



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENERGETICKÝ POSUDEK – PŘECHOD NA OBNOVITELNÝ ZDROJ ENERGIE

ENERGY ASSESSMENT – SWITCHING TO A RENEWABLE ENERGY SOURCE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ján Kozla

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2024

## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov  
Student: Bc. Ján Kozla  
Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.  
Akademický rok: 2023/24  
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – 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 diplomové práce:

### Energetický posudek – přechod na obnovitelný zdroj energie

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Literární rešerše z oblasti zvolené problematiky v rámci diplomové práce. 2. Analýza budovy z pohledu energetických toků a kvality obálky budovy. 3. Praktická aplikace v podobě PENB, energetického posudku nebo energetického auditu.

#### Cíle a výstupy diplomové práce:

##### A. Analýza tématu, cíle a metody řešení (podíl 20 %)

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

##### B. Aplikace tématu na zadané budově – koncepční řešení (podíl 40 %)

Tvorba energetické bilance zadaného objektu. Zhodnocení tepelně technických vlastností obálky budovy. Analýza energetických toků v budově (potřeba, spotřeba energie, pomocná energie, dodaná energie, primární neobnovitelná energie). Funkční schéma systému TZB (kotelny nebo VZT nebo chlazení nebo soustavy alternativního zdroje energie).

C. Dílčí úkol ze zadaného tématu (podíl 40 %) zpracovaný teoretickými či experimentálními metodami, příp. energetický audit, energetický posudek nebo PENB. Konkrétní náplň stanoví vedoucí práce.

#### Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce

2. Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO

3. Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;

4. Odborná literatura

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 8. 3. 2023

L. S.

---

Prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
vedoucí ústavu

---

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.  
vedoucí práce

---

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

## **ABSTRAKT**

Cieľom diplomovej práce bolo posúdiť výmenu zdroja tepla za alternatívny zdroj s obnoviteľnou energiou. Predmetom energetického posudku bol bytový dom, v ktorom boli nahradené plynové kondenzačné kotle za tepelné čerpadlo. Teoretická časť sa zaoberala legislatívou hospodárenia s energiami. Podrobne rozoberá zákon o hospodárení, a jeho prostriedky pre znižovanie energetickej náročnosti a zvyšovanie efektivity využívania zdrojov. Samostatne sa venuje právnym predpisom preukazu energetickej náročnosti a energetického posudku. Výpočtová časť je zameraná na zadefinovanie okrajových podmienok a výpočet energetickej náročnosti objektu. Ďalej návrhu súhrnného opatrenia pre zvýšenie efektívnosti využívania energie a zníženia energetickej náročnosti bytového domu. Na konci výpočtovej časti je vyhotovené vyhodnotenie súboru navrhnutých opatrení z technicko-energetického, ekonomického a ekologického hľadiska. V poslednej časti sa nachádza spracovaný energetický posudok, podľa príslušných právnych predpisov. Energetický posudok vyhodnocuje vhodnosť realizácie navrhnutých úsporných opatrení. V prílohách diplomovej práci sa nachádzajú grafické modely technickej miestnosti pred realizáciou opatrení a po ich realizácii.

## **ABSTRACT**

The objective of the master's thesis was to assess the replacement of a heat source with an alternative source using renewable energy. The subject of the energy assessment was an apartment building, where gas condensing boilers were replaced with a heat pump. The theoretical part dealt with legislation on energy management. It thoroughly discusses the law of energy management and its means for reducing intensity and increasing the efficiency of resource utilization. It separately addresses legal regulation for energy performance certification and energy assessment. Computational part is focused of defining boundary conditions and calculating the energy intensity of building. Further, it proposes measures for technical-energy, economic and ecological perspective. In the last part, there is a processed energy assessment, according to the relevant legal regulations. The energy assessment evaluates the suitability of implementing the proposed cost-saving measures. In the appendices of the thesis, there are graphical models of technical room before and after the implementation of the measures.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energetický posudok, obnoviteľné zdroje, energie, bytový dom, tepelné čerpadlo, plynový kondenzačný kotol, vykurovanie, príprava teplej vody, analýza, ekonomické vyhodnotenie, ekologické vyhodnotenie

## **KEY WORDS**

Energy assessment, renewable sources, energy, apartment building, hear pump, gas condensing boiler, heating, hot water preparation, analysis, economic evaluation, ecological evaluation

