

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY OBČANSKÉ VYBAVENOSTI

ENERGY ASSESSMENT OF THE CIVIC BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Valerie de la Renotière Kriegsfeld

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: **Valerie de la Renotière Kriegsfeld**
Vedoucí práce: **Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Energetické hodnocení budovy občanské vybavenosti

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování variantního technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB a dílčího úkolu ze zadaného tématu řešeného experimentálními nebo teoretickými prostředky, příp. prováděcí projektu.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah až 15 stran

B. Výpočtová část

B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

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

B2. Energetické hodnocení budovy

- standardizované užívání budovy
- potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
- návrh 2 až 3 opatření pro snížení energetické náročnosti včetně technického popisu a zakreslení hlavních zařízení, např. schéma a umístění zdroje tepla
- ekonomické hodnocení navržených opatření

C. Projekt – PENB

- o) závěr,
- p) seznam použitých zdrojů,
- q) seznam použitých zkratk a symbolů,
- r) seznam příloh,
- s) přílohy – výkresy

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Platné technické předpisy a návrhové normy v aktuálním znění
3. Odborná literatura
4. Elektronické informační zdroje

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 10. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na energetické hodnocení budovy obecního úřadu v obci Jedovnice. Teoretická část pojednává o softwarech energetického hodnocení. Výpočtová část analyzuje energetické potřeby a toky budovy. Ve výpočtové části jsou uvedeny i návrhy opatření pro úsporu energie potřebnou pro provoz budovy, a následné porovnání jednotlivých opatření z energetického a ekonomického hlediska. V části C se nachází dva průkazy PENB, jeden původního stavu objektu a druhý optimalizovaného stavu.

PREFACE

The bachelor's thesis is focused on the energy assessment of the municipal office in Jedovnice. The theoretical part is about energy assessment software. The calculation part analyzes the building's energy needs and flows. In the calculation part, there are also proposals for measures to save energy needed for building operation, and a subsequent comparison of individual measures from an energy and economic point of view. In part C, there are two PENB cards, one of the original state of the object and the other one of the optimized state.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetické hodnocení budovy, PENB, obecní úřad, zateplení, fotovoltaika.

KEY WORDS

Energy assessment of the building, PENB, municipal office, insulation, photovoltaic.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DE LA RENOTIÉRE KRIEGSFELD, Valerie. *Energetické hodnocení budovy občanské vybavenosti*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158115>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Lucie Vendlová.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2024

Valerie de la Renotière Kriegsfeld
autorka práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí mojí bakalářské práce Ing. Lucii Vendlové, Ph.D. za vedení, konzultace, ochotu, její čas a podnětné návrhy k práci.

OBSAH

ÚVOD.....	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	12
A.1 SOFTWARE ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ BUDOV	12
A.1.1 TRNSYS (TRANSIENT SYSTEM SIMULATION).....	12
A.1.2 DESIGNBUILDER ENERGY	13
A.1.3 ESP-R (ENVIRONMENTAL SYSTEMS PERFORMANCE – RESEARCH).....	15
A.1.4 T*SOL, PV*SOL.....	16
A.1.4.1 T*SOL	16
A.1.4.2 PV* SOL	17
A.1.5 ENERGYPLUS.....	19
A.1.6 IES VIRTUAL ENVIRONMENT (VE).....	20
A.1.7 PROTECH.....	21
A.1.8 ENERGIE 2023	22
A.1.9 ENERGETIKA (DEKSOFT)	23
A.2 SROVNÁNÍ SOFTWARE.....	25
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	28
B.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE, ROZDĚLENÍ DO ZÓN	28
B.1.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O OBJEKTU	28
B.1.2 ROZDĚLENÍ DO ZÓN	28
B.1.2.1 ZÓNA 1 – BYTOVÁ JEDNOTKA.....	28
B.1.2.2 ZÓNA 2 – ADMINISTRATIVNÍ PROSTORY	28
B.1.2.3 ZÓNA 3 – SPOJOVACÍ PROSTORY	28
B.1.2.4 ZÓNA 4 – OBŘADNÍ SÍŇ.....	29
B.1.2.5 ZÓNA 5 – NEVYTÁPĚNÝ SKLEP	29
B.1.2.6 ZÓNA 6 – NEVYTÁPĚNÁ PŮDA	29
B.1.2.7 ZÓNA 7 – NEVYTÁPĚNÝ PRŮJEZD	29
B.1.2.8 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ZÓN OBECNÍHO ÚŘADU	29
B.2 SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY	32
B.2.1 VYTÁPĚNÍ.....	32
B.2.1.1 ZDROJ TEPLA	32
B.2.1.2 ROZVODY	32
B.2.1.3 OTOPNÁ PLOCHA	33
B.2.2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	33
B.2.3 VZDUCHOTECHNIKA	34
B.2.4 ÚPRAVA VLHKOSTI	34
B.2.5 OSVĚTLENÍ	34
B.3 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	34
B.3.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU	34

B.3.2	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	34
B.3.3	SROVNÁNÍ VÝSLEDNÝCH HODNOT TEPELNĚ TECHNICKÉHO POSOUZENÍ ...	38
B.3.4	ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	39
B.4	ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY	39
B.5	POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ SYSTÉMY TZB	41
B.5.1	DÍLČÍ DODANÁ ENERGIE	41
B.6	NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	42
B.6.1	OPATŘENÍ Č. 1 – ZATEPLENÍ KONSTRUKCÍ, VÝMĚNA OKEN	42
B.6.1.1	POPIS NOVĚ NAVRHNUTÝCH MATERIÁLŮ.....	43
B.6.1.2	NOVÉ TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ.....	44
B.6.1.3	POROVNÁNÍ VYPOČTENÝCH SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	47
B.6.1.4	ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – ZATEPLENÉ KONSTRUKCE.....	48
B.6.1.5	INVESTICE, VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI – OPATŘENÍ Č. 1	49
B.6.2	OPATŘENÍ Č. 2 – ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍCH STĚN.....	49
B.6.2.1	POPIS NOVĚ NAVRHNUTÝCH MATERIÁLŮ.....	49
B.6.2.2	NOVÉ TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCE.....	50
B.6.2.3	INVESTICE, VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI – OPATŘENÍ Č. 2	50
B.6.3	OPATŘENÍ Č. 3 – VÝMĚNA OSVĚTLENÍ	50
B.6.3.1	INVESTICE, VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI – OPATŘENÍ Č. 3	51
B.6.4	OPATŘENÍ Č. 4 – ZATEPLENÍ ROZVODŮ	51
B.6.4.1	INVESTICE, VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI – OPATŘENÍ Č. 4	51
B.6.5	OPATŘENÍ Č. 5 – NÁVRH FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ	52
B.6.5.1	INVESTICE, VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI – OPATŘENÍ Č. 5	53
B.7	POROVNÁNÍ A DEFINOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	53
B.7.1	DEFINICE VARIANT	53
B.7.2	SROVNÁNÍ PŮVODNÍHO STAVU A JEDNOTLIVÝCH VARIANT	54
B.7.2.1	CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE.....	54
B.7.3	SROVNÁNÍ DÍLČÍ DODANÉ ENERGIE	55
B.7.4	POROVNÁNÍ ENERGOONOSITELŮ.....	56
B.7.5	POROVNÁNÍ CENY DODANÉ ENERGIE ZA ROK	57
B.7.6	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PENB PŮVODNÍHO STAVU A JEDNOTLIVÝCH VARIANT	57
C.	PROJEKT - PENB.....	62
D.	ZÁVĚR.....	92
E.	POUŽITÉ ZDROJE	93
F.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	96
	PŘÍLOHY	101

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je energetické hodnocení budovy obecního úřadu. Výsledkem hodnocení je průkaz energetické náročnosti budovy. Následně jsou navržena opatření pro snížení energetické náročnosti a jejich srovnání a vyhodnocení.

A - Teoretická část, jejíž obsahem jsou softwary energetického hodnocení budov. Zaobírá se popisem jednotlivých systémů a následným stručným srovnáním.

B – Výpočtová část, ve které se nachází upřesnění popisu objektu – jeho stavební řešení, tepelné technické vlastnosti obalových konstrukcí a specifikaci energetických systémů budovy. Následuje vyhodnocení stávajícího stavu a návrh možných variant pro snížení energetické náročnosti a jejich porovnání,

C – PENB, v poslední části jsou situovány dva průkazy energetické náročnosti budovy. První je průkaz původního stavu a druhý varianty s navrženými opatřeními. Průkazy byly zpracovány v softwaru Energetika od firmy DEKsoft.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A – TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Valerie de la Renotière Kriegsfeld

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2024

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Softwary energetického hodnocení budov

Softwary energetického hodnocení budov jsou počítačové programy, které pomáhají uživatelům posoudit energetickou náročnost budov. V následující části mé práce představuji jednotlivé softwary a jejich funkce.

A.1.1 Trnsys (TraNsient System Simulation)

Trnsys je systém využívaný od roku 1975, který byl vyvinut na Wisconsinské univerzitě. V roce 2014 byl software prodán společnosti Transsolar Energietechnik GmbH sídlící v německém Stuttgartu. [1]

Software je určený k dynamické analýze energetických bilancí budov, solárních, fototer-málních soustav teplovodních, teplovzdušných a fotovoltaických systémů, dále pak k vzduchotechnickým systému pro větrání a teplovzdušné vytápění. [2]

Program se skládá ze dvou částí. Jádra (engine), které zpracovává vstupní soubor, vykres-luje systémové proměnné a určuje termofyzikální vlastnosti. Druhou částí je knihovna komponentů, díky níž lze vymodelovat více druhů samostatných modelů, aby bylo možné jejich porovnání. Do knihovny je uživatel schopen i nadefinovat své vlastní prvky. [3]

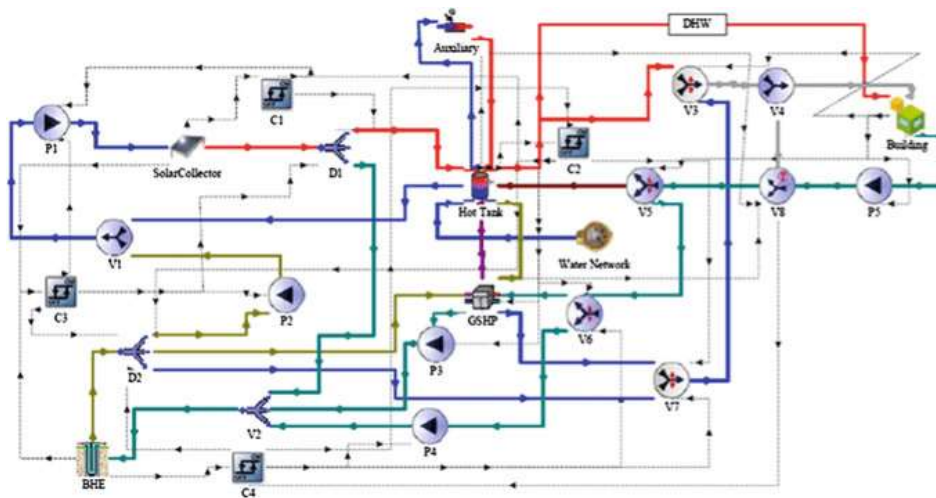
Licence stojí 5060 USD (\approx 119000 Kč). 2530 USD (\approx 59000 Kč) je cena studentské licence pro 10 uživatelů. Dále jsou nabízeny zvýhodněné ceny dle nákupu více licencí - viz. následující obrázek. [8]

Tabulka 1. Ceny licencí Trnsys [8]

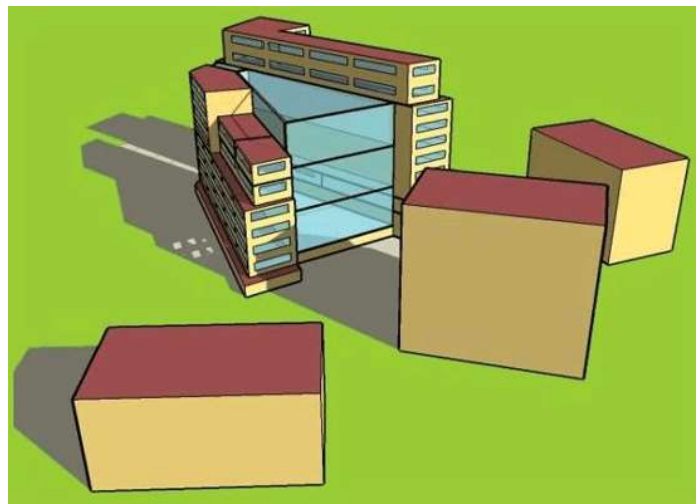
Typ licence	Cena
Jednotlivá licence	5 060 USD
Licence pro 5 uživatelů	8 580 USD
Licence pro 10 uživatelů	10 110 USD
Licence pro 20 uživatelů	11 580 USD
Licence pro 30 uživatelů	12 640 USD
Licence pro 40 uživatelů	13 160 USD
Licence pro 50 uživatelů	13 690 USD

Software je tedy využíván od návrhu a optimalizace energetické účinnosti budov až po analýzu energetické spotřeby a simulaci solárních energetických systémů. Jeho výhodou je komptabilita se systémy BIM (Building Information Modeling). Integrace TRNSYS s

BIM umožňuje uživatelům provádět energetické simulace budov již v raných fázích návrhu, což vede k efektivnějším a energeticky šetrnějším návrhům. [9]



Obrázek 1 Vizuální ukázka ze softwaru Trnsys [25]



Obrázek 2 Vizuální ukázka č.2 ze softwaru Trnsys [25]

A.1.2 DesignBuilder Energy

DesignBuilder Energy je systém od britské firmy DesignBuilder Software Ltd založený v roce 2002. [4]

Program se využívá pro výpočty zatížení z hlediska spotřeby energie. Dále pro modelování vytápění, chlazení, osvětlení, přirozeného a nuceného větrání, fotovoltaických systémů, tepelného komfortu, využití vody a zelených střech. [5]

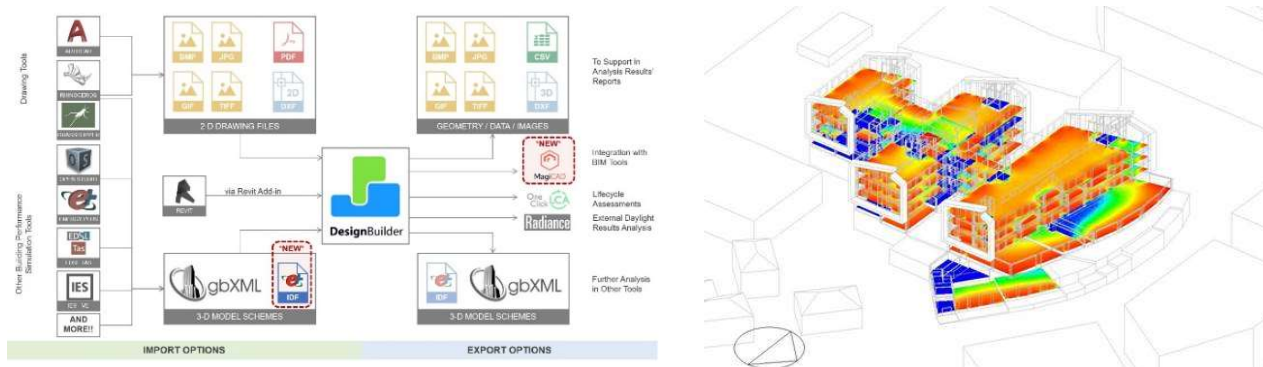
Existují tři verze systému – Essentials, DSM a Plus. Systémy se liší v rozsahu úkonů, které v nich lze provádět. Verze Essentials nabízí pouze 3D modelování a vizualizaci, ve verzi DSM je navíc možno vytvářet dynamické simulace. Verze Plus přináší možnost modelace denního světla. Ve všech verzích je možno provádět osvědčení. Osvědčení umožňuje kontrolu se stavebními předpisy, a to s předpisy platnými v Irsku a v jednotlivých částí Velké Británie. [6] [7]

Licence verze Essentials stojí 891 euro (≐ 22200 Kč) na rok, licence verze DSM 1581 euro (≐ 39500 Kč) ročně a licence verze Plus vychází na 1898 euro (≐ 47400 Kč) na rok. [6]

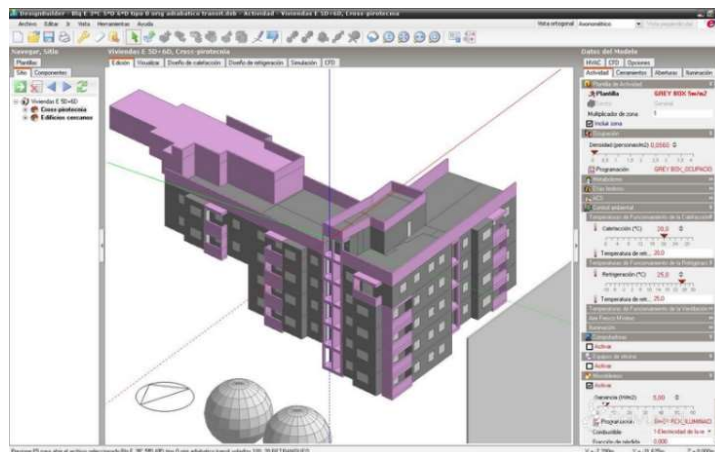
Tabulka 2 Přehled funkcí modulů DesignBuilder Energy

moduly	Essentials	DSM	Plus
3D modelování	✓	✓	✓
vizualizace	✓	✓	✓
simulace		✓	✓
denní osvětlení			✓
osvědčení	✓	✓	✓
cena	891€/rok	1581€/rok	1898€/rok

DesignBuilder Energy je výkonný a flexibilní nástroj pro modelování energetické bilance budov a analýzu energetické účinnosti. Snadno se v něm porovnávají různé varianty návrhů a podporuje integraci s BIM nástroji, což umožňuje uživatelům pracovat s detailními 3D modely budov. Výslednými výstupy softwaru mohou být krátké filmy a vizualizace. Díky těmto funkcím může DesignBuilder provádět komplexní analýzy energetického hodnocení. [10]



Obrázek 3 Vizuální ukázka ze softwaru DesignBuilder [26]



Obrázek 4 Vizuální ukázka č. 2 ze softwaru DesignBuilder [27]

A.1.3 ESP-r (Enviromental Systems Performance – Research)

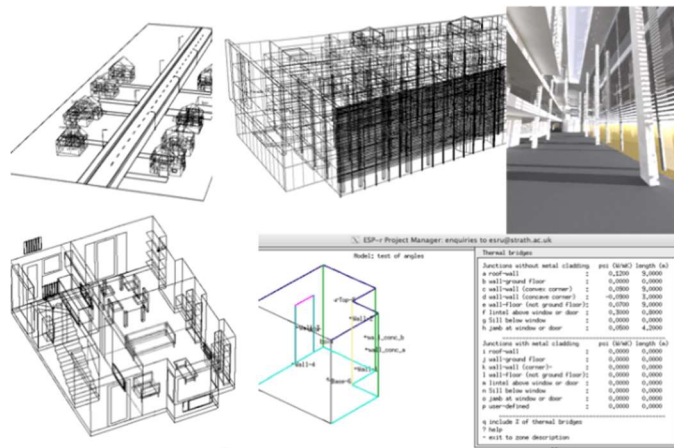
Software byl původně vyvinut v roce 1974 jako doktorandský výzkum na Strathclydské univerzitě ve Skotsku (University of Strathclyde). [11]

ESP-r je modelovací nástroj pro simulaci výkonnosti budov. Při provádění svých hodnocení je systém vybaven k modelování toku tepla, vzduchu, vlhkosti, světla a elektrické energie. [12]

