeby energie.
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodná varianta v podobě instalace kogenerační jednotky z důvodu ekonomické návratnosti a technické proveditelnosti.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodné napojení na soustavu zásobování teplem nebo chladem.
	Tepelná čerpadla	ANO	NE	ANO	Byl prověřen alternativní zdroj v podobě dvou tepelných čerpadel. Tato možnost je technické proveditelná a povede ke snížení spotřeby energie avšak z hlediska ekonomické návratnosti se tato možnost prokázala ne příliš nevýhodná.

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ				
Popis souboru opatření	Navržená opatření: Technické systémy: 1) Návrh výměny zdroje tepla za dvě tepelná čerpadla vzduch/voda. Na tyto tepelné zdroje by byl připojen i ohřev teplé vody. 2) Byl prověřen alternativní zdroj v podobě fotovoltaických panelů o výkonu přibližně 10,3 kWp a ploše 68,5 m². Realizace uvedených opatření povede k celkovému snížení spotřeby energie. Opatření je technicky dobře proveditelné. Návrh doporučených opatření v rámci průkazu energetické náročnosti budovy je upraven vyhl.264/2020 Sb.			
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m².rok	kWh/m².rok	kWh/m².rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocení budova	66,99	96,44	101,42	
	47.0	67.7	71.2	
Soubor navržených opatření	66,99	92,39	56,85	
	47.0	64.8	39.9	
Dosažená úspora energie	0,00	4,05	44,57	-
	0.00	2.85	31.3	

I	PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY
----------	--

CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY			
Požadavek vyhlášky dle:	Požadavky pro změnu dokončené budovy §6 odst. 2) písm. a): §6 odst. 2) písm. b): §6 odst. 2) písm. c): §6 odst. 2) písm. d):	Splněno:	jsou SPLNĚNY ANO ANO ANO ANO

REFERENČNÍ BUDOVA				
Úroveň referenční budovy:	dokončená budova a její změna do 31.12.2021			
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztažná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m²	kWh/m².rok	%
	Z1 - Obytné prostory (obytná zóna)	609,7	91,4	3
	Z2 - Společná komunikace (obytná zóna)	92,0		3

PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
<i>V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X</i>								
Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Příléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno

MĚNĚNĚ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)								
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STR-3	Střecha plochá	20	EXT	0,153	0,160	ANO
		STN-9	Stěna k venkovnímu prostoru S	20	EXT	0,208	0,250	ANO
		STN-10	Stěna k venkovnímu prostoru J	20	EXT	0,208	0,250	ANO
		STN-11	Stěna k venkovnímu prostoru V	20	EXT	0,208	0,250	ANO
		STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z	20	EXT	0,208	0,250	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	VYP-13	Okna S	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-14	Okna J	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-15	Okna V	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-16	Okna Z	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-17	Dveře S	20	EXT	0,900	1,200	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině	20	ZEM	0,207	0,300	ANO
		STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině	20	ZEM	0,223	0,300	ANO
		PDL-2	Podlaha 1NP	20	Z3	0,284	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	20	Z3	0,230	0,400	ANO
		VYP-20	Dveře vnitřní	20	Z2	2,300	2,300	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STR-3	Střecha plochá	16	EXT	0,153	0,210	ANO
		STR-4	Střecha plochá - vstup	16	EXT	0,154	0,210	ANO
		STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z	16	EXT	0,208	0,330	ANO
		VYP-16	Okna Z	16	EXT	0,700	1,600	ANO
		VYP-18	Dveře Z	16	EXT	0,900	1,600	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině	16	ZEM	0,207	0,400	ANO
		STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině	16	ZEM	0,223	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	16	Z3	0,230	0,550	ANO
		VYP-20	Dveře vnitřní	16	Z1	2,300	2,300	ANO
		PDL-2	Podlaha 1NP	-	Z1	0,284	0,400	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	-	Z1	0,230	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	-	Z2	0,230	0,550	ANO

MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY						
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)</i>						
Sezónní účinnost zdroje tepla pro vytápění	% / ---	K 1	Kondenzační plynový kotel	98	80	ANO
Sezónní účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	% / ---	K 1	Kondenzační plynový kotel	98	80	ANO

OBÁLKA BUDOVY					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b)					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m².K	Budova jako celek	0,24	0,39	ANO

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)					
Celková dodaná energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	96,44	154,04	ANO

NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.a)					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	101,42	157,54	ANO

J OSTATNÍ ÚDAJE

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	 DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	6.0.4
Klimatická data:	TNI 73 0331 = ČSN 73 0331-1	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis
Katalog úspor energie:	https://www.kataloguspor.cz

K	ENERGETICKÝ SPECIALISTA
----------	--------------------------------

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:	Bc. Anna Balíková	Číslo oprávnění:	-
Telefon:	-	E-mail:	188295@vutbr.cz

URČENÁ OSOBA			
V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.			
Evidenční číslo průkazu:	-	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	12.12.2020		
Platnost průkazu do:	12.12.2030		

C.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA II.

Bc. Anna Balíková
Zakázka číslo: -

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Bytový dům
Opavská 117
749 01, Vítkov
katastrální území Vítkov [782998]
parc. č. 1835/1



Energetický specialista

Bc. Anna Balíková
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

-

Datum vydání

12.12.2020

Verze dokumentu

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Opavská, 117
PSČ, místo: 749 01, Vítkov
K.ú., parcelní č.: Vítkov (782998), 1835/1
Typ budovy: Bytový dům
Celková energeticky vztažná plocha: 702 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavky pro změnu
dokončené budovy

jsou **SPLNĚNY**

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ Energie okolního prostředí 47.6
■ elektřina: 15.7



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.22 W/(m ² ·K)	B
	Měrná potřeba tepla na vytápění	51.0 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	90.3 kWh/(m ² ·rok)	A
	Vytápění	67.8 kWh/(m ² ·rok)	B
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	0.04 kWh/(m ² ·rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	20.4 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	2.07 kWh/(m ² ·rok)	A

Energetický specialista: Bc. Anna Balíková
Osvědčení č.: -
Kontakt: 188295@vutbr.cz