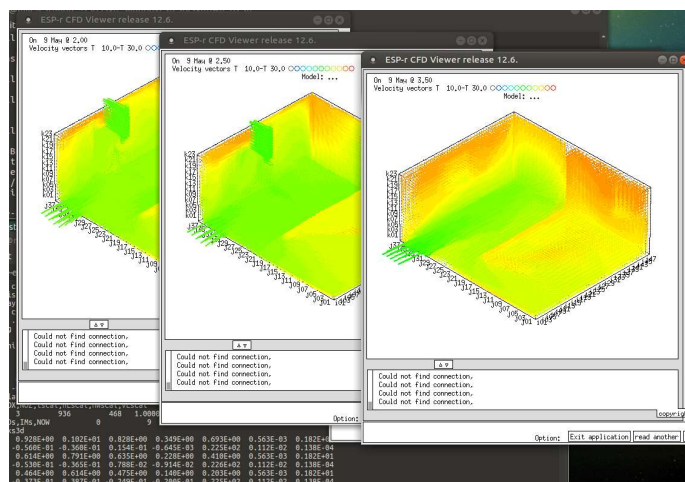
Systém se skládá z jádra zajišťujícího základní výpočty, tok simulací a knihovny, která poskytuje soubor předdefinovaných komponent. Uživatelé si mohou knihovny rozšířit o vlastní prvky. [13]

ESP-r je open-source software, což znamená, že je zdarma ke stažení a použití pro kohokoliv. Nemá žádné licenční poplatky spojené s jeho používáním. [13]

Systém nemá standardní grafické uživatelské rozhraní (Graphical User Interface - GUI), jež většina systému energetického hodnocení zahrnuje. Uživatelé primárně pracují s textovými vstupními soubory, kde definují geometrii budovy, vlastnosti materiálů, systémy a okrajové podmínky simulace. Existují však doplňková grafická rozhraní vyvinutá jinými vývojáři, která mohou usnadnit práci s ESP-r. [13]



Obrázek 5 Vizuální ukázka ze softwaru ESP-r [28]



Obrázek 6 Vizuální ukázka č.2 ze softwaru ESP-r [29]

A.1.4 T*SOL, PV*SOL

Tyto dva systémy byly vyvinuty společností Valentin software, jež sídlí v německém Heidenheimu. T*SOL byl na trh uveden v roce 1993 a v roce 1998 jej následovalo uvedení softwaru PV*SOL. T*SOL je nástrojem pro analýzu a návrh solárních systémů a PV*SOL fotovoltaických systémů. [14]

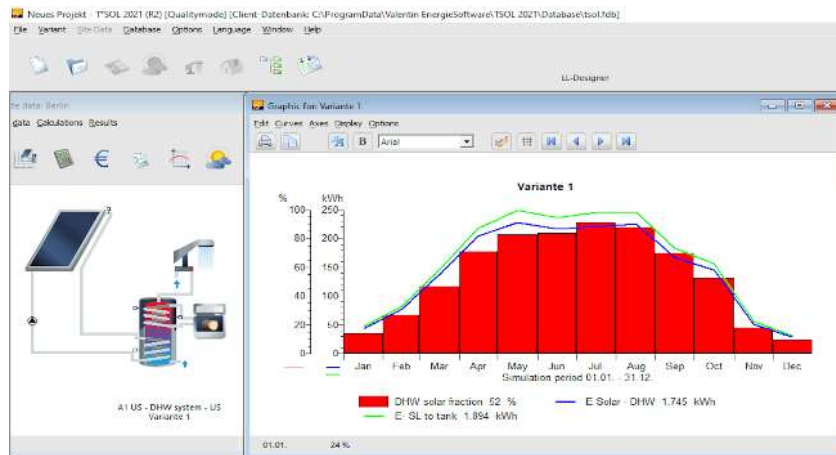
A.1.4.1 T*SOL

T*SOL je tedy dynamický simulační program, pomocí kterého se dají vypočítat výnosy tepelného solárního systému. Systém umožňuje návrh ohřevu užitkové vody, podporu vytápění, ohřevu bazénu a technologického tepla a vyhodnocení ekonomické efektivity. [15]

V programu je možná variace parametrů, lze měnit dva parametry najednou – například plochu kolektoru a akumulační objem, aby se dosáhlo optimálních hodnot. T*SOL

simuluje energetickou účinnost solárních topných systémů, díky čemuž dokáže generovat energetický štítek systému. V knihovně softwaru je předdefinováno více než 200 předkonfigurovaných solárních systémů. V programu jsou nadefinovány i údaje a globálním klimatu, lze provést import i vlastních naměřených dat. [15]

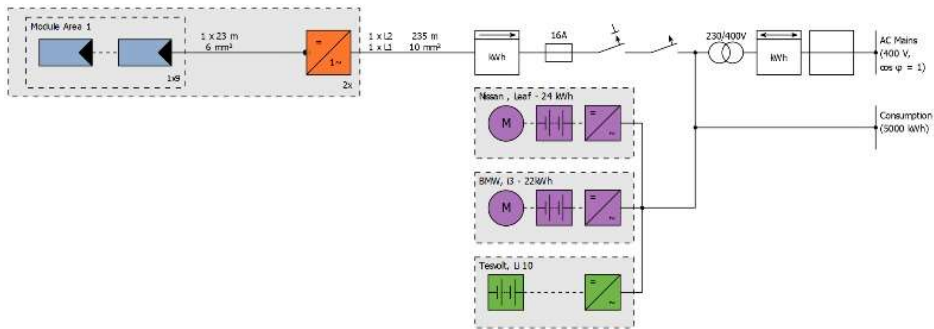
Cena trvalé licence pro jednoho uživatele je 895 euro (≈ 22000 Kč). Studenti mají možnost zakoupení studentské licence za 60 euro (≈ 1500 Kč) s dobou platnosti 180 dní. [15] [16]



Obrázek 7 Vizuální ukázka ze softwaru T*SOL [15]

A.1.4.2 PV* SOL

PV*SOL umožňuje navrhovat a simulovat všechny typy moderních fotovoltaických systémů. Od malého střešního systému s několika moduly přes středně velké systémy na komerčních střechách až po solární parky. Uživatelé tedy mohou vytvářet detailní modely fotovoltaických systémů a specifikovat komponenty jako jsou solární panely, střídače, baterie a zatěžovací profily. PV*SOL simuluje výkon navrženého systému na základě meteorologických dat, údajů o lokalitě a parametrů definovaných uživatelem. PV*SOL dokáže provádět ekonomické analýzy na posouzení finanční životaschopnosti fotovoltaického systému. Zahrnuje to výpočet doby návratnosti investice, vnitřního výnosového procenta a potenciálních úspor nákladů na elektřinu. [17]



Obrázek 8 Vizualní ukázka ze softwaru PV*SOL [30]

Existuje i verze PV*SOL premium, která má funkce běžné verze, ale navíc umožňuje vizualizace ve 3D. 3D zobrazení umožňuje analýzu stínování od okolních objektů a zhodnocení, zda se fotovoltaický systém vyplatí. [18]



Obrázek 9 Vizualní ukázka ze softwaru PV*SOL premium [31]



Obrázek 10 Vizualní ukázka č. 2 ze softwaru PV*SOL premium [31]

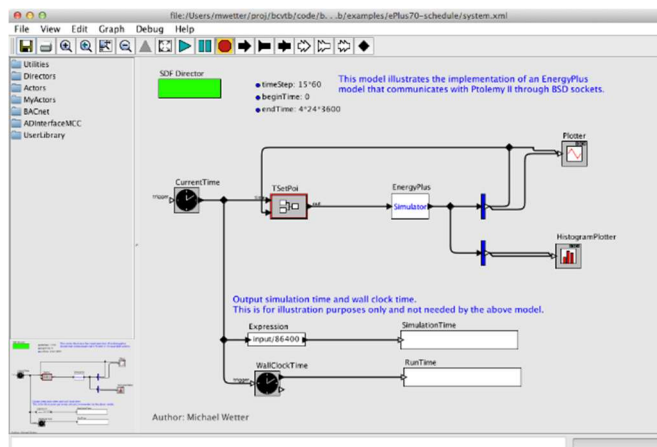
Cena trvalé licence PV*SOL pro jednoho uživatele je 895 euro (\approx 22 000 Kč). Studenti mají možnost zakoupení studentské licence za 60 euro (\approx 1500 Kč) s dobou platnosti 180 dní. Trvalá licence PV*SOL premium vyjde na 1295 euro (\approx 32400 Kč). [16] [17] [18]

A.1.5 EnergyPlus

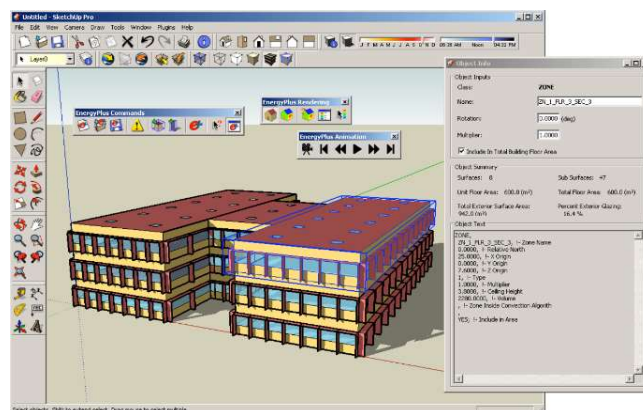
EnergyPlus je software pro simulaci energetické náročnosti budov, vyvinutý Ministerstvem energetiky Spojených států (DOE). První verze systému byla vydána v roce 2000. [19]

Využívá se k dynamickému modelování spotřeby energie – na vytápění, chlazení, ventilaci, osvětlení a zátěže z elektrické sítě a spotřeby vody v budovách. Nabízí základní funkce pro 2D schémata a integraci s 3D modely budov. Umožňuje ekonomické výpočty návratnosti investic. [19]

EnergyPlus je bezplatný nástroj s otevřeným zdrojovým kódem, což znamená, že za samotný software se neplatí žádné licenční poplatky. Program je dle vývojářů docela složitý, a proto nabízejí školení, která už bývají zpoplatněná. [20]



Obrázek 11 Vizuální ukázka ze softwaru EnergyPlus [32]



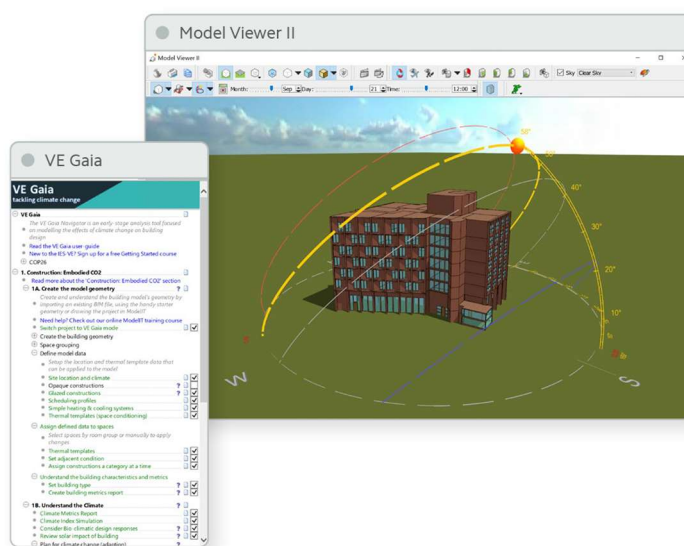
Obrázek 12 Vizuální ukázka č.2 ze softwaru EnergyPlus [33]

A.1.6 IES Virtual Environment (VE)

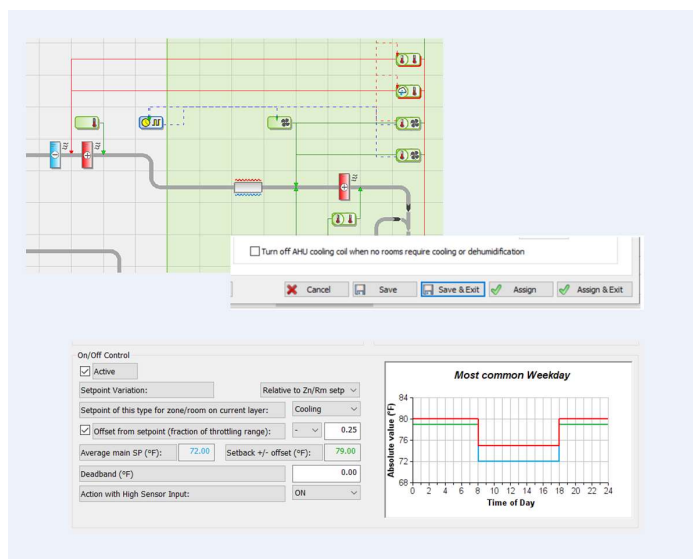
IES Virtual Environment (VE) je software pro energetické modelování budov. Systém byl poprvé představen v roce 1999 společností IES. [21]

Software slouží k výpočtu, dimenzování a návrhu vytápění, větrání a chlazení. Dále k návrhu denního a umělého osvětlení a analýze vlivu různých materiálů, konstrukcí a systémů na energetickou náročnost budovy. V programu lze navrhovat technologie obnovitelných zdrojů – např. solární kolektory a fotovoltaické systémy. Software dokáže vytvářet detailní 3D simulace modelů budov a jejich okolí a simulace proudění vzduchu. IES Virtual Environment je kompatibilní se systémy BIM, což urychluje proces návrhu. [22]

IES Virtual Environment lze zakoupit v několika variantách licencí. První varianta je měsíční platba 45 euro (\approx 1100 Kč), po dvou letech se cena zákazníkovi sníží na 9 eur (\approx 225 Kč) měsíčně. Druhá varianta – standart je roční licenci, první rok stojí 650 euro (\approx 16200 Kč), druhý 430 euro (\approx 10700 Kč) a za každý další rok uživatel zaplatí 110 euro (\approx 2700 Kč). Poslední možností je 3letá licence, která bude spotřebitele stát 1070 euro (\approx 26800 Kč), a každý následující rok za cenu 110 euro (\approx 2700 Kč). Roční studentská licence vyjde na 60 euro (\approx 1500 Kč.) [23] [24]



Obrázek 13 Vizuální Grafická ukázka ze softwaru IESVE [34]



Obrázek 14 Vizuální ukázka č.2 ze softwaru IESVE [35]

A.1.7 PROTECH

PROTECH – Software pro návrh vytápění a hodnocení budov od české společnosti PROTECH. Vývoj softwaru probíhá již od roku 1987. [36]

Software umožňuje statické a dynamické výpočty tepelných poměrů – posouzení tepelné ztráty budovy a návržení systémů vytápění a chlazení. Dále umožňuje posouzení vlivu energetických opatření, lze simulovat dopad různých opatření na energetickou náročnost budovy. [36]

Software se skládá z více samostatných programů, pro energetické hodnocení jsou zapotřebí dva – TV 22 Tepelné ztráty a TOB Posouzení stavebních konstrukcí. Cena TV 22 je 9500 Kč a TOB lze pořídit za 4000 Kč. K programům je nutnost zakoupení HW klíče. Cena lokálního klíče je 1000 Kč, síťového klíče do 10 PC je 2000 Kč a síťového klíče pro více jak 10 PC s cenou 3000 Kč. Licence lokální a síťová jsou trvalé, nicméně nové aktualizace si musí klient zaplatit. Společnost dále nabízí vzdělávací a studentskou licenci. Vzdělávací licence je určena pouze pro výukové účely a může ji zakoupit pouze vzdělávací instituce. Programy jsou dodávány za cenu 100 Kč za jeden program + 19% DPH. K této ceně budou účtovány HW klíče. Studentská licence je v podstatě zapůjčení programů, student zaplatí pouze jistinu 2000 Kč, která je mu po vrácení HW klíče proplacena zpět. [37] [38]

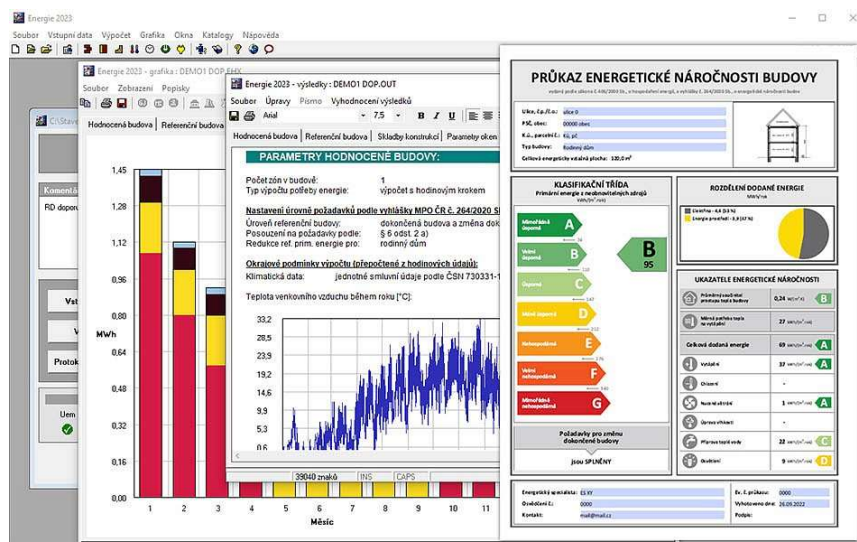
PROTECH tedy nabízí programy jak pro energetické hodnocení náročnosti budov, tak pro dimenzování otopných a chladících soustav a návrh kotelen a komínů. Systém

obsahuje rozsáhlou knihovnu komponent. Software je navržen tak, aby splňoval požadavky české legislativy. [37]

A.1.8 ENERGIE 2023

K-CAD spol. s r.o. byla založena v roce 1991, tato společnost náleží k českým firmám, které vyvíjejí původní nadstavby pro stavebnictví a architekturu. Součástí podpory projekčních kanceláří je software pro komplexní řešení problematiky Stavební Fyziky – Svoboda software – Energie 2023. [39]

Program ENERGIE 2023 je určen pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov. Umožňuje výpočet průměrného součinitele prostupu tepla budovy, měrných tepelných toků, potřeby energie na vytápění a chlazení, dílčích dodaných energií (vytápění, chlazení, nucené větrání, úprava vlhkosti vzduchu, příprava teplé vody, osvětlení), produkci energie (solární kolektory, fotovoltaika, kogenerace), celkové dodané energie, primární energie z neobnovitelných zdrojů a emisí CO₂. Lze v něm tvořit průkaz energetické náročnosti budovy (PENB). Program pracuje s hodinovým výpočtním krokem. Program Energie je plně kompatibilní s českou legislativou. [40]



Obrázek 15 Vizualní ukázka ze softwaru ENERGIE 2023 [40]

Trvalá licence programu stojí 19900 Kč. 6400 Kč je cena roční licence, poté další prodloužení na 12 měsíců stojí 4800 Kč. Měsíční licence vyjde na 1600 Kč. [40]

Existuje i bezplatná verze, a tou je Energie 2023 LT. Je to v podstatě funkčně omezená verze Energie 2023. Omezení LT verze spočívají v tom, že energeticky vztažná plocha je max. 500 m², obestavěný objem max. 1500 m³. Že objekt má nejvýše jednu zónu, v objektu se nachází nejvýše jeden zdroj tepla na vytápění, nejvýše jeden zdroj chladu a

nejvýše jeden zdroj tepla na přípravu TV. Objekt má nejvýše 10 průsvitných konstrukcí, nejvýše 10 neprůsvitných konstrukcí, nejvýše 2 konstrukce v kontaktu se zeminou a nejvýše 2 nevytápěné prostory. Verze je dále bez pomocných výpočtů U , R v neprůsvitných konstrukcích, podlahách a nevytápěných prostorech. [41]

A.1.9 Energetika (DEKsoft)

Energetika je český software vyvinutý společností DEKSoft pro výpočet a posouzení energetické náročnosti budov, první verze tohoto systému byla vydána v roce 2013. [42]

Z programu lze získat informace o měrné potřebě tepla na vytápění, měrné potřebě chladu na chlazení a dílčí dodanou energii pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok. Dále celkovou dodanou energii za rok, celkovou primární energii za rok, průměrný součinitel prostupu tepla. Program je navržen tak, aby splňoval požadavky českých norem a předpisů, umožňuje tvorbu průkazu energetické náročnosti budovy (PENB), energetického štítku obálky budovy a protokolu U_{em} . Do software lze integrovat 3D modely z programů DesignBuilder a SketchUp. [43]

Program Energetika nabízí několik modulů. První modul - měsíční výpočet, jehož výpočtový interval je jeden měsíc. Další modul - hodinový výpočet, kdy intervalem je jedna hodina, přesněji zohledňuje jednotlivé hodnocené systémy. Modul NZÚ je v souladu s dotačním programem NZÚ – Nová zelená úsporám podporující energeticky úsporná opatření. Posledním modulem je modul ECB – Energetická certifikácia budov, který je určen pro energetické hodnocení v souladu se Slovenskou legislativou. [44]