Ev. č. průkazu: -
Vyhотовeno dne: 12.12.2020
Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Vítkov	Část obce:	
Ulice:	Opavská	Č.p / č. or. (č.ev.)	117
Katastrální území:	Vítkov (782998)	Převládající typ využití:	Bytový dům
Parcelní číslo pozemku:	1835/1	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

Stručný popis budovy:

Posuzovaným objektem je bytový dům, který se nachází v obci Vítkov. Dům je rozdělen do tří zón. První zónu tvoří obytné prostory, ve druhé zóně se nachází společné komunikace a třetí zónu tvoří nevytápěný suterén. Půdorys má obdélníkový tvar. Budova je podsklepená a má tři nadzemní podlaží. Objekt je zastřešen plochou střechou. Okna a dveře jsou plastová s izolačním trojsklem. Ve skladbě střechy se nachází tepelná izolace tl. 300 mm. Vnější stěny jsou ŽB panelů s tepelnou izolací tl. 160 mm a stěny k nevytápěnému prostoru jsou opatřeny tepelnou izolací tl. 100 mm. Skladba podlahy přilehlé k zemině je opatřena tepelnou izolací tl. 160 mm a stropu nad nevytápěným suterénem jsou s tepelnou izolací tl. 120 mm. Vytápění je zajištěno pomocí dvou tepelných čerpadel vzduch/voda. Ohřev teplé vody je zajištěn kombinací dvou tepelných čerpadel vzduch/voda a elektrickým ohřevem. Větrání je přirozené. Dáje jsou zde instalovány FVE panely o přibližné ploše 68,5 m².

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	2 071,3
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 159,6
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,56
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	701,7
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	16,9

VÝPOČTOVÉ ZÓNY						
Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.						
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění	Energ. vztahná plocha
			Vytápění	Chlazení	°C	m²
Z1	Obytné prostory	(m) Bytový dům - obytné prostory	☒	☐	20	609,7
Z2	Společná komunikace	(m) Bytový dům - společné prostory, komunikace	☒	☐	16	92,0
NZ3	Suterén	-	☐	☐	-	-

B	CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE
----------	-------------------------------

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinnosti technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

PALIVA

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

elektrina	18,7%	---	0,0%	---	4,7%	1,4%	---	24,8%
	11.9	---	0.01	---	2.96	0.89	---	15.7

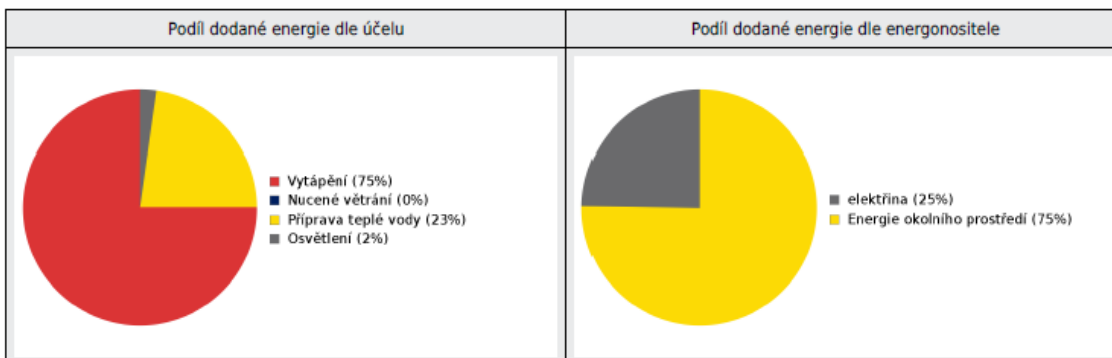
ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

Energie okolního prostředí	56,3%	---	0,0%	---	17,9%	0,9%	---	75,2%
	35.7	---	0.01	---	11.4	0.56	---	47.6

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	75,0%	---	0,0%	---	22,6%	2,3%	---	100,0%
kWh/m²rok	67,8	---	0,0	---	20,4	2,1	---	90,3
MWh/rok	47.6	---	0.03	---	14.3	1.45	---	63.4

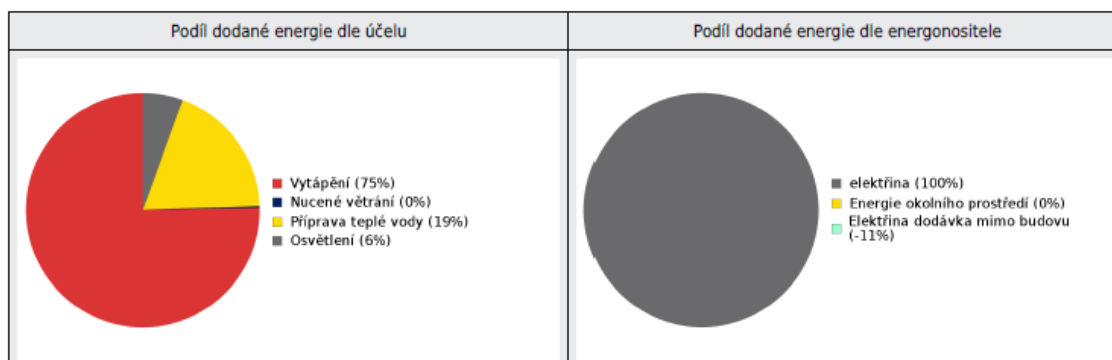


C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
		Dodaná energie v MWh/rok							

ENERGONOSITELE									
elektrina	2,6	75,4%	----	0,1%	----	18,8%	5,7%	----	100,0%
		30.8	----	0.04	----	7.71	2.32	----	40.9
Energie okolního prostředí	0,0	----	----	----	----	----	----	----	----
		----	----	----	----	----	----	----	----
Slunce, energie prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0	----	----	----	----	----	----	----	----
		----	----	----	----	----	----	----	----
Elektrina dodávka mimo budovu	-2,6	----	----	----	----	----	----	-11,1%	-11,1%
		----	----	----	----	----	----	-4,53	-4,53
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		75,4%	----	0,1%	----	18,8%	5,7%	-11,1%	88,9%
kWh/m²rok		43,9	----	0,1	----	11,0	3,3	-6,5	51,8
MWh/rok		30.8	----	0.04	----	7.71	2.32	-4,53	36.4