Roční licence softwaru Energetika lze zakoupit za 6655 Kč. Existuje i verze Energetika light, která nabízí pouze modul měsíční výpočet a modul NZÚ. Cena této licence je 4235 Kč. Studentská licence je pro studenty zcela zdarma. [45]

A.2 Srovnání softwarů

Tabulka 3 Srovnání softwarů

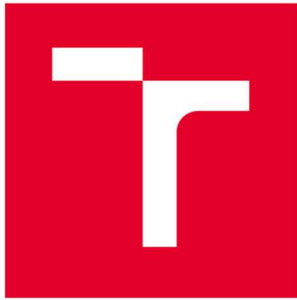
	Trnsys	DesignBuilder Energy	ESP - r
zaměření	dynamická analýza energetických systémů staveb	dynamické simulace modelů budov	simulace toku tepla, vzduchu, vlhkosti, světla a toku elektrické energie
pozitiva	všestranný pro komplexní systémy	zjednodušený workflow, dobré vizualizace	všestranný pro komplexní systémy
negativa	poměrně složitý software, náročný na porozumění	nevhodný pro velice komplexní systémy	poměrně složitý software, náročný na porozumění, práce primárně s textovými vstupními soubory
cena licence pro jednoho uživatele	119 000 Kč (trvalá)	22 200 Kč (základní verze roční)	zdarma

Tabulka 3 Srovnání softwarů - pokračování

	T*SOL	PV*SOL	EnergyPlus
zaměření	návrh a simulace solárních termických systémů	návrh a simulace fotovoltaických systémů	simulace energie celé budovy
pozitiva	přesné modelování a simulace solárních termických systémů	přesné modelování a simulace fotovoltaických systémů	všestranný pro komplexní systémy
negativa	omezeno na solární termické systémy	omezeno na fotovoltaické systémy	poměrně složitý software, náročný na porozumění
cena licence pro jednoho uživatele	22 000 Kč (trvalá)	22 000 Kč (trvalá)	zdarma

Tabulka 3 Srovnání softwarů - pokračování

	IES VE	PROTECH	ENERGIE 2023	Energetika (DEK-soft)
Zaměření	simulace energie celé budovy	především zaměřen na návrh a analýza systémů vytápění a chlazení	energetické hodnocení v souladu s českou legislativou	energetické hodnocení v souladu s českou legislativou
Pozitiva	přesná simulace denního osvětlení a proudění vzduchu	dimenzování systémů vytápění a chlazení	dodržování českých předpisů, uživatelsky přívětivé rozhraní	dodržování českých předpisů, uživatelsky přívětivé rozhraní
Negativa	primárně využívaný pro analýzu denního osvětlení	zaměřen na analýzu vytápění a chlazení, ostatní faktory se složitěji definují	zaměřuje na modelování energetické náročnosti budov a nemá takovou úroveň integrace s BIM	zaměřuje na modelování energetické náročnosti budov a nemá takovou úroveň integrace s BIM
cena licence pro jednoho uživatele	16 200 Kč (roční)	14500 Kč (trvalá)	19 900 Kč (trvalá)	6 655 Kč (roční)



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Valerie de la Renotière Kriegsfeld

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2024

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Základní informace, rozdělení do zón



Obrázek 19 Posuzovaný objekt



Obrázek 18 Posuzovaný objekt

B.1.1 Základní informace o objektu

Posuzovanou stavbou je obecní úřad v obci Jedovnice (Jihomoravský kraj). Objekt má dvě nadzemní podlaží, sklep a podkroví. V nadzemních podlažích se nacházejí administrativní prostory – kanceláře, zasedací místnosti, obřadní síň, sociální zařízení a kuchyňka. Ve sklepe je situována dílna se šatnou a sociálním zařízením a nevytápěný prostor, v podkroví je bytová jednotka a zbytek plochy tvoří nevytápěná půda.

B.1.2 Rozdělení do zón

Objekt je rozdělen do sedmi zón dle způsobu užívání.

B.1.2.1 Zóna 1 – Bytová jednotka

V této zóně se nachází podkrovní bytová jednotka. Jedná se tedy o vytápěnou zónu. Energeticky vztažná plocha této zóny činí 67,80 m².

B.1.2.2 Zóna 2 – Administrativní prostory

Zóna 2 je další vytápěnou zónou. Jsou zde situovány kanceláře a zasedací místnosti 1NP a 2NP a dílna v 1PP. Energeticky vztažná plocha této zóny činí 560,26 m².

B.1.2.3 Zóna 3 – Spojovací prostory

Jedná se o temperované chodby a spojovací schodiště. V zóně je zahrnuta i technická místnost v 1PP. Energeticky vztažná plocha této zóny činí 262,67 m².

B.1.2.4 Zóna 4 – Obřadní síň

Obřadní síň je vytápěným prostorem užívaným především o víkendech. Energeticky vztažná plocha této zóny činí 56,17 m².

B.1.2.5 Zóna 5 – Nevytápěný sklep

Jedná se obecně o plochu nevytápěného sklepa, jehož energeticky vztažná plocha je 71,57 m².

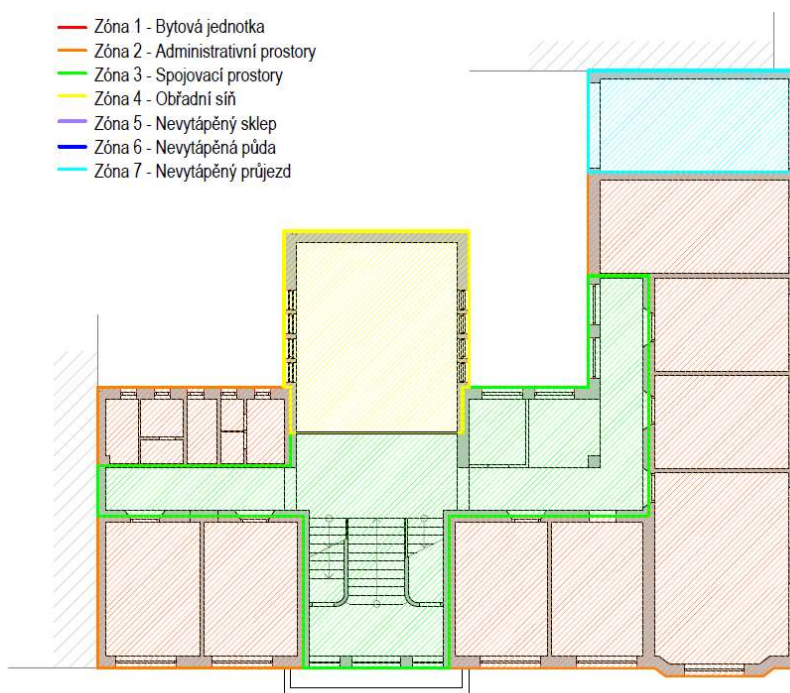
B.1.2.6 Zóna 6 – Nevytápěná půda

Půdní nevytápěný prostor, jehož energeticky vztažná plocha je 297,36 m².

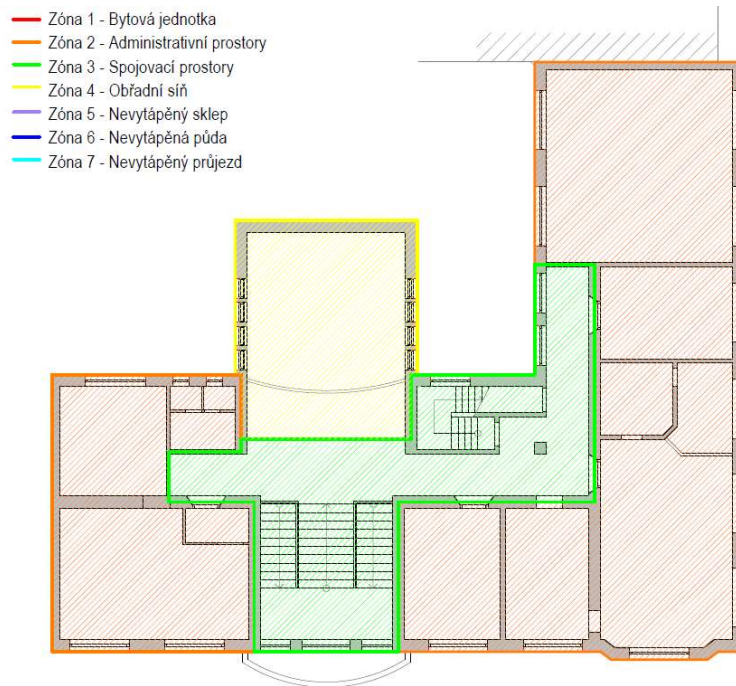
B.1.2.7 Zóna 7 – Nevytápěný průjezd

Do zóny spadá nevytápěný průjezd v 1NP o energeticky vztažné ploše 24,68 m².

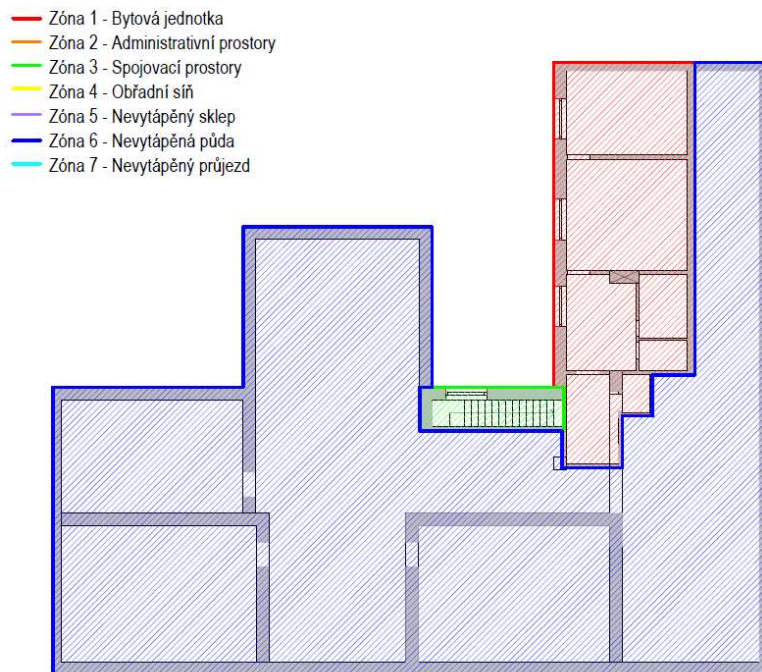
B.1.2.8 Grafické znázornění zón obecního úřadu



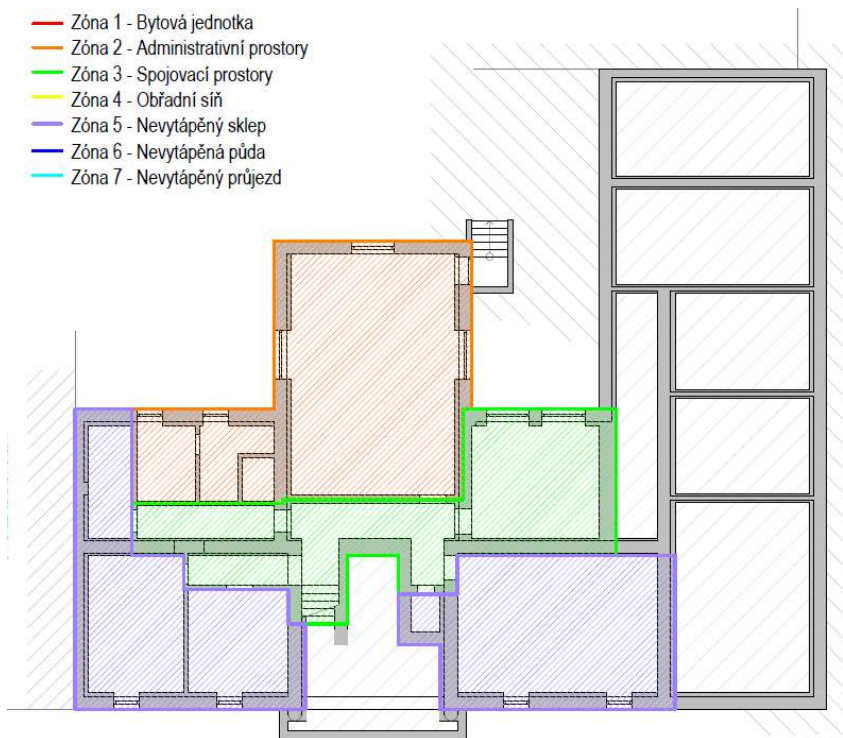
Obrázek 20 Zóny 1NP



Obrázek 21 Zóny 2NP



Obrázek 22 Zóny 3NP



Obrázek 23 Zóny IPP

B.2 Specifikace energetických systémů budovy

B.2.1 Vytápění

B.2.1.1 Zdroj tepla

Zdrojem tepla budovy jsou dva plynové kotle DPL 50 classic s ocelovým výměníkem, jejichž tepelný výkon je 2 x 49,5 KW. Kotle jsou zapojeny paralelně a jsou napojeny na kotlová čerpadla a na příslušné armatury. Kotle jsou propojeny na společné přívodní a vratné potrubí, které prochází hydraulickým vyrovnávačem. Z rozdělovače a sběrače se pak ohřátá voda rozvede do jednotlivých okruhů vytápění pomocí oběhových čerpadel.



Obrázek 24 Plynové kotle v IPP

B.2.1.2 Rozvody

Soustava rozvodů není na všech místech dostatečně izolována. Rozvody jsou v kotelně vedeny pod stropem a následně jsou rozvedeny k odběrovým místům.



Obrázek 25 Rozvody v IPP

B.2.1.3 Otopná plocha

V objektu jsou instalovány desková otopná tělesa s termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi.



Obrázek 26 Otopné těleso v objektu

B.2.2 Příprava teplé vody

Teplá voda je připravována v kombinovaném svislém ohřívači Dražice OKCV 160 s keramickým otopným tělesem a výměníkem. Objem ohřívače je 152 l. Soustava distribuční sítě není dostatečně zateplená.



Obrázek 27 Ohřívač teplé vody v 1PP

B.2.3 Vzduchotechnika

V objektu není instalována vzduchotechnika.

B.2.4 Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti je zajištěna pouze přirozenou výměnou vzduchu. V objektu tedy není instalován žádný systém nuceného větrání.

B.2.5 Osvětlení

Objekt je vybaven obyčejnými žárovkami bez automatického způsobu ovládání.

B.3 Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

B.3.1 Stavební řešení objektu

Obvodové stěny jsou řešeny z cihel plných pálených tl. 450 mm, výjimkou jsou sklepní obvodové stěny, které mají tl. 600 mm. Vnitřní nosné stěny, taktéž z cihel plných pálených, mají tl. 450 a 300 mm. Příčky mají tl. 150 mm, ve sklepě se nachází jedna příčka tl. 190 mm, oba druhy příček jsou z cihel plných pálených. Dále se v objektu nachází skleněná příčka tl. 100 mm v obřadní síni.

Stropní konstrukce nad 1PP a 1NP jsou tvořeny železobetonovou stropní deskou. Stropní konstrukce nad 2NP a stropní konstrukce nad bytovou jednotkou (3NP) jsou ze dřevěných trámů opatřených záklopem. Střešní konstrukce je tvořena dřevěným krovem, krytina je z keramických tašek.

V obvodovém plášti jsou osazena původní dřevěná okna a dveře.

B.3.2 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

Pro jednotlivé konstrukce jsem vypočítala součinitel prostupu tepla U . Každá konstrukce musí splňovat podmínku $U \leq U_{N, 20}$ (normou požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla). Normou je daná i hodnota $U_{rec, 20}$, což je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla, a pro výsledné posouzení budovy je příznivější, pokud je i tato hodnota splněna.

Tabulka 4 Obvodová stěna tl. 450 - stávající stav

Obvodová stěna tl. 450 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	0,712	0,1	1,405
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,440	0,780	0,564					
3	Omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015					
$U_{N,20} = 0,30$ W/(m ² ·K)					$U_{rec,20} = 0,25$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 5 Obvodová stěna tl. 600 mm - stávající stav

Obvodová stěna tl. 600 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	0,875	0,1	1,143
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,590	0,780	0,756					
3	Omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015					
$U_{N,20} = 0,30$ (W/m ² ·K)					$U_{rec,20} = 0,25$ (W/m ² ·K)				

Tabulka 6 Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zemínou - stávající stav

Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zemínou									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0	0,829	0,1	1,207
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,590	0,780	0,756					
$U_{N,20} = 0,45$ (W/m ² ·K)					$U_{rec,20} = 0,30$ (W/m ² ·K)				

Tabulka 7 Podlaha 1PP - stávající stav

Podlaha 1PP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Beton prostý	0,200	1,300	0,154	0,17	0	0,314	0,1	3,188
$U_{N,20} = 0,45$ (W/m ² ·K)					$U_{rec,20} = 0,30$ (W/m ² ·K)				

Tabulka 8 Podlaha 1NP - stávající stav

Podlaha 1NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,17	0,17	0,809	0,1	1,236
2	Podbíjení	0,020	0,180	0,111					
3	Železobetonový strop	0,280	1,580	0,177					
4	Škvárobetonová mazanina	0,050	0,740	0,068					
5	Vlasy do asfaltu	0,030	0,180	0,167					
$U_{N, 20} = 0,60$ (W/m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,40$ (W/m ² ·K)				

Tabulka 9 Podlaha 2NP - stávající stav

Podlaha 2NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,17	0,17	0,866	0,1	1,155
2	Podbíjení	0,020	0,180	0,111					
3	Železobetonový strop	0,280	1,580	0,177					
4	Škvárobetonová mazanina	0,100	0,740	0,135					
5	Vlasy do asfaltu	0,030	0,180	0,167					
$U_{N, 20} = 0,60$ W/(m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,40$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 10 Strop nad 2NP - stávající stav

Strop nad 2NP (pod nevytápěnou půdou)									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,1	0,1	0,623	0,1	1,606
2	Podbíjení	0,020	0,180	0,111					
3	Stropnice 18/24	0,240	-	-					
4	Záklop	0,025	0,180	0,139					
5	Škvárobeton s cementovým potěrem	0,145	0,740	0,196					
$U_{N, 20} = 0,30$ W/(m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,20$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 11 Strop nad 3NP - stávající stav

Strop nad 3NP (pod nevytápěnou půdou)									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,1	0,1	0,617	0,1	1,620
2	Podbíjení	0,020	0,180	0,111					
3	Stropnice 16/20	0,200	-	-					
4	Záklop	0,025	0,180	0,139					
5	Škvárobetonová mazanina	0,125	0,740	0,169					
6	Cementový potěr	0,020	0,960	0,021					
$U_{N,20} = 0,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$				$U_{rec,20} = 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$					

Tabulka 12 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm

Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,624	0,1	1,602
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,290	0,780	0,372					
3	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017					
$U_{N,20} = 0,60 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$				$U_{rec,20} = 0,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$					

Tabulka 13 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 - stávající stav

Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,452	0,1	2,212
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,140	0,780	0,179					
3	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017					
$U_{N,20} = 0,60 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$				$U_{rec,20} = 0,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$					

Tabulka 14 Střecha - stávající stav

Střecha									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Keramická taška	0,030	-	-	0,1	0,04	0,269	0,1	3,718
2	Lať	0,050	-	-					
3	Kontralať	0,050	-	-					
4	Lepenka	0,003	-	-					
5	Podbití	0,030	0,220	0,136					
6	Krokev	0,160	-	-					
$U_N = 0,24$ W/(m ² ·K)				$U_{rec, 20} = 0,16$ W/(m ² ·K)					

Tabulka 15 Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 mm - stávající stav

Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/m ² ·K]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,624	0,1	1,602
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,290	0,780	0,372					
3	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017					
$U_N = 0,60$ W/(m ² ·K)				$U_{rec, 20} = 0,40$ W/(m ² ·K)					

B.3.3 Srovnání výsledných hodnot tepelně technického posouzení

V následující tabulce jsem porovnála výsledné hodnoty součinitele prostupu tepla každé konstrukce a žádná z nich nesplňuje požadavky $U_{N,20}$ ani $U_{rec,20}$.