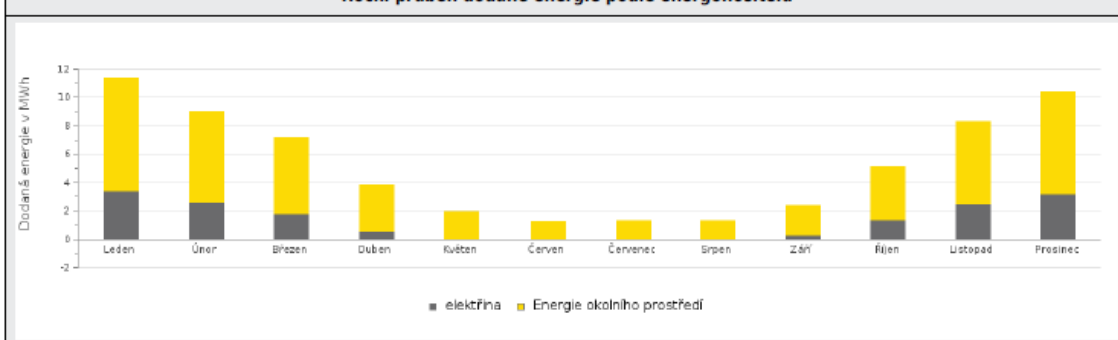


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOSONOSITELŮ

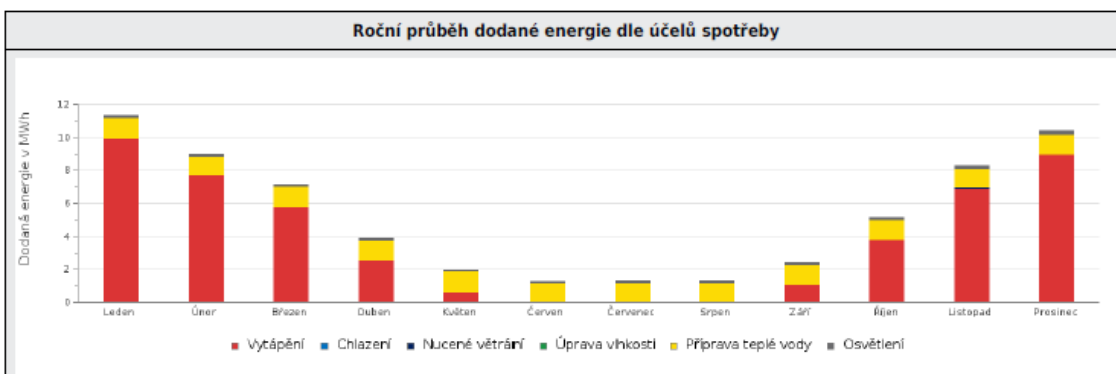
	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	11.4	8.99	7.14	3.85	1.97	1.26	1.30	1.31	2.38	5.15	8.28	10.4
elektrina	3.43	2.59	1.81	0.54	0	0	0	0	0.31	1.36	2.49	3.20
Energie okolního prostředí	7.92	6.40	5.33	3.31	1.97	1.26	1.30	1.31	2.07	3.79	5.79	7.19

Roční průběh dodané energie podle energonositelů



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	11.4	8.99	7.14	3.85	1.97	1.26	1.30	1.31	2.38	5.15	8.28	10.4
Vytápění	9.95	7.74	5.80	2.57	0.66	0.00	0.00	0.00	1.10	3.80	6.95	8.99
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	1.22	1.10	1.22	1.18	1.22	1.18	1.22	1.22	1.18	1.22	1.18	1.22
Osvětlení	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.12	0.15	0.18



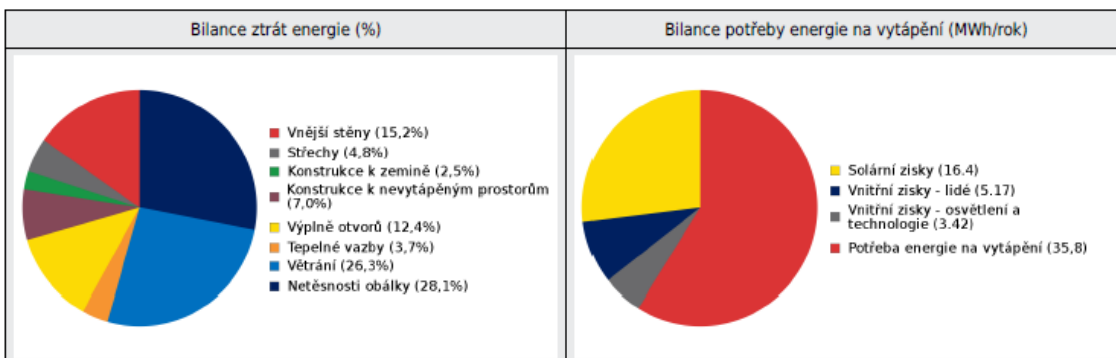
E BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ

BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ

Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.

ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	25.0	Solární zisky	MWh/rok	16.4
Větrání		14.4	Vnitřní zisky - lidé		5.17
Netěsnosti obálky - infiltrace		15.4	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		3.42
Celkem		54.8	Celkem		25.0

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	35,8	kWh/m².rok	51,0
-----------------------------	---------	------	------------	------



BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ

Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.

F	OBÁLKA BUDOVY
----------	----------------------

Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budovy (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.

Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
					Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
		Θ _i	---	A _i	U _i	U _{N,i}	U _{R,i}	
Ozn.	Název	°C	---	m²	W/m².K			

VNĚJŠÍ STĚNY					487,1			
---------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--

STN-9	Stěna k venkovnímu prostoru S (Z1)	20	EXT	138,5	0,172	0,30	0,30	57%
STN-10	Stěna k venkovnímu prostoru J (Z1)	20	EXT	106,2	0,172	0,30	0,30	57%
STN-11	Stěna k venkovnímu prostoru V (Z1)	20	EXT	140,0	0,172	0,30	0,30	57%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z1)	20	EXT	80,3	0,172	0,30	0,30	57%
STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z (Z2)	16	EXT	22,1	0,172	0,40	0,40	43%

STŘECHY					199,8			
----------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--

STR-3	Střecha plochá (Z1)	20	EXT	176,2	0,136	0,24	0,24	57%
STR-3	Střecha plochá (Z2)	16	EXT	20,3	0,136	0,32	0,32	43%
STR-4	Střecha plochá - vstup (Z2)	16	EXT	3,2	0,136	0,32	0,32	43%

PODLAHY NAD VENKOVNÍM PROSTOREM					0,0			
--	--	--	--	--	------------	--	--	--

-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
---	---	---	-----	---	---	---	---	---

KONSTRUKCE K ZEMINĚ					123,2			
----------------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--

PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	81,1	0,207	0,45	0,45	46%
PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	31,0	0,207	0,60	0,60	35%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z1)	20	ZEM	6,6	0,185	0,45	0,45	41%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině (Z2)	16	ZEM	4,6	0,185	0,60	0,60	31%

KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM					250,4			
---	--	--	--	--	--------------	--	--	--

PDL-2	Podlaha 1NP (Z1-Z3)	20	NZ3	93,2	0,284	0,60	0,60	47%
-------	---------------------	----	-----	------	-------	------	------	-----

STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI (Z1-Z3)	20	NZ3	121,2	0,230	0,60	0,60	38%
STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI (Z2-Z3)	16	NZ3	31,9	0,230	0,80	0,80	29%
VYP-20	Dveře vnitřní (Z2-Z3)	16	NZ3	4,1	2,300	4,70	4,70	49%

KONSTRUKCE K SOUSEDNÍ BUDOVÉ / PROSTORU				0,0				
-	-	-	SOUS	-	-	-	-	-

VÝPLNĚ OTVORŮ				99,1				
VYP-13	Okna S (Z1)	20	EXT	15,8	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-14	Okna J (Z1)	20	EXT	13,5	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-15	Okna V (Z1)	20	EXT	14,4	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-16	Okna Z (Z1)	20	EXT	41,1	0,700	1,50	1,50	47%
VYP-16	Okna Z (Z2)	16	EXT	7,2	0,700	2,00	2,00	35%
VYP-17	Dveře S (Z1)	20	EXT	2,1	0,900	1,70	1,70	53%
VYP-18	Dveře Z (Z2)	16	EXT	5,0	0,900	2,30	2,30	39%

LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ				0,0				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-

TEPELNÉ VAZBY								
Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.								
Vliv tepelných vazeb ΔU _{tb}				---	0,020	---	0,020	100%

G	TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY
----------	---------------------------------

VYTÁPĚNÍ									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj tepla ¹	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
		kW		MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí MWh/rok
TČ-1	Tepelné čerpadlo 1	11,50	elektřina	6.62	---	3,53	Z1: 87% Z2: 87%	Z1: 88% Z2: 88%	50% 17.9
TČ-2	Tepelné čerpadlo 2	11,50	elektřina	6.62	---	3,53	Z1: 87% Z2: 87%	Z1: 88% Z2: 88%	50% 17.9

CHLAZENÍ								
Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy						
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce chladu	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na chlazení
		kW		MWh/rok	SEER _{C,gen,int}	$\eta_{C,distrib}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m³/hod	m³/hod	MWh/rok	%	%	W.s/m³	%
VZT-1	VZT - odvodní	1 820	606,67	0.03	5	0	388	100,0

ÚPRAVA VLHKOSTI								
Ozn.	Zdroj systému úpravy vlhkosti	Účel	Palivo	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	Jmenovitý elektrický / tepelný příkon	odvlhčení	vlhčení	
				MWh/rok	kW	Průměrná sezónní účinnost odvlhčení	Průměrná sezónní účinnost vlhčení	Průměrná sezónní účinnost ZZV
						%	%	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY														
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.														
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy												
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody					
					kW	MWh				%	---	%	m³/rok	% pokrytí
														MWh/rok
TČ-1	Tepelné čerpadlo 1	11,50	elektřina	2.01	---	3,09	TVsys 1: 79,5	90,09	45,0					
									6.19					
TČ-2	Tepelné čerpadlo 2	11,50	elektřina	2.01	---	3,09	TVsys 1: 79,5	90,09	45,0					
									6.19					
K-3	Elektrický zásobníkový ohříváč TV	6	elektřina	1.46	94	---	TVsys 1: 79,5	20,02	10,0					
									1.38					

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		---	m²	lux	---	---	---	---
Z1 (L1)	Osvětlení obytných prostorů	LED - bez uvedení měrného výkonu	499,11	100	0,86	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Osvětlení společných prostor	LED - bez uvedení měrného výkonu	85,08	75	0,86	1,00	1,00	1,00
NZ3 (L1)	Osvětlení suterénu	LED - bez uvedení měrného výkonu	83,47	30	0,86	1,00	1,00	1,00

KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTRINY A TEPLA								
Ozn.	Zdroj pro kombinovanou výrobu elektriny a tepla	Kogenerační jednotka uvnitř budovy						
		Kogenerační jednotka mimo budovu - bilance dodávky pro hodnocenou budovu						
		Palivo	Spotřeba energie v palivu	Celkový elektrický výkon / sezónní účinnost	Celkový tepelný výkon / sezónní účinnost	Celková sezónní účinnost kogenerační jednotky	Výroba elektriny / z toho pro neobn. prim. energii	Výroba tepla / z toho pro neobn. prim. energii
				MWh/rok	kW _e %			
-	-	-	-	-	-	-	-	-

SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM								
Ozn.	Solární termická soustava	Využití solární soustavy	Typ solárních termických kolektorů	Celková plocha apertury / počet ks	Objem solárního zásobníku	Celkový roční zisk soustavy	Celkový roční využitý zisk soustavy	Měrný využitý zisk k ploše apertury
				m²				
				ks				
-	-	-	-	-	-	-	-	-

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektriny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelné primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využití pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m²	kWp	litry	typ		
			ks	%		kWh	MWh/rok	MWh/rok
FVE 1	FVE	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	68,5	10,28	-	-	7,545	7,545
			-	-		-		

H	DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE
----------	---

Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úspěšná opatření se navzájem ovlivňují).