Tabulka 16 Porovnání součinitelů prostupu tepla - stávající stav

Konstrukce	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U < U_{N,20}$
	[W/(m ² ·K)]			
Obvodová stěna tl. 450 mm	1,405	0,30	0,25	Nesplňuje
Obvodová stěna tl. 600 mm	1,143	0,30	0,25	Nesplňuje
Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zeminou	1,207	0,45	0,30	Nesplňuje
Podlaha 1PP	3,188	0,40	0,30	Nesplňuje
Podlaha 1NP	1,236	0,60	0,40	Nesplňuje
Podlaha 2NP	1,155	0,60	0,40	Nesplňuje
Strop nad 2NP	1,606	0,30	0,20	Nesplňuje
Strop nad 3NP	1,620	0,30	0,20	Nesplňuje
Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm	1,602	0,60	0,40	Nesplňuje
Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm	2,212	0,60	0,40	Nesplňuje
Střecha	3,718	0,24	0,16	Nesplňuje
Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm	1,602	0,60	0,40	Nesplňuje

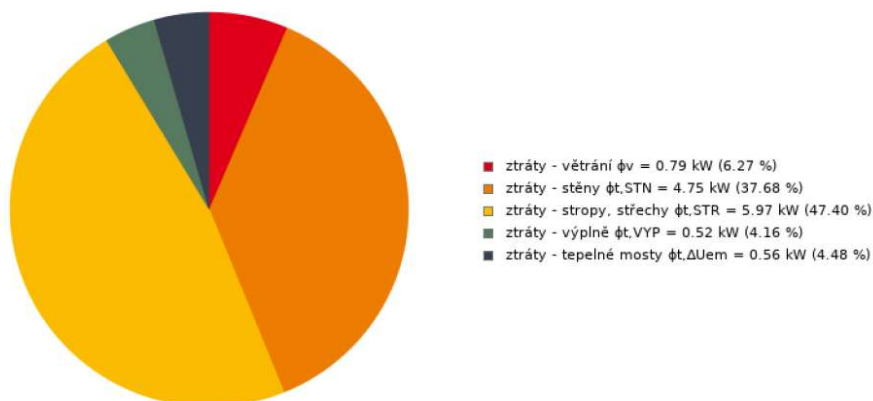
B.3.4 Štítek obálky budovy

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY		
Typ budovy:	Administrativní budova	Hodnocení obálky budovy
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Havlíčkovo náměstí 71 67906, Jedovnice	
Katastrální území:	658154	
Parcelní číslo:	411/1	
Celková podlahová plocha $A_n = 945,46 \text{ [m}^2\text{]}$	hodnocená	doporučení
KLASIFIKACE	G	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\Sigma} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{\Sigma} = H_{\Sigma}/A$	1,160	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\Sigma,ref} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.	0,317	-
Platnost štítku do (datum):	20.5.2034 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:		

Obrázek 28 Štítek budovy - stávající stav

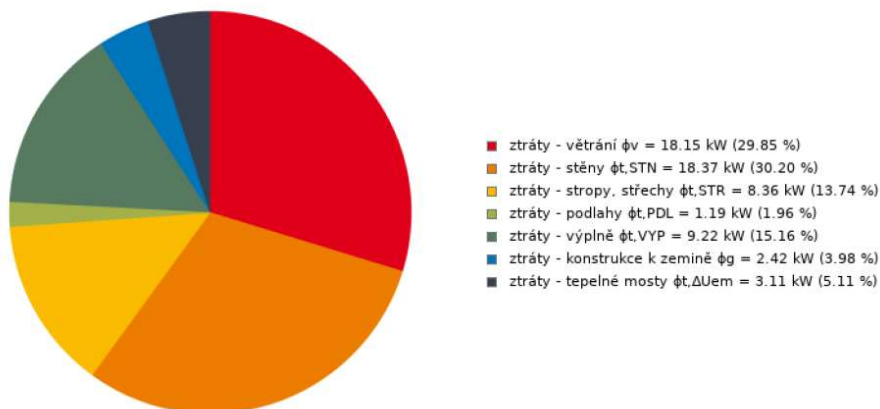
B.4 Analýza energetických potřeb a toků budovy

Grafy níže zobrazují tepelné ztráty a zisky v důsledku prostupu tepla konstrukcemi a větráním jednotlivých zón.



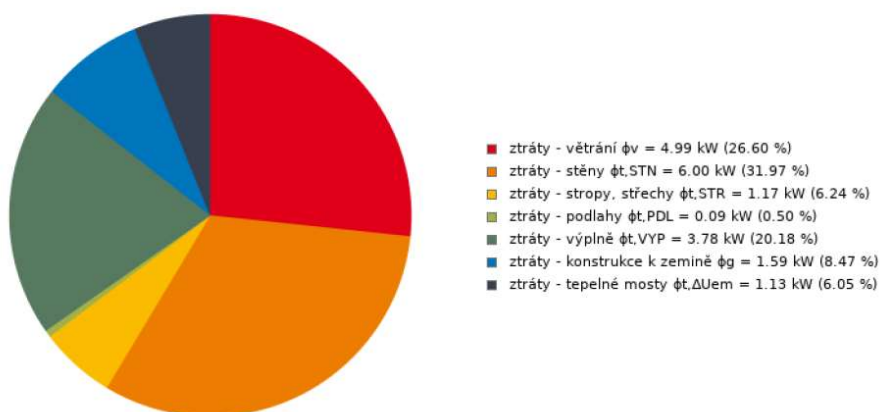
cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16 \text{ }^\circ\text{C}$,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 1 $\phi_{H,nd} = 12,60 \text{ kW}$

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



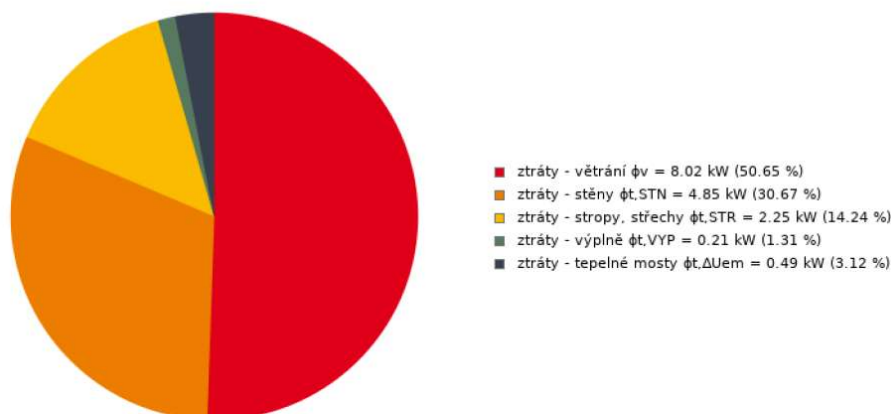
cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ °C}$,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16\text{ °C}$,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 2 $\phi_{H,nd} = 60,82\text{ kW}$

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



cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ °C}$,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16\text{ °C}$,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 3 $\phi_{H,nd} = 18,75\text{ kW}$

Graf 3 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 3 – stávající stav



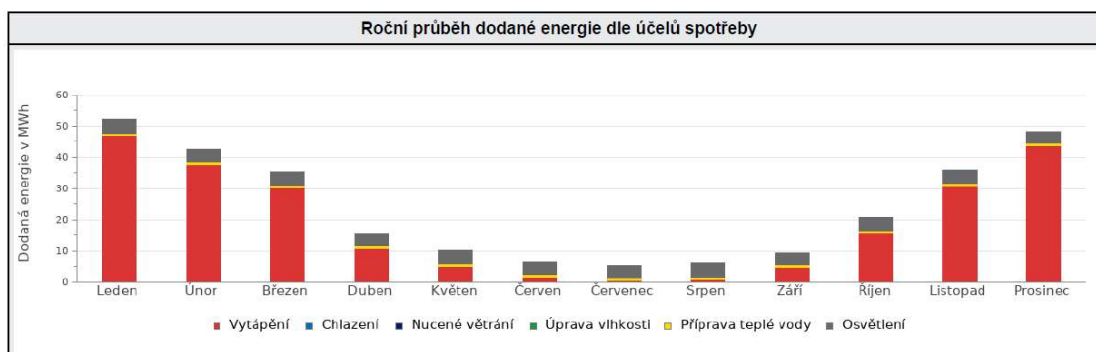
cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16\text{ }^\circ\text{C}$,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 4 $\phi_{H,nd} = 15,83\text{ kW}$

Graf 4 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 4 – stávající stav

B.5 Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB

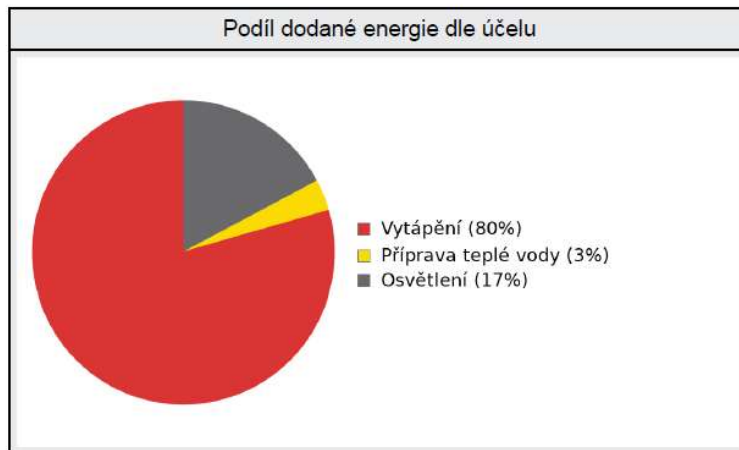
B.5.1 Dílčí dodaná energie

Celková dodaná energie činí 289 MWh/rok, z toho 230 MWh/rok je spotřeba pro vytápění, 9,71 MWh/rok na přípravu teplé vody a 49,4 MWh/rok spotřeba osvětlení. Následující graf znázorňuje dílčí dodané energie pro jednotlivé systémy TZB během kalendářního roku.



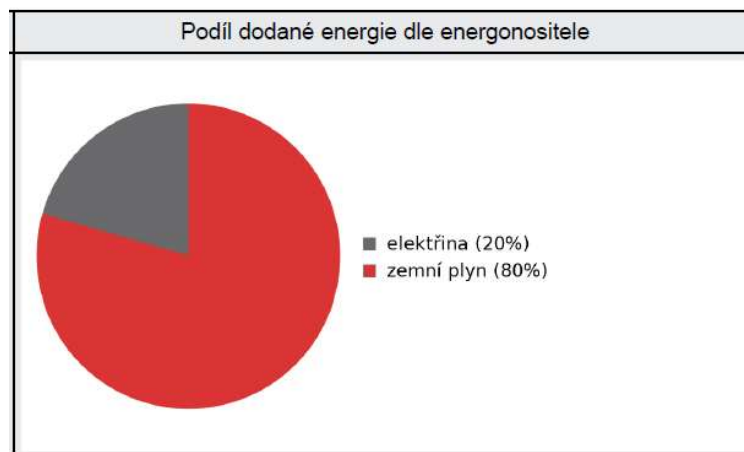
Graf 5 Roční průběh dodané energie

Další graf znázorňuje procentuální podíl spotřeby energie pro jednotlivé systémy.



Graf 6 Podíl dodané energie dle účelu

Následující graf znázorňuje procentuální podíl druhu dodané energie.



Graf 7 Podíl dodané energie dle energonositele

B.6 Návrh úsporných opatření

B.6.1 Opatření č.1 – zateplení konstrukcí, výměna oken

Z výsledných dat energetických potřeb lze vyčíst, že velká ztráta energie je skrz stěny a stropní konstrukce, proto navrhuji zateplení těchto konstrukcí.

B.6.1.1 Popis nově navrhnutých materiálů

Zateplení obvodových stěn

Navrhuji zateplení obvodových stěn tl. 450 mm a 600 mm polystyrenem EPS 70F o tl. 150 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení podlahy 1.NP

Navrhuji zateplení podlahy 1.NP, v místech, kde se pod vytápěnými místnostmi nachází nevytápěné sklepní prostory, minerální vatou o tl. 80 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení podlahy 2.NP

Navrhuji zateplení podlahy 2.NP, v místech, kde se pod vytápěnými místnostmi nachází nevytápěný průjezd, minerální vatou o tl. 100 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení stropu nad 2.NP

Navrhuji zateplení stropu nad 2.NP pod nevytápěnou půdou minerální vatou tl. 200 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení stropu nad 3.NP

Navrhuji zateplení stropu nad 3.NP mezi bytovou jednotkou a nevytápěným půdním prostorem minerální vatou tl. 200 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení vnitřních stěn bytové jednotky

Navrhuji zateplení stěn dělících bytovou jednotku a nevytápěný půdní prostor minerální vatou se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, stěnu tl. 300 mm zateplit minerální vatou o tl. 80 mm a stěnu tl. 150 mm minerální vatou tl. 100 mm.

Zateplení stěny mezi nevytápěným průjezdem a administrativou

Navrhuji zateplení stěny tl. 300 mm mezi nevytápěným průjezdem a administrativními prostory minerální vatou tl. 80 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení části střechy u bytové jednotky

Navrhuji zateplení střechy minerální vatou tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ mezi krokve střechy.

Výměna oken a vstupních dveří

Navrhuji vyměnit dřevěná okna za nová plastová okna trojskla. Součinitel prostupu tepla u nově navrhnutých oken je $U_w = 0,08 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Taktéž navrhuji vyměnit dřevěné vstupní dveře za nové plastové se součinitelem prostupu tepla $U_d = 0,091 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

B.6.1.2 Nové tepelně technické vlastnosti konstrukcí

Tabulka 17 Obvodová stěna tl. 450 mm - nový stav

Obvodová stěna tl. 450 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]			[W/(m ² ·K)]		
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	4,22	0,02	0,237
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,440	0,780	0,564					
3	Lepicí, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Fasádní desky z pěnového polystyrenu EPS 70F	0,150	0,039	3,846					
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
6	Silikátová omítka	0,003	0,800	0,004					
$U_{N, 20} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$					$U_{\text{rec}, 20} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				

Tabulka 18 Obvodová stěna tl. 600 mm - nový stav

Obvodová stěna tl. 600 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]			[W/m ² ·K]		
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	4,381	0,02	0,228
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,590	0,780	0,756					
3	Lepicí, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Fasádní desky z pěnového polystyrenu EPS 70F	0,150	0,039	3,846					
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
6	Silikátová omítka	0,003	0,800	0,004					
$U_{N, 20} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$					$U_{\text{rec}, 20} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				

Tabulka 19 Podlaha 1NP - nový stav

Podlaha 1NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Stěrka + perlínka	0,003	0,88	0,003					
2	Minerální vata	0,080	0,039	2,051	0,17	0,17	2,659	0,02	0,376
3	Lepicí, stěrková malta	0,002	0,800	0,003					
4	Železobetonový strop	0,280	1,580	0,177					
5	Škvárobetonová ma- zanina	0,050	0,740	0,068					
6	Vlasy do asfaltu	0,030	0,180	0,167					
$U_{N,20} = 0,60$ W/(m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,40$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 20 Podlaha 2NP - nový stav

Podlaha 2NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Stěrka + perlínka	0,003	0,88	0,003	0,17	0,17	2,788	0,02	0,359
2	Minerální vata	0,100	0,039	2,564					
3	Lepicí, stěrková malta	0,002	0,800	0,003					
3	Železobetonový strop	0,280	1,580	0,177					
4	Škvárobetonová ma- zanina	0,100	0,740	0,135					
5	Vlasy do asfaltu	0,030	0,180	0,167					
$U_{N,20} = 0,60$ W/(m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,40$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 21 Strop nad 2 NP - nový stav

Strop nad 2NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,1	0,1	5,034	0,02	0,199
2	Podbíjení	0,020	0,180	0,111					
3	Stropnice 18/24	-	-	-					
4	Záklop	0,025	0,180	0,139					
5	Parozábrana	0,0002	0,250	0,001					
6	Minerální vata	0,200	0,039	5,128					
7	Difúzně otevřená fólie	0,0006	0,350	0,002					
8	Roznášecí rošt s OSB deskou	-	-	-					
$U_{N,20} = 0,30$ W/(m ² ·K)					$U_{rec, 20} = 0,20$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 22 Strop nad 3NP - nový stav

Strop nad 3NP									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Rákosová omítka	0,020	1,110	0,018	0,1	0,1	5,036	0,02	0,199
2	Podbíjení	0,200	0,180	1,111					
3	Stropnice 16/20	-	-	-					
4	Záklop	0,025	0,180	0,139					
5	Parozábrana	0,0002	0,250	0,001					
6	Minerální vata	0,200	0,039	5,128					
7	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
$U_{N,20} = 0,30$ W/(m ² ·K)				$U_{rec,20} = 0,20$ W/(m ² ·K)					

Tabulka 23 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm - nový stav

Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	2,569	0,02	0,389
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,290	0,780	0,372					
3	Lepící, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Minerální vata	0,080	0,039	2,051					
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
$U_{N,20} = 0,60$ W/(m ² ·K)				$U_{rec,20} = 0,40$ W/(m ² ·K)					

Tabulka 24 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm - nový stav

Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				[W/(m ² ·K)]	
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	2,856	0,02	0,35
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,140	0,780	0,179					
3	Lepící, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Minerální vata	0,100	0,039	2,564					
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
$U_N = 0,60$ W/(m ² ·K)				$U_{rec,20} = 0,40$ W/(m ² ·K)					

Tabulka 25 Střecha - nový stav

Střecha									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	[m ² ·K/W]			ΔU	U
					R _{si}	R _{se}	R _T		
1	Keramická taška	0,030	-	-	0,1	0,04	2,779	0,02	0,360
2	Lat'	0,050	-	-					
3	Kontralat'	0,050	-	-					
4	Lepenka	0,003	-	-					
5	Podbití	0,030	0,220	0,136					
6	Krokev + minerální vata	0,160	0,060	2,667					
U _N = 0,24 W/(m ² ·K)					U _{rec, 20} = 0,16 W/(m ² ·K)				

Tabulka 26 Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 m - nový stav

Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 mm									
č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	[m ² ·K/W]			ΔU	U
					R _{si}	R _{se}	R _T		
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	2,569	0,02	0,389
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,290	0,780	0,372					
3	Lepicí, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Minerální vata	0,080	0,039	2,051					
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,880	0,003					
U _N = 0,60 W/(m ² ·K)					U _{rec, 20} = 0,40 W/(m ² ·K)				

Nenavrhují změnu skladby podlahy sklepa, z důvodu nedostatečné světlé výšky.

B.6.1.3 Porovnání vypočtených součinitelů prostupu tepla

Tabulka 27 Porovnání součinitelů prostupu tepla - nový stav

Konstrukce	U	U _{N,20}	U _{rec,20}	U < U _{N,20}
	[W/(m ² ·K)]			
Obvodová stěna tl. 450 mm	0,237	0,30	0,25	Splňuje
Obvodová stěna tl. 600 mm	0,228	0,30	0,25	Splňuje
Podlaha 1NP	0,376	0,60	0,40	Splňuje
Podlaha 2NP	0,359	0,60	0,40	Splňuje
Strop nad 2NP	0,199	0,30	0,20	Splňuje
Strop nad 3NP	0,199	0,30	0,20	Splňuje
Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm	0,389	0,60	0,40	Splňuje
Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm	0,350	0,60	0,40	Splňuje
Střecha	0,360	0,16	0,24	Nesplňuje
Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 mm	0,389	0,60	0,40	Splňuje

Jediná konstrukce, která nespĺňuje $U_{N,20}$ je střecha. Nicméně střechu nelze více zateplit z důvodu konstrukčního řešení objektu.

B.6.1.4 Štítek obálky budovy – zateplené konstrukce

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Administrativní budova	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Havlíčkovo náměstí 71 67906, Jedovnice		
Katastrální území:	658154		
Parcelní číslo:	411/1		
Celková podlahová plocha $A_n = 945,46$ [m ²]		hodnocená	doporučení
<p>mimofádně úsporná</p> <p>A 0,22</p> <p>B 0,28</p> <p>C 0,38</p> <p>D 0,53</p> <p>E 0,72</p> <p>F 0,91</p> <p>G</p> <p>mimofádně nešpordárná</p>			0,349
KLASIFIKACE			C
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{av} [W/(m ² K)] $U_{av}=H_{tr}/A$			0,349
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{av,ref}$ [W/(m ² K)] typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.			0,314
Platnost štítku do (datum):		20.5.2034 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:			

Obrázek 29 Štítek obálky budovy - nový stav

Po zateplení se musí regulovat otopná soustava, např. opatřením změny provozu kotlů na střídavý.