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE		
V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.		
Úspěšná opatření		Popis návrhu
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.					
Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energii z OZE	ANO	ANO	ANO	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE je již v objektu instalován v podobě FVE panelů o přibližném výkonu přibližně 10,3 kWp a o celkové ploše 68,5 m².
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodná varianta v podobně instalace kogenerační jednotky z důvodu ekonomické návratnosti a technické proveditelnosti.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodné napojení na soustavu zásobování teplem nebo chladem.
	Tepelná čerpadla	ANO	NE	ANO	Tepelná čerpadla jsou již v objektu instalována. Jedná se o systém dvou tepelných čerpadel vzduch/voda o celkovém výkonu 23 kW.

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ				
Popis souboru opatření				
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m².rok	kWh/m².rok	kWh/m².rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocení budova	64,20	90,32	51,83	
	45.1	63.4	36.4	
Soubor navržených opatření	64,20	90,32	51,83	
	45.1	63.4	36.4	
Dosažená úspora energie	0,00	0,00	0,00	-
	0.00	0.00	0.00	

I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
Požadavek vyhlášky dle:	Požadavky pro změnu dokončené budovy §6 odst. 2) písm. a): §6 odst. 2) písm. b): §6 odst. 2) písm. c): §6 odst. 2) písm. d):				Splněno:	jsou SPLNĚNY ANO ANO ANO ANO		
REFERENČNÍ BUDOVA								
Úroveň referenční budovy:	dokončená budova a její změna do 31.12.2021							
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny		Energetická vztažná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení			
			m²	kWh/m².rok	%			
	Z1 - Obytné prostory (obytná zóna)		609,7	91,3	3			
	Z2 - Společná komunikace (obytná zóna)		92,0		3			
PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X								
Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno

MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)								
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STR-3	Střecha plochá	20	EXT	0,136	0,160	ANO
		STN-9	Stěna k venkovnímu prostoru S	20	EXT	0,172	0,250	ANO
		STN-10	Stěna k venkovnímu prostoru J	20	EXT	0,172	0,250	ANO
		STN-11	Stěna k venkovnímu prostoru V	20	EXT	0,172	0,250	ANO
		STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z	20	EXT	0,172	0,250	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	VYP-13	Okna S	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-14	Okna J	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-15	Okna V	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-16	Okna Z	20	EXT	0,700	1,200	ANO
		VYP-17	Dveře S	20	EXT	0,900	1,200	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině	20	ZEM	0,207	0,300	ANO
		STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině	20	ZEM	0,185	0,300	ANO
		PDL-2	Podlaha 1NP	20	Z3	0,284	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	20	Z3	0,230	0,400	ANO
		VYP-20	Dveře vnitřní	20	Z2	2,300	2,300	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STR-3	Střecha plochá	16	EXT	0,136	0,210	ANO
		STR-4	Střecha plochá - vstup	16	EXT	0,136	0,210	ANO
		STN-12	Stěna k venkovnímu prostoru Z	16	EXT	0,172	0,330	ANO
		VYP-16	Okna Z	16	EXT	0,700	1,600	ANO
		VYP-18	Dveře Z	16	EXT	0,900	1,600	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	PDL(z)-1	Podlaha přilehlá k zemině	16	ZEM	0,207	0,400	ANO
		STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině	16	ZEM	0,185	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	16	Z3	0,230	0,550	ANO
		VYP-20	Dveře vnitřní	16	Z1	2,300	2,300	ANO
		PDL-2	Podlaha 1NP	-	Z1	0,284	0,400	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m².K	STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	-	Z1	0,230	0,400	ANO
		STN-7	Stěna vnitřní 300 mm +TI	-	Z2	0,230	0,550	ANO

MĚNĚNĚ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY						
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)						
Sezónní účinnost zdroje tepla pro vytápění	% / ---	TČ 1	Tepelné čerpadlo 1	4,01	3,00	ANO
		TČ 2	Tepelné čerpadlo 2	4,01	3,00	ANO
Sezónní účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	% / ---	TČ 1	Tepelné čerpadlo 1	4,01	3,00	ANO
		TČ 2	Tepelné čerpadlo 2	4,01	3,00	ANO
		K 3	Elektrický zásobníkový ohřivač TV	94	80	ANO

OBÁLKA BUDOVY					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b)					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m².K	Budova jako celek	0,22	0,39	ANO

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)					
Celková dodaná energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	90,32	155,12	ANO

NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.a)					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	51,83	160,57	ANO

J OSTATNÍ ÚDAJE

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	 DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	6.0.4
Klimatická data:	TNI 73 0331 = ČSN 73 0331-1	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY	
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.	

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis
Katalog úspor energie:	https://www.kataloguspor.cz

K	ENERGETICKÝ SPECIALISTA
----------	--------------------------------

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:	Bc. Anna Balíková	Číslo oprávnění:	-
Telefon:	-	E-mail:	188295@vutbr.cz

URČENÁ OSOBA			
V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.			
Evidenční číslo průkazu:	-	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	12.12.2020		
Platnost průkazu do:	12.12.2030		

ZÁVĚR

Na základě stanovených cílů diplomových byl úspěšně realizován vhodný návrh renovace panelového bytového domu s ohledem na energetickou náročnost. Teoretická část práce rozebírá současné možnosti v oblastech tepenných čerpadel, jejich princip, druhy, provoz a regulace.

Ve výpočtové části jsou zpracovány kompletní návrhy opatření jednotlivých variant. V první variantě bylo docíleno klasifikační třídy C zateplením obálky a výměnou výplní a tím byl splněn průměrný součinitel prostupu tepla budovy. Dále byla navržena výměna osvětlení za LED svítidla a výměna stávajícího plynového kotle za kondenzační plynový kotel s vyšší účinností. Díky realizovaným opatřením došlo ke snížení celkové dodané energie a splnění požadavků vyhlášky na větší změnu dokončené stavby.

Ve druhé variantě bylo zvoleno kvalitnější zateplení obálky budovy. Dále byla realizována výměna osvětlení za LED svítidla a výměna zdroje tepla za nízkopotenciální zdroj tepla, a to dvě tepelná čerpadla. Důležitějším důvodem zateplení obálky bytového domu kromě snížení potřeby energií, je také snaha o snížení investice do tepelného čerpadla a snížení ceny vytápění. Tepelné čerpadlo nezatepleného bytového domu by muselo disponovat mnohem vyšším výkonem. I když jsou náklady na zateplení vyšší, než by bylo navýšení ceny za výkonnější tepelné čerpadlo, zateplený dům spotřebuje méně energie a náklady na zateplení se budou postupně vracet. Vzhledem ke skutečnosti, že pro zdroj vytápění, příprava teplé vody a osvětlení je zdroj elektrická energie, jsou zde navrženy fotovoltaické panely, které pokryjí cca 43 % celkové spotřeby.

Poslední část diplomové práce se skládá z průkazů energetické náročnosti bytového domu – výchozí stav, varianta I. a varianta II a výkresová dokumentace. Diplomová práce byla zpracována v souladu dle současných platných norem a předpisů.

POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy směrnice

ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro tech-nickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data

Zákon č. 103/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

Zákon č. 3/2020 Sb.

Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 194/2007 Sb.

Elektronické zdroje a literatura

- [1] Tepelná čerpadla I – princip a historie užitečného vynálezu – iClima. iClima – Informace + Inovace = Intelligence [online]. Copyright © 2015 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://iclima.cz/tepelna-cerpadla-princip-historie-uzitecneho-vynalezu/>
- [2] Představujeme tepelná čerpadla, 1. díl: Pohled do historie, aneb jak to vše vzniklo – Archiv | Svět bydlení. Svět bydlení | Pozvěte si domů nové nápady [online]. Copyright © Raiffeisen stavební spořitelna a.s. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.svet-bydleni.cz/predstavujeme-tepelna-cerpadla-1-dil-pohled-do-historie-aneb-jak-to-vse-vzniklo>
- [3] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. Brno: ERA, 2005. 21. století. ISBN 80-7366-031-8.
- [4] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [5] Tepelná čerpadla – Topení topenáři. Topení – Topení topenáři [online]. Copyright © 2018 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/>

- [6] Jak funguje tepelné čerpadlo? Vyplatí se? | Zdravé bydlení. Zdravé bydlení | Bez plísní a alergií [online]. Copyright © 2015 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <http://www.zdrave-bydleni.com/jak-funguje-tepelne-cerpadlo-vyplati-se/>
- [7] Čína vlastní výměník tepla voda-vzduch přinutil výrobce, dodavatele – přímý velkoobchod – BETA. Čína pájený deskový výměník tepla, deskový výměník tepla, vodovodní armatury Výrobci, dodavatelé, továrna – BETA [online]. Copyright © Linan Beta Mechanical [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: [http://cz.warmetauscher.com/shell-and-tube-heat-exchanger/water-to-air-heat-exchanger-forced-air.html](http://cz.warmetauscher.com/shell-and-tube-heat-exchanger/water-to-air-heat-exchanger/water-to-air-heat-exchanger-forced-air.html)
- [8] Solární panely – ifTECH s.r.o. Solární panely, konstrukce pro solární elektrárny, měniče, fotovoltaika – ifTECH s.r.o. [online]. Copyright © 2021 ifTECH s.r.o. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/12-solarni-panely>
- [9] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [10] Regulus Eshop – tepelná čerpadla, rekuperace a solární systémy [online]. Dostupné z: <https://www.reguluseshop.cz/regulus-nerezovy-deskovy-vymenik-tepla-dv285-10e-izolovany-9552/19030/produkt>
- [11] Tepelné čerpadlo vzduch-voda | GEOTHERM Slovakia s.r.o. GEOTHERM Slovakia s.r.o. - vykurovanie, vetranie a chladenie [online]. Copyright © 2020 GEOTHERM [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.geotherm.sk/tepelne-cerpadlo-vzduch-voda/>
- [12] ŽERAVÍK, Antonín. *Stavíme tepelné čerpadlo: [návratnost i za jeden rok]*. Přerov: Antonín Žeravík, 2003. ISBN 80-239-0275-X.
- [13] Tepelné čerpadlo. [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/93/02.html>
- [14] Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. TZB – info [online]. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [15] PETRÁŠ, Dušan. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. Bratislava: Jaga, 2008. Vytápění. ISBN 978-80-8076-069-4.
- [16] Druhy tepelných čerpadel – Tepelná čerpadla IVT. Tepelná čerpadla IVT – švédská kvalita pro vaše pohodlí [online]. Copyright © 2003 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>

- [17] Co je to tepelné čerpadlo – základní části, druhy. TZB – *info* [online]. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12629-co-je-to-tepelne-cerpadlo-zakladni-casti-druhy>
- [18] Využívání a provozování tepelných čerpadel v nízkoenergetických domech. TZB – *info* [online]. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12211-vyuzivani-a-provozovani-tepelnych-cerpadel-v-nizkoenergetickych-domech>
- [19] Bivalentní zapojení tepelného čerpadla s dotopovým kotlem – PROTC. PROTC – Technická databáze pro projektanty [online]. Copyright © Copyright GT Energy s.r.o. 2019 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/bivalentni-zapojeni-tepelneho-cerpadla-s-dotopovym-kotlem>
- [20] Chladiva používaná v tepelných čerpadlech. TZB – *info* [online]. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12647-chladiva-pouzivana-v-tepelnych-cerpadlech>
- [21] Postup při návrhu tepelných čerpadel. TZB – *info* [online]. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12401-postup-pri-navrhu-tepelnych-cerpadel>
- [22] Jak vybrat vhodnou žárovku? | Svět svítidel. Svítidla a osvětlení – Svět svítidel [online]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/clanky-jak-vybrat-vhodnou-zarovku/>
- [23] Luna Duo-tec E – BAXI. Plynové kotle BAXI – BAXI [online]. Copyright © 2021 [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.baxi.cz/kondenzacni-plynove-kotle/luna-duo-tec-e/>
- [24] 400 Bad Request. Německá tepelná čerpadla | alpha-innotec.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alpha-innotec.cz/katalog-tepelnych-cerpadel/vzduch-voda/alira-lwav/#lwav-122r3-wr-2-1-1-3>
- [25] 400 Bad Request. Ohřívače a zásobníky teplé vody, bojler DZ Dražice – Ohřívače a zásobníky teplé vody Dražice [online]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp#ke-stazeni>
- [26] 400 Bad Request. Ohřívače a zásobníky teplé vody, bojler DZ Dražice – Ohřívače a zásobníky teplé vody Dražice [online]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/akumulacni-nadrze/bez-pripravy-tuv#ke-stazeni>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