B.6.1.5 Investice, výpočet prosté návratnosti – opatření č. 1

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

Tabulka 28 Investice do zateplení, výměny oken

konstrukce	investice za m ²	plocha konstrukce m ²	investice celkem Kč
Obvodové stěny	2000	688,04	1 376 080,00 Kč
Podlaha 1NP	2700	87,74	236 898,00 Kč
Podlaha 2NP	2700	24,67	66 609,00 Kč
Strop nad 2NP	2700	297,36	802 872,00 Kč
Strop nad 3NP	2700	67,85	183 195,00 Kč
Stěny byt jednotky	2500	58,98	147 450,00 Kč
Střecha	2700	23,98	64 746,00 Kč
Stěna průjezd	2500	25,38	63 450,00 Kč
Výměna oken	6500	147,23	956 995,00 Kč
Výměna dveří	8000	6,60	52 800,00 Kč
celková investice (IN)			3 951 095,00 Kč

Celková investice (IN): 3 951 095 Kč

Úspora: 187,20 MWh/rok

Úspora (Cf): 454 896 Kč (počítáno že cena 1MWh plynu je 2 430Kč [74])

Prostá návratnost: $T_s = IN/C_f = 8,7$ let

Investice se navrátí cca za 9 let, při předpokládané životnosti konstrukce 30 let, se tato investice vyplatí.

B.6.2 Opatření č. 2 – zateplení suterénních stěn

U suterénních stěn nevycházejí součinitelé prostupu příznivě, proto ověřuji přínosnost zateplení těchto stěn.

B.6.2.1 Popis nově navrhnutých materiálů

Navrhuji zateplení suterénních stěn speciálním nenasákavým polystyrenem EPS pro konstrukce v přímém styku s vlhkostí.

B.6.2.2 Nové tepelně technické vlastnosti konstrukce

Tabulka 29 Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zeminou - nový stav

Obvodová stěna tl. 600 - styk se zeminou									
č.	název vrstvy	d [m]	λ	R	R _{si}	R _{se}	R _T	ΔU	U
			[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]			[W/(m ² ·K)]		
1	Omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0	3,740	0,02	0,267
2	Zdivo z plných cihel pálených	0,590	0,780	0,756					
3	Lepící, stěrková malta	0,004	0,800	0,005					
4	Desky z pěnového polystyrenu EPS pro konstrukce v přímém styku s vlhkostí	0,120	0,039	3,077					
5	Nopová fólie	0,020	0,350	0,057					
U _{N,20} = 0,45 W/(m ² ·K)				U _{rec,20} = 0,30 W/(m ² ·K)					

B.6.2.3 Investice, výpočet prosté návratnosti – opatření č. 2

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

Tabulka 30 Investice zateplení suterénních stěn

konstrukce	investice za m ²	plocha konstrukce m ²	investice celkem Kč
Suterénní stěny	4000	58,36	233 440,00 Kč

Celková investice (IN): 233 440 Kč

Úspora: 0,9 MWh/rok

Úspora (Cf): 2 187 Kč (počítáno že cena 1MWh plynu je 2 430 Kč [47])

Prostá návratnost: $T_s = IN/Cf = 106$ let

Investice do tohoto opatření není absolutně výhodná, rozhodně ji nedoporučuji.

B.6.3 Opatření č. 3 – výměna osvětlení

V objektu jsou instalovány žárovky, které spotřebovávají vysoké množství elektrické energie. Proto navrhuji jejich výměnu za LED světla, jež mají nižší spotřebu.

B.6.3.1 Investice, výpočet prosté návratnosti – opatření č. 3

Předpokládání cena investice výměny žárovek za LED světla je 69 000 Kč.

Celková investice (IN):	69 000 Kč
Úspora:	44,63 MWh/rok
Úspora (Cf):	367 305 Kč (počítáno že cena 1MWh elektřiny je 8 230 Kč [48])
Prostá návratnost:	$T_s = IN/Cf = 0,19$ roku

Tato investice je velice výhodná, její návratnost je cca 2 měsíce.

B.6.4 Opatření č. 4 – Zateplení rozvodů

Navrhuji zateplení potrubí rozvodů kotle topné vody. Navrhuji zateplení rozvodů distribuční sítě ohřevu teplé vody.

B.6.4.1 Investice, výpočet prosté návratnosti – opatření č. 4

Předpokládání cena zateplení potrubí topné vody je 29 000 Kč a cena zateplení distribuční sítě ohřevu teplé vody je 25 000 Kč.

Celková investice (IN):	54 000 Kč
Úspora:	10,2 MWh/rok plyn 2,28 MWh/rok elektřina
Úspora (Cf):	24 786 Kč (počítáno že cena 1MWh plynu je 2 430 Kč [47]) 18 764 Kč (počítáno že cena 1MWh elektřiny je 8 230 Kč [48])
Prostá návratnost:	$T_s = IN/Cf = 1,24$ roku

Tato investice je výhodná, její návratnost je cca 1 a čtvrt roku.

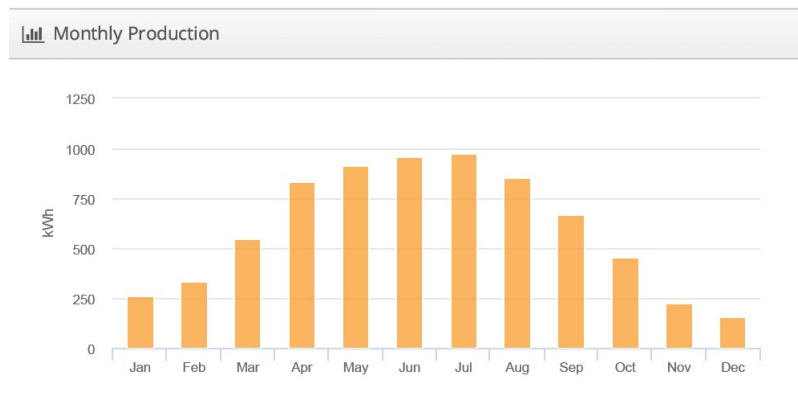
B.6.5 Opatření č. 5 – Návrh fotovoltaických panelů

Navrhují nainstalovat 17 fotovoltaických panelů (CanadianSolar HiKu CS3W – 435MS) na střechu objektu, panely budou orientovány na JV.



Obrázek 30 Rozmístění panelů na střechu objektu

Panely jsou dimenzovány pouze na odběr elektřiny pro danou budovu.



Graf 8 Průběh měsíční produkce elektřiny fotovoltaikou

Pro zapojení fotovoltaiky pro ohřev vody je potřeba výměna zásobníku vody. Proto navrhuji kombinovaný svislý ohřívač Dražice OKF 160 se dvěma nezávislými spirálami.

B.6.5.1 Investice, výpočet prosté návratnosti – opatření č. 5

Předpokládaná cena investice zřízení fotovoltaických panelů je 600 000 Kč.

Celková investice (IN): 600 000 Kč

Úspora: 6,24 MWh/rok

Úspora (Cf): 51 355 Kč (počítáno že cena 1MWh elektřiny je 8 230 Kč)

Prostá návratnost: $T_s = IN/Cf = 11,68$ let

Investice se navrátí cca za 12 let, při předpokládané životnosti konstrukce 25 let, se tato investice vyplatí.

B.7 Porovnání a definování jednotlivých variant

B.7.1 Definice variant

Původní stav porovnávám se čtyřmi variantami. První variantou je zateplení konstrukcí s výměnou oken, druhá je zateplení konstrukcí s výměnou oken a výměnou osvětlení, třetí variantou je zateplení s výměnou oken, osvětlení a zateplením rozvodů a čtvrtou je zateplení konstrukcí s výměnou oken, výměnou osvětlení, zateplením rozvodů a instalací fotovoltaiky.

Tabulka 31 Definice variant

	Opatření č.1	Opatření č. 2	Opatření č. 3	Opatření č. 4	Opatření č. 5
	Zateplení konstrukcí + výměna oken	Zateplení suterénních stěn	Výměna osvětlení	Zateplení rozvodů	Fotovoltaické panely
Původní stav	x	x	x	x	x
Varianta 1	ano	x	x	x	x
Varianta 2	ano	x	ano	x	x
Varianta 3	ano	x	ano	ano	x
Varianta 4	ano	x	ano	ano	ano

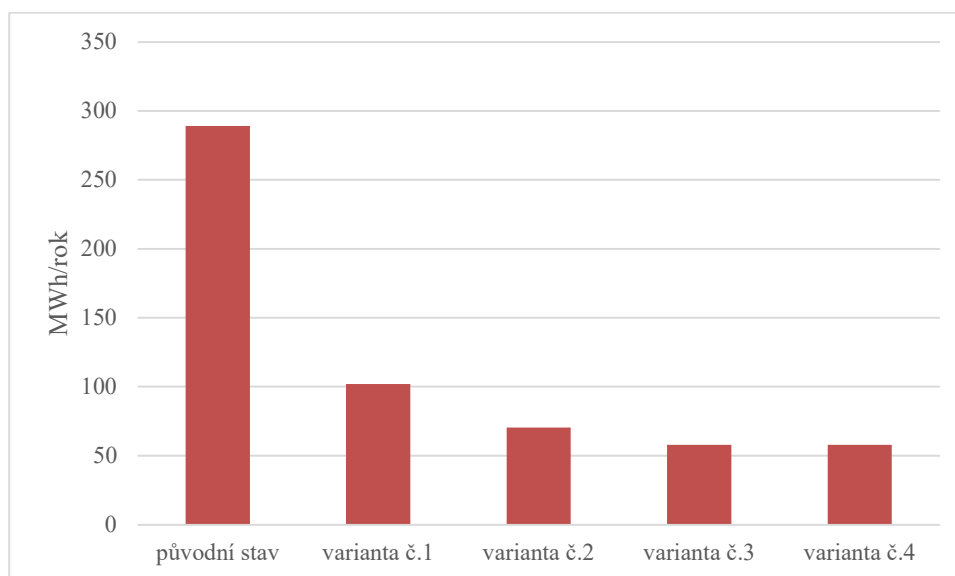
B.7.2 Srovnání původního stavu a jednotlivých variant

B.7.2.1 Celková dodaná energie

V následující tabulce a grafu porovnávám celkovou dodanou energii. Každá z navržených variant má daleko nižší spotřebu energie.

Tabulka 32 Celková dodaná energie pro jednotlivé varianty

	původní stav	varianta č.1	varianta č.2	varianta č.3	varianta č.4
	[MWh/rok]				
celková dodaná energie	289	102	70,3	57,8	57,8



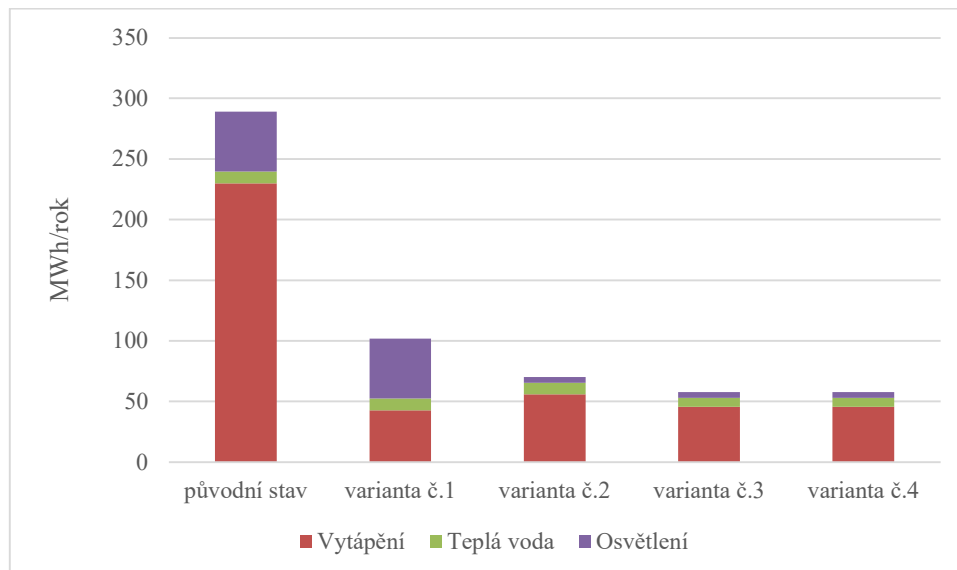
Graf 9 Celková dodaná energie pro jednotlivé varianty

B.7.3 Srovnání dílčí dodané energie

V následující tabulce a grafu porovnávám dílčí dodanou energii.

Tabulka 33 Dílčí dodaná energie pro jednotlivé varianty

	původní stav	varianta č.1	varianta č.2	varianta č.3	varianta č.4
	[MWh/rok]				
Vytápění	230	42,8	55,8	45,6	45,6
Teplá voda	9,71	9,71	9,71	7,43	7,43
Osvětlení	49,4	49,4	4,77	4,77	4,77



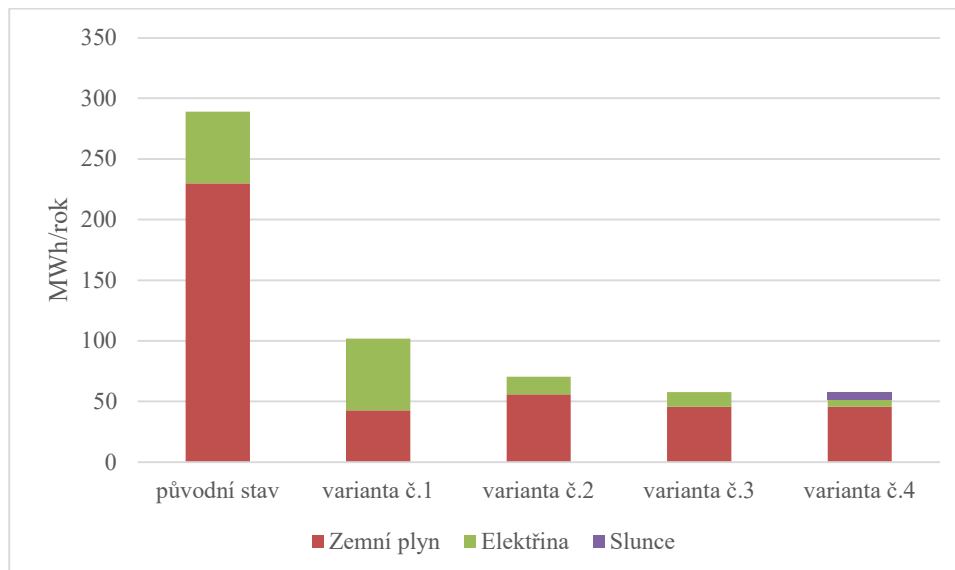
Graf 10 Dílčí dodaná energie pro jednotlivé varianty

B.7.4 Porovnání energonositelů

V následující tabulce a grafu porovnávám energonositele jednotlivých variant.

Tabulka 34 Porovnání energonositelů pro jednotlivé varianty

	původní stav	varianta č.1	varianta č.2	varianta č.3	varianta č.4
	[MWh/rok]				
Zemní plyn	230	42,8	55,8	45,6	45,6
Elektřina	59,1	59,1	14,5	12,2	5,96
Slunce	0	0	0	0	6,24



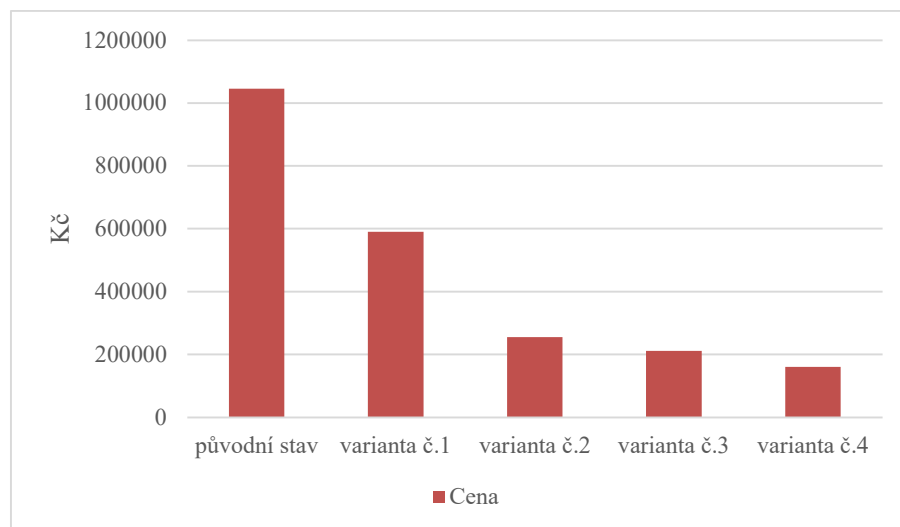
Graf 11 Porovnání energonositelů pro jednotlivé varianty

B.7.5 Porovnání ceny dodané energie za rok

V následující tabulce a grafu porovnávám ceny dodané energie za rok. Oproti výchozímu stavu jsou úspory výrazné.

Tabulka 35 Porovnání cen dodané energie pro jednotlivé varianty

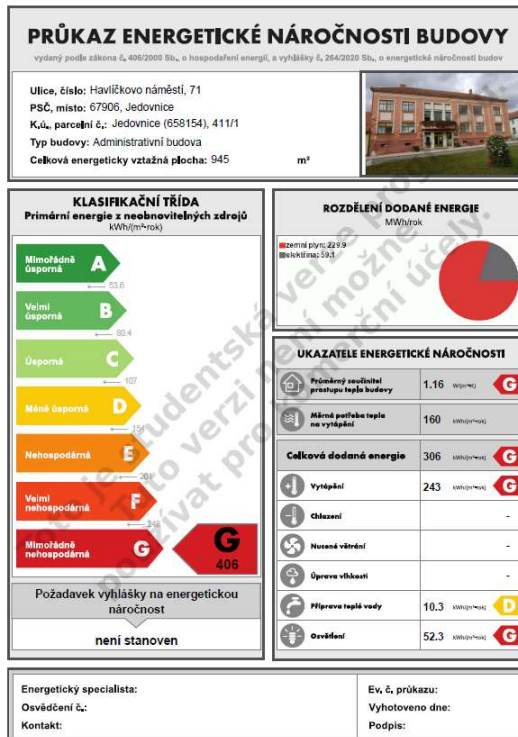
	původní stav	varianta č.1	varianta č.2	varianta č.3	varianta č.4
	[Kč]				
cena za dodané energie za rok	1 045 293	590 397	254 929	211 214	159 859



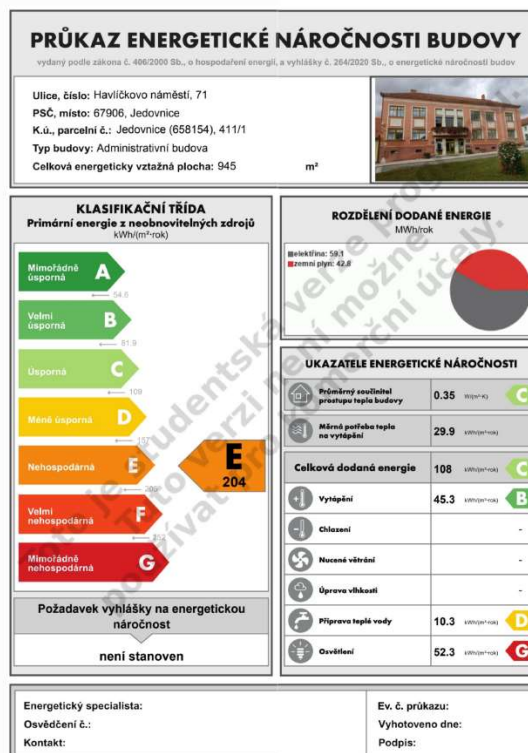
Graf 12 Porovnání cen dodané energie pro jednotlivé varianty

B.7.6 Grafické znázornění PENB původního stavu a jednotlivých variant

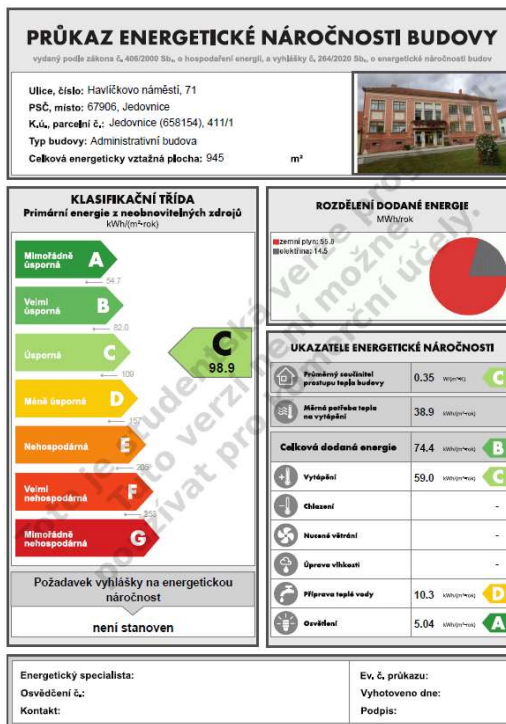
Na následujících stranách jsou grafické znázornění PENB výstupy z programu DEKsoft pro jednotlivé varianty.



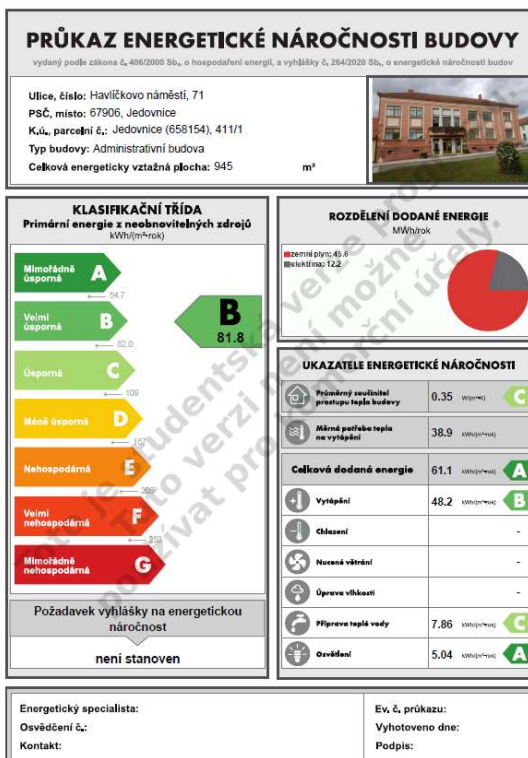
Obrázek 31 PENB původní stav



Obrázek 32 PENB - varianta č.1



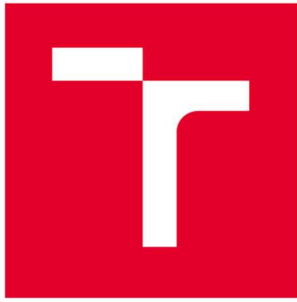
Obrázek 33 PENB – varianta č. 2



Obrázek 34 PENB - varianta č.3



Obrázek 35 PENB - varianta č. 4



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C – PROJEKT - PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Valerie de la Renotière Kriegsfeld

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2024

C. PROJEKT - PENB

V této části se nachází dva průkazy energetické náročnosti OÚ Jedovnice. První průkaz je původní stav, druhý je průkaz se všemi opatřeními kromě opatření č.2. Průkazy byly zpracovány v softwaru Energetika od firmy DEKsoft.

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

Obecní úřad
Havlíčkovo náměstí 71
67906, Jedovnice
katastrální území Jedovnice [658154]
parc. č. 411/1



Energetický specialista

Číslo oprávnění:

Evidenční číslo

Datum vydání

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: Havlíčkovo náměstí, 71
 PSC, místo: 67906, Jedovnice
 K.ú., parcelní č.: Jedovnice (658154), 411/1
 Typ budovy: Administrativní budova
 Celková energeticky vztažná plocha: 945 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: 229.9
 ■ elektřina: 59.1



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	1.16 W/(m ² ·K)	G
	Měrná potřeba tepla na vytápění	160 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	306 kWh/(m²·rok)	G
	Vytápění	243 kWh/(m ² ·rok)	G
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	-	
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	10.3 kWh/(m ² ·rok)	D
	Osvětlení	52.3 kWh/(m ² ·rok)	G

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne:

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:	Jedovnice	Část obce:	
Ulice:	Havlíčkovo náměstí	Č.p / č. or. (č.ev.)	71
Katastrální území:	Jedovnice (658154)	Převládající typ využití:	Administrativní budova
Parcelní číslo pozemku:	411/1	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.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	3 415,1
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 821,4
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,53
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	945,5
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	21,5

VÝPOČTOVÉ ZÓNY						
<i>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.</i>						
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m ²
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Byt	2.BD - obytné prostory	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	67,8
Z2	Administrativa	5.Administrativní budovy - kancelářské prostory (oddělené kanceláře)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	558,5
Z3	Spojovací prostory	7.Administrativní budovy - schodiště, chodby, komunikace	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	263,0
Z4	Obřadní síň	6.Administrativní budovy - zasedací místnosti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	56,2
NZ5	Nevytápěný sklep	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
NZ6	Nevytápěná půda	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
NZ7	Nevytápěný průjezd	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-

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 odebraná 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).

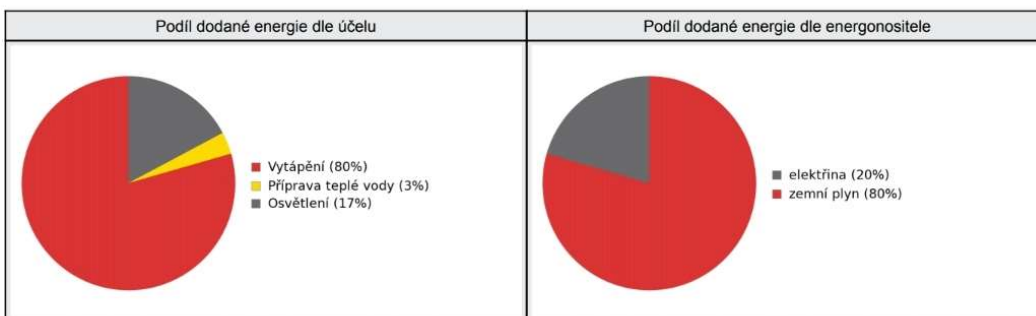
elektrina	---	---	---	---	3,4%	17,1%	---	20,5%
	---	---	---	---	9,71	49,4	---	59,1
zemní plyn	79,5%	---	---	---	---	---	---	79,5%
	230	---	---	---	---	---	---	230

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	79,5%	---	---	---	3,4%	17,1%	---	100,0%
kWh/m ² rok	243,1	---	---	---	10,3	52,3	---	305,7
MWh/rok	230	---	---	---	9,71	49,4	---	289

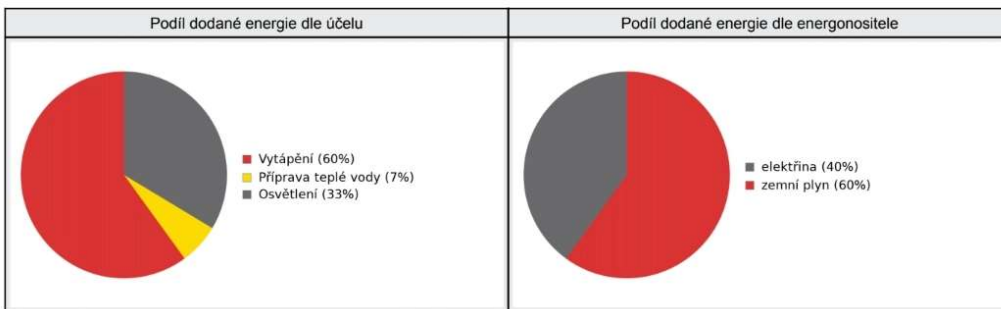


C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

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.

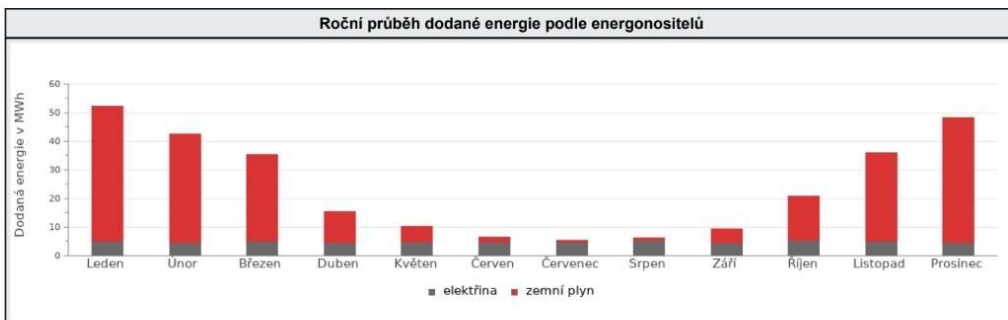
Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
		Dodaná energie v MWh/rok							

ENERGONOSITELE									
elektrřina	2,6	---	---	---	---	6,6%	33,5%	---	40,1%
		---	---	---	---	25,2	128	---	154
zemní plyn	1,0	59,9%	---	---	---	---	---	---	59,9%
		230	---	---	---	---	---	---	230
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		59,9%	---	---	---	6,6%	33,5%	---	100,0%
kWh/m ² /rok		243,1	---	---	---	26,7	135,9	---	405,7
MWh/rok		230	---	---	---	25,2	128	---	384

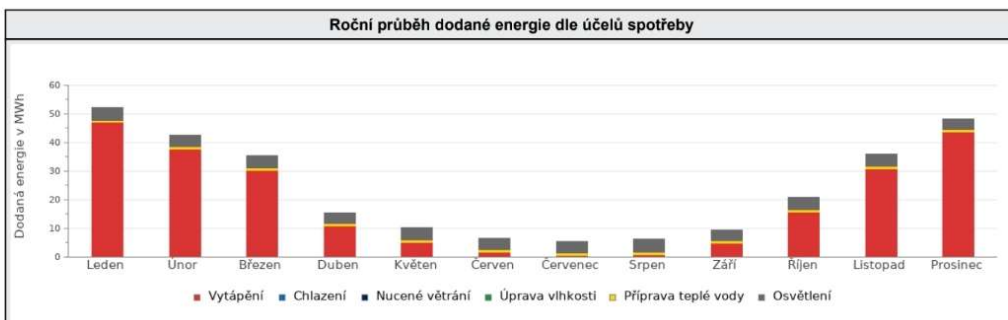


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOISITELŮ												
	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	52.2	42.5	35.6	15.6	10.2	6.63	5.44	6.33	9.38	21.0	35.9	48.3
elektrina	5.16	4.68	5.16	4.59	4.98	4.94	4.80	5.33	4.59	5.33	5.12	4.45
zemní plyn	47.0	37.8	30.4	11.0	5.24	1.69	0.63	0.99	4.79	15.6	30.8	43.8



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY												
	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	52.2	42.5	35.6	15.6	10.2	6.63	5.44	6.33	9.38	21.0	35.9	48.3
Vytápění	47.0	37.8	30.4	11.0	5.24	1.69	0.63	0.99	4.79	15.6	30.8	43.8
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.83	0.75	0.83	0.79	0.82	0.80	0.82	0.84	0.79	0.84	0.81	0.80
Osvětlení	4.33	3.93	4.33	3.80	4.16	4.14	3.99	4.50	3.80	4.50	4.31	3.65



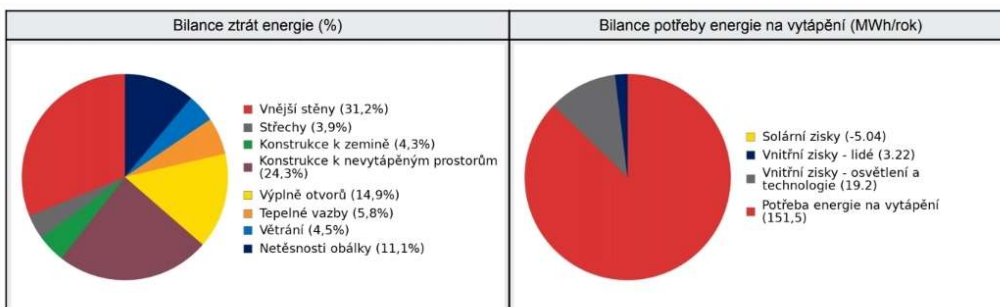
E BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ

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	143	Solární zisky	MWh/rok	-5.04
Větrání		7.56	Vnitřní zisky - lidé		3.22
Netěsnosti obálky - infiltrace		18.8	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		19.2
Celkem		169	Celkem		17.3

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	151,5	kWh/m ² .rok	160,2
-----------------------------	---------	-------	-------------------------	-------



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			
					Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
					U_i	$U_{n,i}$	$U_{R,i}$	
Ozn.	Název	°C	---	m ²	W/m ² .K			

VNĚJŠÍ STĚNY					574,0				
---------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--

STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z1)	20	EXT	23,2	1,405	0,30	0,30	468%
STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	102,7	1,405	0,30	0,30	468%
STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	25,7	1,405	0,30	0,30	468%
STN-24	obvodová stěna (temperovaný p.) (Z3)	20	EXT	43,1	1,405	0,75	0,75	187%
STN-57	obvodová stěna (temperovaný p.) tl. 600 (Z3)	20	EXT	24,7	1,143	0,75	0,75	152%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z1)	20	EXT	15,0	1,405	0,30	0,30	468%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	110,7	1,405	0,30	0,30	468%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	25,7	1,405	0,30	0,30	468%
STN-62	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	44,5	1,405	0,30	0,30	468%
STN-71	obvodová stěna (temperovaný p.) (Z3)	20	EXT	15,5	1,405	0,75	0,75	187%
STN-72	obvodová stěna (u vyt. pr.) tl. 600 (Z2)	20	EXT	15,7	1,143	0,30	0,30	381%
STN-73	obvodová stěna (u vyt. pr.) tl. 600 (Z2)	20	EXT	8,4	1,143	0,30	0,30	381%
STN-75	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	71,3	1,405	0,30	0,30	468%
STN-76	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	47,9	1,405	0,30	0,30	468%

STŘECHY					24,0				
----------------	--	--	--	--	-------------	--	--	--	--

STR-81	střecha (Z1)	20	EXT	11,4	3,718	0,24	0,24	1 549%
STR-82	střecha (Z1)	20	EXT	12,6	3,718	0,24	0,24	1 549%

KONSTRUKCE K ZEMINĚ					352,6				
----------------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--

STN(z)-26	obvodová stěna (u vyt. pr.) styk se zeminou (Z2)	20	ZEM	25,1	1,207	0,45	0,45	268%
STN(z)-27	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	4,7	1,207	0,85	0,85	142%
STN(z)-28	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	18,9	1,207	0,85	0,85	142%
PDL(z)-30	podlaha sklep (vyt. p) (Z2)	20	ZEM	194,7	3,188	0,45	0,45	708%

PDL(z)-31	podlaha sklep (tem. p) (Z3)	20	ZEM	99,5	3,188	0,85	0,85	375%
STN(z)-65	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	3,5	1,207	0,85	0,85	142%
STN(z)-68	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	6,2	1,207	0,85	0,85	142%

KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				713,2				
PDL-35	podlaha 1.NP (vyt. - nevyt. sklep) (Z2-Z5)	20	NZ5	78,8	1,236	0,60	0,60	206%
PDL-36	podlaha 1.NP (tem. - nevyt. sklep) (Z3-Z5)	20	NZ5	9,0	1,236	0,60	0,60	206%
PDL-38	podlaha 2.NP (nevytáp. průjezd - vyt.) (Z2-Z7)	20	NZ7	30,2	1,155	0,60	0,60	193%
STR-40	strop nad 2NP (vyt. - nevyt. půda) (Z2-Z6)	20	NZ6	206,9	1,606	0,30	0,30	535%
STR-40	strop nad 2NP (vyt. - nevyt. půda) (Z4-Z6)	20	NZ6	55,8	1,606	0,30	0,30	535%
STR-41	strop nad 2NP (tem. - nevyt. půda) (Z3-Z7)	20	NZ7	68,8	1,606	0,30	0,30	535%
STR-43	strop nad 3NP (vyt. - nevyt. půda) (Z1-Z6)	20	NZ6	67,9	1,620	0,60	0,60	270%
STN-48	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.600 (Z3-Z5)	20	NZ5	27,3	1,052	1,05	1,05	100%
STN-49	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.450 (Z3-Z5)	20	NZ5	6,6	1,265	1,27	1,27	100%
STN-50	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.150 (Z3-Z5)	20	NZ5	26,2	2,212	2,21	2,21	100%
STN-55	dělicí st.(vyt - nevyt. sklep) tl. 190 (Z2-Z5)	20	NZ5	7,0	2,109	2,11	2,11	100%
STN-56	dělicí st.(tem. - nevyt. sklep) tl. 190 (Z3-Z5)	20	NZ5	4,7	2,109	2,11	2,11	100%
STN-58	dělicí st.(vyt - nevyt. půda) tl. 300 (Z1-Z6)	20	NZ6	30,1	1,602	1,60	1,60	100%
STN-59	dělicí st.(vyt - nevyt. půda) tl. 150 (Z1-Z6)	20	NZ6	28,9	2,212	2,21	2,21	100%
STN-66	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.300 (Z3-Z5)	20	NZ5	21,6	1,602	1,60	1,60	100%
STN-67	dělicí st.(vyt - nevyt. průjezd) tl. 300 (Z2-Z7)	20	NZ7	25,4	1,602	0,60	0,60	267%
STN-70	dělicí st.(tem - nevyt. půda) tl. 600 (Z3-Z6)	20	NZ6	5,8	1,052	1,05	1,05	100%
STN-77	dělicí st.(tem - nevyt. půda) tl. 150 (Z3-Z6)	20	NZ6	12,4	2,212	2,21	2,21	100%

VÝPLNĚ OTVORŮ				157,6				
VYP-2	JV 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	40,5	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-3	JV 1,15x2,9 (Z3)	20	EXT	13,3	2,400	3,50	1,68	142%
VYP-4	JV dveře 1,8x2,9 (Z3)	20	EXT	10,4	2,400	3,50	1,68	142%
VYP-5	SV 1,7x0,4 (Z2)	20	EXT	0,7	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-6	SV dveře 0,7x1,97 (Z2)	20	EXT	1,4	4,860	1,70	1,68	288%
VYP-7	SV 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	44,6	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-9	SV 0,75x4 (Z4)	20	EXT	1,2	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-10	SZ 0,9x0,6 (Z2)	20	EXT	1,1	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-11	SZ 1,5x0,9 (Z2)	20	EXT	1,4	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-12	SZ 1,5x0,6 (Z3)	20	EXT	1,8	2,400	3,50	1,68	142%

VYP-13	SZ 0,6x0,9 (Z2)	20	EXT	3,8	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-14	SZ 1,5x1,8 (Z3)	20	EXT	5,4	2,400	3,50	1,68	142%
VYP-15	SZ 2,3x1,4 (Z2)	20	EXT	3,2	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-16	SZ 1,5x1,35 (Z3)	20	EXT	2,0	2,400	3,50	1,68	142%
VYP-17	JZ 1,7x0,4 (Z2)	20	EXT	0,7	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-18	JZ 0,75x4 (Z4)	20	EXT	1,2	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-19	JZ 1,5x1,8 (Z3)	20	EXT	10,8	2,400	3,50	1,68	142%
VYP-21	JZ 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	8,1	2,400	1,50	1,50	160%
VYP-22	JZ 1,5x1,35 (Z1)	20	EXT	6,1	2,400	1,50	1,50	160%

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.

		Systém vytápění uvnitř budovy							
Ozn.	Zdroj tepla ¹	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	49,5	zemní plyn	115	103	---	Z1: 81% Z2: 81% Z3: 81% Z4: 81%	Z1: 79% Z2: 79% Z3: 79% Z4: 79%	50% 75,7
K-2	Plynový kotel	49,5	zemní plyn	115	103	---	Z1: 81% Z2: 81% Z3: 81% Z4: 81%	Z1: 79% Z2: 79% Z3: 79% Z4: 79%	50% 75,7

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.

		Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	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	%	---	%	m ³ /rok	% pokrytí MWh/rok
K-3	Elektrická topná patrona v zásobníku	2,2	elektřina	9,71	96	---	TVsys 1: 36,6	50,55	100,0 9,32

OSVĚTLENÍ

Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztáhná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		---	m ²	lux	---	---	---	---
Z1 (L1)	Osvětlení byt	obyčejná žárovka	54,26	41	6,40	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Osvětlení administrativa	obyčejná žárovka	453,92	291	6,40	1,00	1,00	1,00
Z3 (L1)	Osvětlení spojovací prostory	obyčejná žárovka	209,65	75	6,40	1,00	1,00	1,00
Z4 (L1)	Osvětlení obřadní síň	obyčejná žárovka	46,80	250	6,40	1,00	1,00	1,00
NZ5 (L1)	Osvětlení nevytápěný sklep	obyčejná žárovka	69,31	42	6,40	1,00	1,00	1,00
NZ6 (L1)	Osvětlení nevytápěná půda	obyčejná žárovka	297,36	42	6,40	1,00	1,00	1,00
NZ7 (L1)	Osvětlení nevytápěný průjezd	obyčejná žárovka	24,68	42	6,40	1,00	1,00	1,00

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 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	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 energie z OZE	ANO	ANO	ANO	Doporučuji navrhnout fotovoltaickou soustavu.
KROK 4 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro daný typ objektu není kogenerace vhodným zdrojem tepla z důvodu provozních a výkonostních parametrů.
KROK 4 Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Není k dispozici v nejbližším okolí CZT a není možné objekt napojit.
KROK 4 Tepelná čerpadla	ANO	NE	NE	TČ není pro daný objekt výhodné.

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ

Popis souboru opatření	Proveditelnost			Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	
	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocená budova	163,13	305,65	405,71	
	154	289	384	
Soubor navržených opatření	163,13	305,65	405,71	
	154	289	384	
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:	Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost	Splněno:	není stanoven

REFERENČNÍ BUDOVA				
Úroveň referenční budovy:	dokončená budova a její změna od 1.1.2022			
Snižení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztázná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m ²	kWh/m ² .rok	%
	Z1 - Byt (obytná zóna)	67,8	70,7	3
	Z2 - Administrativa (ostatní zóna)	558,5		3
	Z3 - Spojovací prostory (ostatní zóna)	263,0		3
Z4 - Obřadní síň (ostatní zóna)	56,2	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	Přílehlající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno

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

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>								
X	---	---	---	---	---	---	---	---

OBÁLKA BUDOVY							
<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) a písm. b)</i>							
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek			1,16	0,44	NE

CELKOVÁ DODANÁ 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. b)</i>							
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek			305,65	119,60	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/m ² .rok	Budova jako celek			405,71	134,31	NE

J	OSTATNÍ ÚDAJE
----------	----------------------

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	III DEKSOFT* - ENERGETIKA	Verze software:	7.1.8
Klimatická data:	hodinová klimadata MPO (používat pro hodnocení ENB - HOD modul)	Metoda výpočtu:	Hodinový krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY			
Průkaz je součástí projektové dokumentace stavebního záměru.			
Název stavby:	Obecní úřad	Stupeň PD:	DSP/DOS (dokumentace pro povolení/ohlášení stavby)
Stavebník:		IČ:	
Generální projektant:		IČ:	
Zodpovědný projektant:		Č. autorizace:	

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

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

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:		Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

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:			
Platnost průkazu do:	20.5.2034		

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

Obecní úřad
Havlíčkovo náměstí 71
67906, Jedovnice
katastrální území Jedovnice [658154]
parc. č. 411/1



Energetický specialista

Číslo oprávnění:

Evidenční číslo

Datum vydání

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: Havlíčkovo náměstí, 71
 PSČ, místo: 67906, Jedovnice
 K.ú., parcelní č.: Jedovnice (658154), 4111/1
 Typ budovy: Administrativní budova
 Celková energeticky vztažná plocha: 945 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: 45.6
 energie okolního prostředí: 6.2
 elektřina: 6



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.35 W/(m ² ·K)	C
	Měrná potřeba tepla na vytápění	38.9 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	61.1 kWh/(m²·rok)	A
	Vytápění	48.2 kWh/(m ² ·rok)	B
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	-	
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	7.86 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	5.04 kWh/(m ² ·rok)	A

Energetický specialista:
 Osvědčení č.:
 Kontakt:

Ev. č. průkazu:
 Vyhотовeno dne:
 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:	Jedovnice	Část obce:	
Ulice:	Havlíčkovo náměstí	Č.p / č. or. (č.ev.)	71
Katastrální území:	Jedovnice (658154)	Převládající typ využití:	Administrativní budova
Parcelní číslo pozemku:	411/1	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.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	3 415,1
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 821,4
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,53
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	945,5
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	21,5

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 m ²
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Byt	2.BD - obytné prostory	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	67,8
Z2	Administrativa	5.Administrativní budovy -kancelářské prostory (oddělené kanceláře)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	558,5
Z3	Spojovací prostory	7.Administrativní budovy -schodiště, chodby, komunikace	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	263,0
Z4	Obřadní síň	6.Administrativní budovy -zasedací místnosti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	56,2
NZ5	Nevytápěný sklep	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
NZ6	Nevytápěná půda	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
NZ7	Nevytápěný průjezd	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-

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 odebraná 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).

elektřina	---	---	---	---	6,8%	3,6%	---	10,3%
	---	---	---	---	3,90	2,05	---	5,96
zemní plyn	78,9%	---	---	---	---	---	---	78,9%
	45,6	---	---	---	---	---	---	45,6

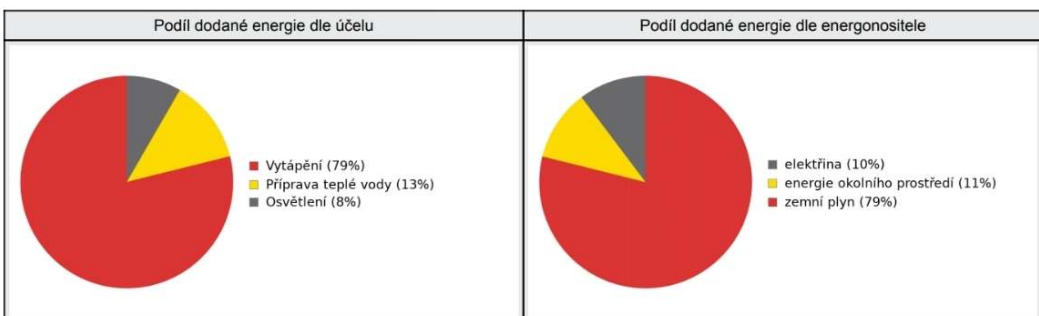
ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

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	---	---	---	---	6,1%	4,7%	---	10,8%
	---	---	---	---	3,53	2,71	---	6,24

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	78,9%	---	---	---	12,9%	8,3%	---	100,0%
kWh/m ² rok	48,2	---	---	---	7,9	5,0	---	61,1
MWh/rok	45,6	---	---	---	7,43	4,77	---	57,8

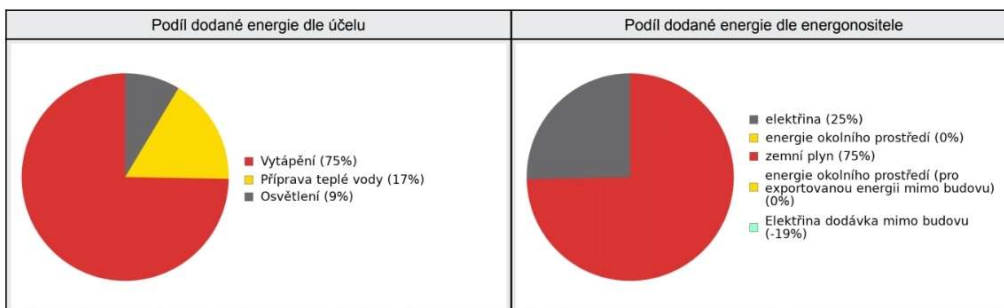


C	PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE
----------	--

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.

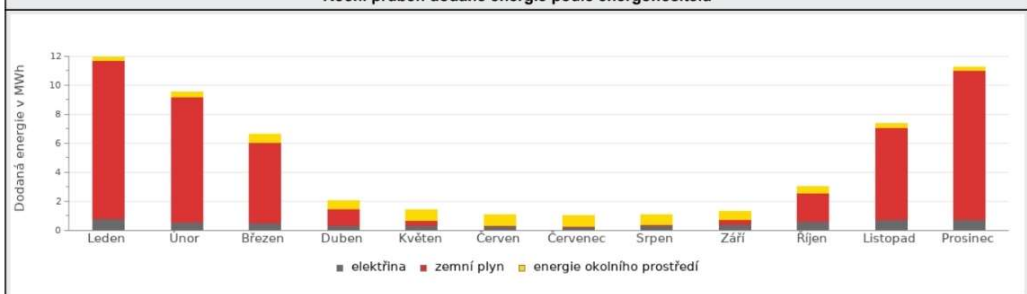
Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
Dodaná energie v MWh/rok									

ENERGONOSITELE									
elektrína	2,6	---	---	---	---	16,6%	8,7%	---	25,4%
		---	---	---	---	10,1	5,34	---	15,5
energie okolního prostředí	0,0	---	---	---	---	0,0%	0,0%	---	0,0%
		---	---	---	---	0,00	0,00	---	0,00
zemní plyn	1,0	74,6%	---	---	---	---	---	---	74,6%
		45,6	---	---	---	---	---	---	45,6
energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0	---	---	---	---	---	---	0,0%	0,0%
		---	---	---	---	---	---	0,00	0,00
Elektrína dodávka mimo budovu	-2,6	---	---	---	---	---	---	-19,2%	-19,2%
		---	---	---	---	---	---	-11,7	-11,7
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		74,6%	---	---	---	16,6%	8,7%	-19,2%	80,8%
kWh/m ² rok		48,2	---	---	---	10,7	5,6	-12,4	52,2
MWh/rok		45,6	---	---	---	10,1	5,34	-11,7	49,4

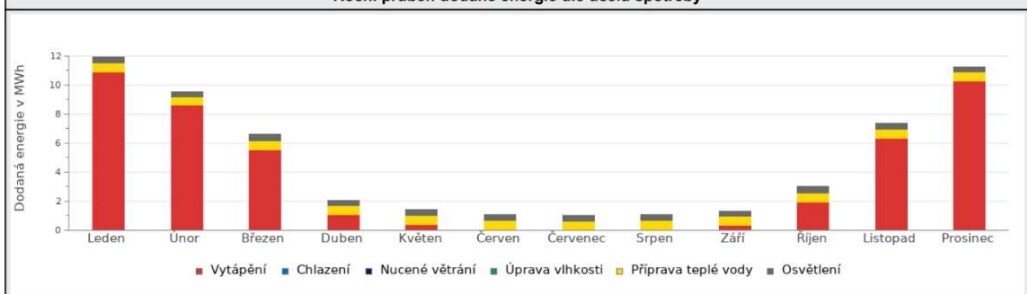


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE**BILANCE PODLE ENERGOISITELŮ**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	12.0	9.56	6.61	2.08	1.41	1.09	1.03	1.10	1.31	3.03	7.37	11.3
elektřina	0.80	0.57	0.52	0.36	0.32	0.26	0.26	0.35	0.40	0.62	0.76	0.76
zemní plyn	10.9	8.61	5.56	1.11	0.37	0.08	0.02	0.03	0.35	1.95	6.34	10.3
energie okolního prostředí	0.25	0.38	0.53	0.61	0.72	0.75	0.75	0.73	0.57	0.45	0.28	0.20

Roční průběh dodané energie podle energoisitelů**BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	12.0	9.56	6.61	2.08	1.41	1.09	1.03	1.10	1.31	3.03	7.37	11.3
Vytápění	10.9	8.61	5.56	1.11	0.37	0.08	0.02	0.03	0.35	1.95	6.34	10.3
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.64	0.58	0.64	0.60	0.63	0.61	0.62	0.64	0.60	0.64	0.62	0.61
Osvětlení	0.42	0.38	0.42	0.37	0.40	0.40	0.39	0.43	0.37	0.43	0.42	0.35

Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby

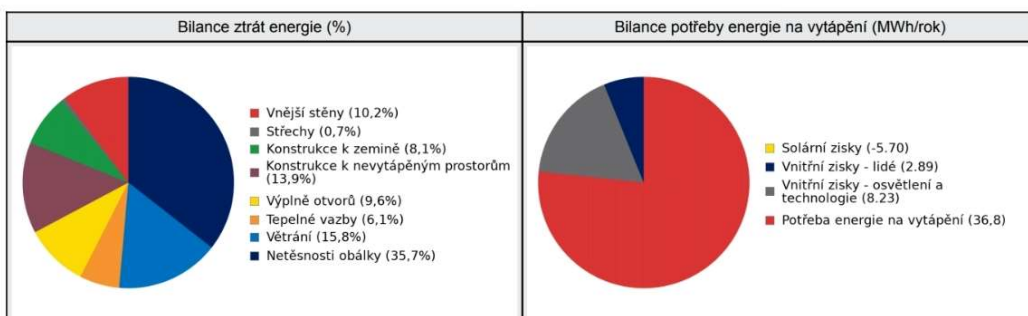
E	BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ
----------	-------------------------------

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	20.5	Solární zisky	MWh/rok	-5.70
Větrání		6.67	Vnitřní zisky - lidé		2.89
Netěsnosti obálky - infiltrace		15.1	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		8.23
Celkem		42.2	Celkem		5.42

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	36,8	kWh/m ² .rok	38,9
-----------------------------	---------	------	-------------------------	------



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						
<p>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.</p>								
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
Ozn.	Název	°C	---	m ²	W/m ² .K			
VNĚJŠÍ STĚNY				574,0				
STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z1)	20	EXT	23,2	0,237	0,30	0,30	79%
STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	102,7	0,237	0,30	0,30	79%
STN-23	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	25,7	0,237	0,30	0,30	79%
STN-24	obvodová stěna (temperovaný p.) (Z3)	20	EXT	43,1	0,237	0,75	0,75	32%
STN-57	zateplená stěna polystyren (Z3)	20	EXT	24,7	0,228	0,75	0,75	30%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z1)	20	EXT	15,0	0,237	0,30	0,30	79%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	110,7	0,237	0,30	0,30	79%
STN-60	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	25,7	0,237	0,30	0,30	79%
STN-62	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z4)	20	EXT	44,5	0,237	0,30	0,30	79%
STN-71	obvodová stěna (temperovaný p.) tl. 600 (Z3)	20	EXT	15,5	0,228	0,75	0,75	30%
STN-72	obvodová stěna (u vyt. pr.) tl. 600 (Z2)	20	EXT	15,7	0,228	0,30	0,30	76%
STN-73	obvodová stěna (u vyt. pr.) tl. 600 (Z2)	20	EXT	8,4	0,228	0,30	0,30	76%
STN-75	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	71,3	0,237	0,30	0,30	79%
STN-76	obvodová stěna (u vyt. pr.) (Z2)	20	EXT	47,9	0,237	0,30	0,30	79%
STŘECHY				24,0				
STR-81	střecha - byt (Z1)	20	EXT	11,4	0,360	0,24	0,24	150%
STR-82	střecha - byt (Z1)	20	EXT	12,6	0,360	0,24	0,24	150%
KONSTRUKCE K ZEMINĚ				352,6				
STN(z)-26	obvodová stěna (u vyt. pr.) styk se zeminou (Z2)	20	ZEM	25,1	1,207	0,45	0,45	268%
STN(z)-27	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	4,7	1,207	0,85	0,85	142%
STN(z)-28	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	18,9	1,207	0,85	0,85	142%
PDL(z)-30	podlaha sklep (vyt. p) (Z2)	20	ZEM	194,7	3,188	0,45	0,45	708%

PDL(z)-31	podlaha sklep (tem. p) (Z3)	20	ZEM	99,5	3,188	0,85	0,85	375%
STN(z)-65	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	3,5	1,207	0,85	0,85	142%
STN(z)-68	obvodová stěna (temperovaný p.) styk se zeminou (Z3)	20	ZEM	6,2	1,207	0,85	0,85	142%

KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				713,2				
PDL-35	podlaha 1.NP (vyt. - nevyt. sklep) (Z2-Z5)	20	NZ5	78,8	0,376	0,60	0,60	63%
PDL-36	podlaha 1.NP (tem. - nevyt. sklep) (Z3-Z5)	20	NZ5	9,0	0,376	0,60	0,60	63%
PDL-38	podlaha 2.NP (nevyt. průjezd - vyt.) (Z2-Z7)	20	NZ7	30,2	0,359	0,60	0,60	60%
STR-40	strop nad 2NP (vyt. - nevyt. půda) (Z2-Z6)	20	NZ6	206,9	0,199	0,30	0,30	66%
STR-40	strop nad 2NP (vyt. - nevyt. půda) (Z4-Z6)	20	NZ6	55,8	0,199	0,30	0,30	66%
STR-41	strop nad 2NP (tem. - nevyt. půda) (Z3-Z7)	20	NZ7	68,8	0,199	0,30	0,30	66%
STR-43	strop nad 3NP (vyt. - nevyt. půda) (Z1-Z6)	20	NZ6	67,9	0,199	0,60	0,60	33%
STN-48	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.600 (Z3-Z5)	20	NZ5	27,3	1,052	1,05	1,05	100%
STN-49	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.450 (Z3-Z5)	20	NZ5	6,6	1,265	1,27	1,27	100%
STN-50	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.150 (Z3-Z5)	20	NZ5	26,2	2,212	2,21	2,21	100%
STN-55	dělicí st.(vyt - nevyt. sklep) tl. 190 (Z2-Z5)	20	NZ5	7,0	2,109	2,11	2,11	100%
STN-56	dělicí st.(tem. - nevyt. sklep) tl. 190 (Z3-Z5)	20	NZ5	4,7	2,109	2,11	2,11	100%
STN-58	dělicí st.(vyt - nevyt. půda) tl. 300 (Z1-Z6)	20	NZ6	30,1	0,389	0,60	0,60	65%
STN-59	dělicí st.(vyt - nevyt. půda) tl. 150 (Z1-Z6)	20	NZ6	28,9	0,350	0,60	0,60	58%
STN-66	dělicí st. (tem. nevyt. sklep) tl.300 (Z3-Z5)	20	NZ5	21,6	1,602	1,60	1,60	100%
STN-67	dělicí st.(vyt - nevyt. průjezd) tl. 300 (Z2-Z7)	20	NZ7	25,4	0,389	0,60	0,60	65%
STN-70	dělicí st.(tem - nevyt. půda) tl. 600 (Z3-Z6)	20	NZ6	5,8	1,052	1,05	1,05	100%
STN-77	dělicí st.(vyt - nevyt. půda) (Z3-Z6)	20	NZ6	12,4	2,132	2,13	2,13	100%

VÝPLNĚ OTVORŮ				157,6				
VYP-2	JV 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	40,5	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-3	JV 1,15x2,9 (Z3)	20	EXT	13,3	0,800	3,50	1,68	47%
VYP-4	JV dveře 1,8x2,9 (Z3)	20	EXT	10,4	0,910	3,50	1,68	54%
VYP-5	SV 1,7x0,4 (Z2)	20	EXT	0,7	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-6	SV dveře 0,7x1,97 (Z2)	20	EXT	1,4	0,910	1,70	1,68	54%
VYP-7	SV 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	44,6	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-9	SV 0,75x4 (Z4)	20	EXT	1,2	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-10	SZ 0,9x0,6 (Z2)	20	EXT	1,1	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-11	SZ 1,5x0,9 (Z2)	20	EXT	1,4	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-12	SZ 1,5x0,6 (Z3)	20	EXT	1,8	0,800	3,50	1,68	47%

VYP-13	SZ 0,6x0,9 (Z2)	20	EXT	3,8	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-14	SZ 1,5x1,8 (Z3)	20	EXT	5,4	0,800	3,50	1,68	47%
VYP-15	SZ 2,3x1,4 (Z2)	20	EXT	3,2	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-16	SZ 1,5x1,35 (Z3)	20	EXT	2,0	0,800	3,50	1,68	47%
VYP-17	JZ 1,7x0,4 (Z2)	20	EXT	0,7	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-18	JZ 0,75x4 (Z4)	20	EXT	1,2	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-19	JZ 1,5x1,8 (Z3)	20	EXT	10,8	0,800	3,50	1,68	47%
VYP-21	JZ 2,25x1,8 (Z2)	20	EXT	8,1	0,800	1,50	1,50	53%
VYP-22	JZ 1,5x1,35 (Z1)	20	EXT	6,1	0,800	1,50	1,50	53%

TEPELNÉ VAZBY

Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.