R	tepelný odpor [$\text{m}^2\text{K/W}$]
d	tloušťka vrstvy konstrukce [m]
λ	součinitel tepelné vodivosti [-]
R_T	tepelný odpor celé konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
R_{si}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
R_{se}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K/W}$]
U	součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
U_w	součinitel prostupu tepla oknem [$\text{W/m}^2\text{K}$]
$U_{N,20}$	požadovaný součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
$U_{rec,20}$	doporučený součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
H_T	tepelná ztráta prostupem [W/K]
H_V	tepelná ztráta větráním [W/K]
A	obecná plocha [m^2]
ΔU	korekční součinitel zahrnující tepelné vazby konstrukcí [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Q_{2p}	potřeba tepla odebraného z ohřívače během 1 periody [kWh]
Q_{2t}	teoretické teplo odebrané z ohřívače v době periody [kWh]
Q_{2z}	teplo ztracené při ohřevu a distribuci v době periody [kWh]
V	objem zásobníku [l]
Q_{in}	tepelný výkon zdroje tepla pro ohřev vody [kW]
A	teplosměnná plocha výměníku [m^2]
Q_{max}	maximální rozdíl tepla [kWh]
Q_{VT}	potřeba tepla pro vytápění [kW]
Q_{VZT}	potřeba tepla pro provoz vzduchotechniky [kW]
Q_{TV}	potřeba tepla pro ohřev teplé vody [kW]

Q_{TECH}	technologický ohřev [kW]
COP	topný faktor
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
TV	teplá voda
TUV	teplá užitková voda
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
STN	stěna obvodová/vnitřní
STN(z)	stěna obvodová/vnitřní ve styku se zeminou
STR	střešní konstrukce
PLD	stropní konstrukce
PLD(z)	stropní konstrukce ve styku se zeminou
VYP	výplně otvorů
ETICS	vnější kontaktní zateplovací systém
FV	fotovoltaika
LED	Light-Emitting Diode
ADO	ruční zapínání a automatické vypínání umělého osvětlení
EPS	expandovaný pěnový polystyren
TČ	tepelné čerpadlo
NPV	čistá současná hodnota projektu
IRR	vnitřní výnosové procento

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek A.1 Princip tepelného čerpadla [6]	13
Obrázek A.2 Lamelový výměník [7]	14
Obrázek A.3 Kompresor [8]	15
Obrázek A.4 Deskový výměník izolovaný [10]	15
Obrázek A.5 Termostatický expanzní ventil [13]	16
Obrázek A.6 Znázornění teoretického pracovního cyklu TČ v T-s diagramu [12]	17
Obrázek A.7 Rozdělení chladiv podle chemického složení do skupin [12]	18
Obrázek A.8 Tepelné čerpadlo země/voda se zemským plošným kolektorem [11]	19
Obrázek A.9 Tepelné čerpadlo země/voda s hlubinným zemským kolektorem [11]	19
Obrázek A.10 Tepelné čerpadlo vzduch/voda [11]	20
Obrázek A.11 Tepelné čerpadlo voda/ voda – studna [11]	21
Obrázek A.12 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch [11]	22
Obrázek A.13 Monovalentní provoz [21]	23
Obrázek A.14 Příklad výkonu tepelného čerpadla vzduch/voda [19]	24
Obrázek A.15 Alternativně bivalentní provoz [21]	24
Obrázek A.16 Paralelně bivalentní provoz [21]	25
Obrázek A.17 Částečně paralelně bivalentní [21]	25
Obrázek A.18 Emise produkované při dodávce energie 90 GJ [13]	26
Obrázek A.19 Náklady na pořízení zdroje tepla včetně ohřevu TUV (dům se ztrátou 7,5 kW) [13]	27
Obrázek A.20 Průměrné náklady na energie v domku se čtyřčlennou rodinou [13]	28
Obrázek B.1 Rozdělení do zón – půdorys 1PP	31
Obrázek B.2 Rozdělení do zón – půdorys 1NP – 3NP	32
Obrázek B.3 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – výchozí stav	36
Obrázek B.4 Odběrový diagram	39
Obrázek B.5 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – varianta I.	52
Obrázek B.6 Kondenzační plynový kotel [23]	53
Obrázek B.7 Technický list kondenzačního plynového kotle LUNA Duo-tec E [23] .	54
Obrázek B.8 Technický list kondenzačního plynového kotle LUNA Duo-tec E – pokračování [23]	55
Obrázek B.9 Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic	63
Obrázek B.10 Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy – varianta II.	67

Obrázek B.11 Tepelné čerpadlo vzduch/voda [24]	68
Obrázek B.12 Technický list tepelného čerpadla [24]	69
Obrázek B.13 Technický list tepelného čerpadla – pokračování [24].....	70
Obrázek B.14 Technické parametry akumulční nádrže [26].....	71
Obrázek B.15 Parametry zásobníku teplé vody [25]	72
Obrázek B.16 Tabulka použití těles TPK v ohřivačích [25]	73
Obrázek B.18 Technické parametry FV panelu [8].....	73
Obrázek B.19 Technické parametry FV panelu – pokračování [8]	74
Obrázek B.20 Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic	82

Tabulky

Tabulka B.1 Rozměrové charakteristiky objektu.....	30
Tabulka B.2 Polohopisné a klimatické návrhové podmínky	31
Tabulka B.3 Rozdělní objektu do zón.....	32
Tabulka B.4 Součinitel prostupu tepla podlahy přilehlé k zemině	33
Tabulka B.5 Součinitel prostupu tepla podlahy 1NP	33
Tabulka B.6 Součinitel prostupu tepla střechy	33
Tabulka B.7 Součinitel prostupu tepla střechy – vstup	33
Tabulka B.8 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 300 mm.....	34
Tabulka B.9 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 100 mm.....	34
Tabulka B.10 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině	34
Tabulka B.11 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru.....	34
Tabulka B.12 Součinitele prostupu tepla oken a dveří.....	34
Tabulka B.13 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou	35
Tabulka B.14 Průběh odběru TV	38
Tabulka B.16 Ceny energií	46
Tabulka B.17 Náklady bytového domu – výchozí stav.....	46
Tabulka B.18 Součinitel prostupu tepla podlahy přilehlé k zemině.....	48
Tabulka B.19 Součinitel prostupu tepla podlahy 1NP	48
Tabulka B.20 Součinitel prostupu tepla střechy ploché.....	48
Tabulka B.21 Součinitel prostupu tepla střechy ploché – vstup.....	48
Tabulka B.22 Součinitel prostupu tepla vnitřní stěny 300 mm.....	49
Tabulka B.23 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 100 mm.....	49
Tabulka B.24 Součinitel prostupu tepla stěny vnitřní 300 mm +TI	49
Tabulka B.25 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině	49
Tabulka B.26 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru.....	50
Tabulka B.27 Součinitele prostupu tepla oken a dveří.....	50

Tabulka B.28 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou	51
Tabulka B.29 Hodnoty světelného výkonu odpovídají různým světelným zdrojům [22].....	56
Tabulka B.30 Ceny energií	61
Tabulka B.31 Výpočet roční úspory po opatření.....	61
Tabulka B.32 Náklady na zateplení obálky budovy	62
Tabulka B.33 Náklady na výměnu technické zařízení budovy	62
Tabulka B.34 Celkové náklady opatření	62
Tabulka B.35 Ekonomické vyhodnocení varianty I.	63
Tabulka B.36 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky	64
Tabulka B.37 Součinitel prostupu tepla střechy ploché	65
Tabulka B.38 Součinitel prostupu tepla střechy ploché – vstup.....	65
Tabulka B.39 Součinitel prostupu tepla stěny přilehlé k zemině	65
Tabulka B.40 Součinitel prostupu tepla stěny k venkovnímu prostoru.....	65
Tabulka B.41 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou	66
Tabulka B.42 Ceny energií	80
Tabulka B.43 Výpočet roční úspory po opatření.....	80
Tabulka B.44 Náklady na zateplení obálky budovy	81
Tabulka B.45 Náklady na výměnu technické zařízení budovy.....	81
Tabulka B.46 Celkové náklady opatření	81
Tabulka B.47 Ekonomické vyhodnocení varianty II.	82
Tabulka B.48 Přehled plnění závazných požadavků vyhlášky	83

Grafy

Graf B.1 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 1.....	41
Graf B.2 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 2.....	42
Graf B.3 Tepelné zisky prostupem a větrání pro zónu č. 2	42
Graf B.4 Tepelné ztráty prostupem a větrání celého objektu.....	43
Graf B.5 Rozdělení dodané energie dle účelu	43
Graf B.6 Potřeba na vytápění	44
Graf B.7 Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení	44
Graf B.8 Tepelné zisky pro vytápění.....	45
Graf B.9 Tepelné ztráty pro režim vytápění	45
Graf B.10 Rozdělení dodané energie	46
Graf B.11 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 1.....	57
Graf B.12 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 2.....	57
Graf B.13 Tepelné zisky prostupem pro zónu č. 2.....	58

Graf B.14 Tepelné ztráty prostupem a větrání celého objektu	58
Graf B.15 Rozdělení dodané energie dle účelu	59
Graf B.16 Potřeba na vytápění	59
Graf B.17 Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení	60
Graf B.18 Tepelné zisky pro režim vytápění	60
Graf B.19 Tepelné ztráty pro režim vytápění	61
Graf B.20 Rozdělení dodané energie	62
Graf B.21 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 1	75
Graf B.22 Tepelné ztráty prostupem a větrání pro zónu č. 2	76
Graf B.23 Tepelné zisky prostupem a větrání pro zónu č. 2	76
Graf B.24 Tepelné ztráty prostupem a větrání celého objektu	77
Graf B.25 Potřeba na vytápění	78
Graf B.26 Spotřeba elektrické energie na vytápění	78
Graf B.27 Tepelné zisky pro režim vytápění	79
Graf B.28 Tepelné ztráty pro režim vytápění	79
Graf B.29 Rozdělení dodané energie	80
Graf B.30 Maximální tepelné ztráty prostupem a větráním	83
Graf B.31 Tepelné zisky pro režim vytápění	84
Graf B.32 Spotřeba energií	84
Graf B.33 Celková spotřeba zemního plynu	85
Graf B.34 Celková spotřeba elektrické energie	85
Graf B.35 Celková spotřeba energie okolního prostředí	86
Graf B.36 Celková spotřeba energií	86
Graf B.37 Celkové náklady	87
Graf B.38 Celkové roční úspory	87

PŘÍLOHY

VÝKRES Č.1 – PŮDORYS 1PP A ŘEZ	M 1:100
VÝKRES Č.2 – PŮDORYS 1NP – 3NP	M 1:100
VÝKRES Č.3 – POHLED SEVER A JIH	M 1:100
VÝKRES Č.4 – POHLED VÝCHOD A ZÁPÁD	M 1:100
VÝKRES Č.5 – SCHÉMA ZAPOJENÍ – VARIANTA II.	M 1:25
VÝKRES Č.6 – PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI – VARIANTA II.	M 1:25