Vliv tepelných vazeb ΔU_{tb}		---	0,050	---	0,020	250%
--------------------------------------	--	-----	-------	-----	-------	------

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	49,5	zemní plyn	22,8	103	---	Z1: 89% Z2: 89% Z3: 89% Z4: 89%	Z1: 88% Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88%	50% 18,4
K-2	Plynový kotel	49,5	zemní plyn	22,8	103	---	Z1: 89% Z2: 89% Z3: 89% Z4: 89%	Z1: 88% Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88%	50% 18,4
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	%	---	%	m ³ /rok	% pokrytí MWh/rok
K-3	Elektrická topná patrona v zásobníku	2,2	elektřina	7,43	96	---	TVsys 1: 47,8	50,55	100,0 7,13

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztázná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		---	m ²	lux	---	---	---	---
Z1 (L1)	Osvětlení byt	LED - kompaktní provedení pro domácnosti 120 lm/W	54,26	41	0,75	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Osvětlení administrativa	LED - služby a průmysl (svítidlo 150 lm/W)	453,92	291	0,60	1,00	1,00	1,00
Z3 (L1)	Osvětlení spojovací prostory	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	209,65	75	0,72	1,00	1,00	1,00
Z4 (L1)	Osvětlení obřadní síň	LED - služby a průmysl (svítidlo 150 lm/W)	46,80	250	0,60	1,00	1,00	1,00
NZ5 (L1)	Osvětlení nevytápěný sklep	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	69,31	42	0,72	1,00	1,00	1,00
NZ6 (L1)	Osvětlení nevytápěná půda	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	297,36	42	0,72	1,00	1,00	1,00
NZ7 (L1)	Osvětlení nevytápěný průjezd	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	24,68	42	0,72	1,00	1,00	1,00

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	Využití 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		
			ks	%		kWh		
FVE 1	Fotovoltaika	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	35,678	15,52	0	-	12,346	10,753
			17	20		-		

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 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	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 energie z OZE	ANO	ANO	ANO	Je navržena fotovoltaická soustava.
KROK 4 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro daný typ objektu není kogenerace vhodným zdrojem tepla z důvodu provozních a výkonnostních parametrů.
KROK 4 Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Není k dispozici v nejbližším okolí CZT a není možné objekt napojit.
KROK 4 Tepelná čerpadla	ANO	NE	NE	TČ není pro daný objekt výhodné.

NAVŘENÝ 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/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocená budova	41,80	61,14	52,22	
	39.5	57.8	49.4	
Soubor navržených opatření	41,80	61,14	52,22	
	39.5	57.8	49.4	
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:	Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost	Splněno:	není stanoven

REFERENČNÍ BUDOVA				
Úroveň referenční budovy:		dokončená budova a její změna od 1.1.2022		
Snižení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztážná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m ²	kWh/m ² .rok	%
	Z1 - Byt (obytná zóna)	67,8	72,7	3
	Z2 - Administrativa (ostatní zóna)	558,5		3
	Z3 - Spojovací prostory (ostatní zóna)	263,0		3
Z4 - Obřadní síň (ostatní zóna)	56,2	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	Přílehlající 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/m ² .K	Budova jako celek	0,35	0,44	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/m ² .rok	Budova jako celek	61,14	122,35	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/m ² .rok	Budova jako celek	52,22	136,94	ANO
---------------------------------------	-------------------------	-------------------	-------	--------	-----

J OSTATNÍ ÚDAJE

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	III DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	7.1.8
Klimatická data:	hodinová klimadata MPO (používat pro hodnocení ENB - HOD modul)	Metoda výpočtu:	Hodinový krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY			
Průkaz je součástí projektové dokumentace stavebního záměru.			
Název stavby:	Obecní úřad	Stupeň PD:	DSP/DOS (dokumentace pro povolení/ohlášení stavby)
Stavebník:		IČ:	
Generální projektant:		IČ:	
Zodpovědný projektant:		Č. autorizace:	

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

K ENERGETICKÝ SPECIALISTA

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:		Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

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:			
Platnost průkazu do:	20.5.2034		

D. ZÁVĚR

V teoretické části jsem se věnovala softwarům energetického hodnocení budov. Konkrétně jejich představením a popisu a následně jejich srovnání.

Ve výpočtové části jsem analyzovala budovu. Rozdělila jsem objekt do zón dle podobného užívání a stanovila jejich velikost. Zabývala jsem se stavebně konstrukčními řešeními, pro jednotlivé konstrukce jsem stanovila součinitele prostupu tepla. Dále jsem specifikovala jednotlivé energetické systémy budovy. Následně jsem díky těmto informacím provedla energetický posudek výchozího stavu objektu. Jelikož tento posudek vyšel velice neekonomicky, tak jsem navrhla několik možností snížení potřeby energie. Mezi tyto návrhy patřilo zateplení konstrukce a výměna oken, výměna osvětlení na ekonomické LED světla, zateplení rozvodů kotle topné vody a rozvodů distribuční sítě ohřevu teplé vody a návrh fotovoltaických panelů. Následně jsem všechny návrhy vyhodnotila a porovnávala.

Do poslední části jsem umístila dva průkazy energetické náročnosti. První vyhodnotil výchozí stav, kdy byl objekt zařazen do klasifikační třídy G – mimořádně neekonomický. Druhý průkaz je stav po navržení zateplení a výměny oken, výměny osvětlení, zateplení rozvodů a instalace fotovoltaiky, kdy se podařilo výslednou klasifikační třídu zlepšit natolik, že byl objekt zařazen do třídy A – mimořádně úsporná.

E. POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, normy, vyhlášky

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

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

NORMA ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie

NORMA ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

VYHLÁŠKA č. 141/2021 Sb. Vyhláška o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie

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

Elektronické zdroje

[1] Transsolar Energietechnik GmbH. *Trnsys18* [online]. [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: <https://trnsys.de/en/trnsys18>

[2] ŠOUREK, Ing. Bořivoj a Ing. Jozef KOREČKO. Simulační prostředí TRNSYS. *Tzbiňfo* [online]. 2004 [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1956-simulacni-prostredi-trnsys>

[3] Energy system simulation. *AIGUASOL* [online]. [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: <https://aiguasol.coop/energy-software/trnsys-18-energy-system-simulation/>

[4] About DesignBuilder. DesignBuilder [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/about-us>

[5] EnergyModelling. Web.mit.edu [online]. 2009 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: https://web.mit.edu/sustainabledesignlab/projects/TeachingResources/EnergyModellingI_GettingStarted.pdf

[6] Energy Assessor. DesignBuilder [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/software/for-energy-assessors>

[7] Certification. DesignBuilder [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/certification/>

[8] The Basic TRNSYS 18 Package. TRNSYS [online]. 2021 [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: <https://www.trnsys.com/order/pricing.php.html>

[9] EveBIM-TRNSYS. CSTB.fr [online]. 2018 [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: <https://www.cstb.fr/en/news/detail/evebim-trnsys-2018-06/>

[10] Certification training. DesignBuilder [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/22-training/certification-training/139-designbuilder-epcs-and-part-1>

[11] ESP-r. Wikipedia [online]. 2024 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP-r>

[12] Energy Systems Research Unit. University of Strathclyde [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.strath.ac.uk/research/energysystemsresearchunit/applications/esp-r/>

- [13] The ESP-r System for Building Energy Simulation. University of Strathclyde [online]. 2002 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://www.esru.strath.ac.uk/Documents/ESP-r_userguide.pdf
- [14] Foundation. *Valentin software* [online]. [cit. 2024-04-28]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/company/about-us/>
- [15] T*SOL. *Valentin software* [online]. [cit. 2024-04-28]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/products/tsol/>
- [16] Sales. *Valentin software* [online]. [cit. 2024-04-28]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/sales/students/>
- [17] PV*SOL. *Valentin software* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol/>
- [18] PV*SOL premium. *Valentin software* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/>
- [19] EnergyPlus. *EnergyPlus* [online]. [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://energyplus.net/>
- [20] Licensing. *EnergyPlus* [online]. [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://energyplus.net/licensing>
- [21] About IES. *IESVE* [online]. 2024 [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/about>
- [22] Virtual Environment. *IESVE* [online]. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/software/virtual-environment?name=energy>
- [23] IES TaP. *IESVE* [online]. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/software/ies-tap/leed/buy>
- [24] IES for Education. *IESVE* [online]. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/software/education>
- [25] Dynamic Energy Performance Assessment. *Ebrary.net* [online]. [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: https://ebrary.net/31394/environment/dynamic_energy_performance_assessment
- [26] What's New in v7. *DesignBuilder* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/software/what-s-new-in-v7>
- [27] DesignBuilder. *Solvusoft* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.solvusoft.com/cs/file-extensions/software/design-builder/designbuilder/>
- [28] A Tour of ESP-r. *University of Strathclyde* [online]. 2018 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.esru.strath.ac.uk/Courseware/ESP-r/tour/Index.html>
- [29] Software and Applications Included in ESPr. *University of Strathclyde* [online]. 2018 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://www.esru.strath.ac.uk/Courseware/ESP-r/tour/applications_in_suite.html
- [30] PV * SOL premium. *Tzbinfo* [online]. 2018 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://elektro.tzbinfo.cz/123922-novy-pv-sol-premium-2019-s-pridanymi-funkcemi-pro-elektromobily>
- [31] PV * SOL premium. *CEFAS* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.cefaz.cz/pv-sol/>
- [32] EnergyPlus. *Simulationresearch* [online]. [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://simulationresearch.lbl.gov/bcvtb/releases/latest/doc/manual/tit-EnePluCon.xhtml>

- [33] Energy Design Plugin. *Semanticscholar* [online]. 2008 [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-Design-Plugin%3A-An-EnergyPlus-Plugin-for-Ellis-Torcellini/0aacd1a59f3e4dd19a46106ad9dbed3babd4d1b3>
- [34] VE Gaia. *IESVE* [online]. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/software/gaia>
- [35] IESVE 2023. *IESVE* [online]. [cit. 2024-05-03]. Dostupné z: <https://www.iesve.com/ve2023>
- [36] Hodnocení energetické náročnosti budov. *PROTECH* [online]. [cit. 2024-05-07]. Dostupné z: <https://www.protech.cz/produkty/hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov>
- [37] Programy společnosti PROTECH. *PROTECH* [online]. [cit. 2024-05-07]. Dostupné z: <https://www.protech.cz/aktualni-cenik>
- [38] Licence. *PROTECH* [online]. [cit. 2024-05-07]. Dostupné z: <https://www.protech.cz/typy-licenci>
- [39] K-CAD spol. s r.o. *K-CAD* [online]. [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://kcad.cz/cz/o-nas/predstaveni-spolecnosti/>
- [40] Energie 2023. *K-CAD* [online]. [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>
- [41] Energie 2023 LT. *K-CAD* [online]. [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika-lt/energie-lt/>
- [42] Historie revizí. *DEKsoft* [online]. 2024 [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/energetika/historie-revizi>
- [43] ENERGETIKA. *DEKsoft* [online]. [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/energetika>
- [44] Moduly programu. *DEKsoft* [online]. [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/energetika/moduly>
- [45] Produkty. *DEKsoft* [online]. [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/produkty/kategorie/21>
- [46] Modul HODINOVÝ VÝPOČET. *DEKsoft* [online]. [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/energetika/hodinovy-vypocet>
- [47] Cena plynu 2024. *Tzbinfo* [online]. 2024 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/13-prehled-cen-zemniho-plynu>
- [48] Cena elektřiny 2024. *Tzbinfo* [online]. 2024 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/14-ceny-elektriny>

F. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

BIM – Informační model budovy
CO₂ – Oxid uhličitý
DOE – Ministerstvo energetiky Spojených států americkým
DPH – Daň z přidané hodnoty
EPS – Expandovaný polystyren
GUI – Grafické uživatelské rozhraní
JV- Jihovýchod
Kč – Koruna česká
LED - Light-emitting diode (Elektroluminiscenční dioda)
NP – Nadzemní podlaží
NZÚ – Nová zelená úsporám
PENB – Průkaz energetické náročnosti budovy
PP – Podzemní podlaží
TI – Tloušťka
TV – Teplá voda
TZB – Technické zařízení budov
USD – Americký dolar
cca – cirka - přibližně

Fyzikální veličiny

d – tloušťka jedné vrstvy konstrukce [m]
 λ – součinitel tepelné vodivosti jednotlivé vrstvy konstrukce [W/(m·K)]
R – tepelný odpor konstrukce [(m²·K)/W]
R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [(m²·K)/W]
R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [(m²·K)/W]
R_T – tepelný odpor při přestupu tepla [(m²·K)/W]
U – součinitel prostupu tepla [W/(m²·K)]
 ΔU – přírůžka na lineární tepelné vazby (vliv tepelných mostů) [W/(m²·K)]

$U_{rec,20}$ – doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

$U_{N,20}$ – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

C_f – roční úspora nákladů [Kč]

IN – počáteční investice [Kč]

T_s – doba návratnosti [rok]

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázky

Obrázek 1 Vizualní ukázka ze softwaru Trnsys [25]	13
Obrázek 2 Vizualní ukázka č.2 ze softwaru Trnsys [25]	13
Obrázek 3 Vizualní ukázka ze softwaru DesignBuilder [26].....	14
Obrázek 4 Vizualní ukázka č. 2 ze softwaru DesignBuilder [27].....	15
Obrázek 5 Vizualní ukázka ze softwaru ESP-r [28]	16
Obrázek 6 Vizualní ukázka č.2 ze softwaru ESP-r [29].....	16
Obrázek 7 Vizualní ukázka ze softwaru T*SOL [15]	17
Obrázek 8 Vizualní ukázka ze softwaru PV*SOL [30]	18
Obrázek 9 Vizualní ukázka ze softwaru PV*SOL premium [31].....	18
Obrázek 10 Vizualní ukázka č. 2 ze softwaru PV*SOL premium [31]	18
Obrázek 11 Vizualní ukázka ze softwaru EnergyPlus [32].....	19
Obrázek 12 Vizualní ukázka č.2 ze softwaru EnergyPlus [33].....	19
Obrázek 13 Vizualní Grafická ukázka ze softwaru IESVE [34].....	20
Obrázek 14 Vizualní ukázka č.2 ze softwaru IESVE [35]	21
Obrázek 15 Vizualní ukázka ze softwaru ENERGIE 2023 [40].....	22
Obrázek 16 Vizualní ukázka ze softwaru Energetika [46].....	24
Obrázek 17 Vizualní ukázka č. 2 ze softwaru Energetika [46]	24
Obrázek 19 Posuzovaný objekt	28
Obrázek 18 Posuzovaný objekt	28
Obrázek 20 Zóny 1NP	29
Obrázek 21 Zóny 2NP.....	30
Obrázek 22 Zóny 3NP	30
Obrázek 23 Zóny 1PP	31
Obrázek 24 Plynové kotle v 1PP	32
Obrázek 25 Rozvody v 1PP	32
Obrázek 26 Otopné těleso v objektu	33
Obrázek 27 Ohřívač teplé vody v 1PP	33
Obrázek 28 Štítek budovy - stávající stav	39
Obrázek 29 Štítek obálky budovy - nový stav	48
Obrázek 30 Rozmístění panelů na střeše objektu.....	52
Obrázek 31 PENB původní stav.....	58
Obrázek 32 PENB - varianta č.1	58
Obrázek 33 PENB – varianta č. 2	59
Obrázek 34 PENB - varianta č.3	59
Obrázek 35 PENB - varianta č. 4	60

Tabulky

Tabulka 1. Ceny licencí Trnsys [8].....	12
Tabulka 2 Přehled funkcí modulů DesignBuilder Energy.....	14
Tabulka 3 Srovnání softwarů.....	25
Tabulka 4 Obvodová stěna tl. 450 - stávající stav	35
Tabulka 5 Obvodová stěna tl. 600 mm - stávající stav	35
Tabulka 6 Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zeminou - stávající stav	35
Tabulka 7 Podlaha 1PP - stávající stav	35
Tabulka 8 Podlaha 1NP - stávající stav	36
Tabulka 9 Podlaha 2NP - stávající stav	36
Tabulka 10 Strop nad 2NP - stávající stav.....	36
Tabulka 11 Strop nad 3NP - stávající stav.....	37
Tabulka 12 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm.....	37
Tabulka 13 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 - stávající stav	37
Tabulka 14 Střecha - stávající stav	38
Tabulka 15 Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 mm - stávající stav	38
Tabulka 16 Porovnání součinitelů prostu tepla - stávající stav	38
Tabulka 17 Obvodová stěna tl. 450 mm - nový stav	44
Tabulka 18 Obvodová stěna tl. 600 mm - nový stav	44
Tabulka 19 Podlaha 1NP - nový stav.....	45
Tabulka 20 Podlaha 2NP - nový stav.....	45
Tabulka 21 Strop nad 2 NP - nový stav	45
Tabulka 22 Strop nad 3NP - nový stav	46
Tabulka 23 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 300 mm - nový stav	46
Tabulka 24 Dělicí stěna byt - nevyt. půda tl. 150 mm - nový stav	46
Tabulka 25 Střecha - nový stav.....	47
Tabulka 26 Dělicí stěna vyt. - nevyt. průjezd tl. 300 m - nový stav	47
Tabulka 27 Porovnání součinitelů prostupu tepla - nový stav.....	47
Tabulka 28 Investice do zateplení, výměny oken.....	49
Tabulka 29 Obvodová stěna tl. 600 mm - styk se zeminou - nový stav	50
Tabulka 30 Investice zateplení suterénních stěn.....	50
Tabulka 31 Definice variant	53
Tabulka 32 Celková dodaná energie pro jednotlivé varianty	54
Tabulka 33 Dílčí dodaná energie pro jednotlivé varianty.....	55
Tabulka 34 Porovnání energonositelů pro jednotlivé varianty	56
Tabulka 35 Porovnání cen dodané energie pro jednotlivé varianty.....	57

Grafy

Graf 1 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 1 – stávající stav	39
Graf 2 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 2 – stávající stav	40
Graf 3 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 3 – stávající stav	40
Graf 4 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 4 – stávající stav	41
Graf 5 Roční průběh dodané energie.....	41
Graf 6 Podíl dodané energie dle účelu	42
Graf 7 Podíl dodané energie dle energonositele.....	42
Graf 8 Průběh měsíční produkce elektřiny fotovoltaikou	52
Graf 9 Celková dodaná energie pro jednotlivé varianty	54
Graf 10 Dílčí dodaná energie pro jednotlivé varianty.....	55
Graf 11 Porovnání energonositelů pro jednotlivé varianty	56
Graf 12 Porovnání cen dodané energie pro jednotlivé varianty.....	57

PŘÍLOHY

- D.1.1 – PŮDORYS 1NP – současný stav
- D.1.2 – PŮDORYS 2NP – současný stav
- D.1.3 – PŮDORYS 1PP – současný stav
- D.1.4 – PŮDORYS 3NP – současný stav
- D.1.5 – ŘEZ A-A' - současný stav
- D.1.6 – POHLED SEVEROVÝCHODNÍ - současný stav
- D.1.7 – POHLED JIHOVÝCHODNÍ - současný stav
- D.2.1 – PŮDORYS 1NP – nový stav
- D.2.2 – PŮDORYS 2NP – nový stav
- D.2.3 – PŮDORYS 1PP – nový stav
- D.2.4 – PŮDORYS 3NP – nový stav
- D.2.5 – ŘEZ A-A' - nový stav
- D.2.6 – POHLED SEVEROVÝCHODNÍ - nový stav
- D.2.7 – POHLED JIHOVÝCHODNÍ - nový stav
- D.2.8 – SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTELNY
- D.2.9 – PŮDORYS KOTELNY
- P1 – TECHNICKÝ LIST KOTLE
- P2 – TECHNICKÝ LIST ZÁSOBNÍKU
- P3 – TECHNICKÝ LIST FOTOVOLTAICKÉHO PANELU

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VYSOKOŠKOLSKÉ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2024

Valerie de la Renotière Kriegsfeld
autorka práce