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KOZLA, Ján. *Energetický posudek – přechod na obnovitelný zdroj energie*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/152682>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Petr Horák.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energetický posudek – přechod na obnovitelný zdroj energie* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2024

---

Bc. Ján Kozla  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energetický posudek – přechod na obnovitelný zdroj energie* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2024

---

Bc. Ján Kozla  
autor práce

## **POĎAKOVANIE**

Chcel by som sa poďakovať všetkým priateľom, spolužiakom, pedagógom a celej rodine, za psychickú aj vecnú podporu pri spracovaní diplomovej práce. Najväčšia vďaka patrí моjím rodičom za ich neustálu podporu. Taktiež veľká vďaka patrí môjmu vedúcemu diplomovej práci doc. Ing. Petrovi Horákovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedenie pri jej tvorbe.

# OBSAH

ÚVOD .....	11
<b>A TEORETICKÁ ČASŤ.....</b>	<b>13</b>
<b>1 ZÁKON O HOSPODÁRENÍ S ENERGIAMI .....</b>	<b>13</b>
1.1 ŠTÁTNY PROGRAM NA PODPORU ÚSPOR ENERGIE .....	13
1.1.1 PROGRAMY PRE DOMÁCNOSTI.....	13
1.1.2 PROGRAMY PRE PODNIKY .....	14
1.1.3 PROGRAMY PRE VEREJNÝ SEKTOR A OBCE.....	15
1.2 OPATRENIA PRE ZVYŠOVANIE HOSPODÁRNOSTI VYUŽÍVANIA ENERGIE.....	15
1.2.1 ÚČINNOSTI VYUŽÍVANIA ENERGIÍ A KONTROLA SYSTÉMOV .....	16
1.2.2 ZNIŽOVANIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOV .....	16
1.3 ENERGETICKÉ ŠTÍTKY A EKODESIGN.....	18
1.4 ENERGETICKÝ AUDIT.....	19
<b>2 PREUKAZ ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI.....</b>	<b>20</b>
2.1 POVINNOSTI VYPLÝVAJÚCE ZO ZÁKONA O HOSPODÁRENÍ ENERGIÍ.....	21
<b>3 ENERGETICKÝ POSUDOK.....</b>	<b>23</b>
3.1 POVINNOSTI VYPLÝVAJÚCE ZO ZÁKONA O HOSPODÁRENÍ ENERGIÍ.....	23
3.2 PRÁVNY PREDPIS VYHODNOTENIA ENERGETICKÉHO POSUDKU .....	24
3.3 EKONOMICKÉ HODNOTENIE.....	25
3.4 EKOLOGICKÉ VYHODNOTENIE .....	27
<b>B VÝPOČTOVÁ ČASŤ .....</b>	<b>29</b>
<b>4 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE .....</b>	<b>29</b>
4.1 STAVEBNÉ A TEPELNE TECHNICKÉ VLASTNOSTI .....	30
4.1.1 ZÁKLADOVÉ KONŠTRUKCIE.....	30
4.1.2 ZVISLÉ KONŠTRUKCIE .....	30
4.1.3 VODOROVNÉ KONŠTRUKCIE.....	31
4.1.4 SÚČINITEĽ PRESTUPU TEPLA OBÁLKOVÝCH KONŠTRUKCIÍ .....	31
4.2 ŠPECIFIKÁCIA TECHNICKÝCH SYSTÉMOV.....	34
4.2.1 SYSTÉM VYKUROVANIA.....	34
4.2.2 SYSTÉM PRÍPRAVY TEPEJ VODY .....	34
4.2.3 OSTATNÉ SYSTÉMY OBJEKTU .....	35
<b>5 GEOMETRICÉ PARAMETRE PRE VÝPOČET .....</b>	<b>36</b>
5.1 ZÓNOVANIE BUDOVY .....	36
5.2 GRAFICKÉ ZOBRAZENIE ZÓNOVANIA OBJEKTU.....	37
5.3 POPIS ZÓN.....	38
5.3.1 ZÓNA 1 – SUTERÉN .....	38
5.3.2 ZÓNA 2 – SCHODISKO.....	38



5.3.3	ZÓNA 3 – BYTOVÉ PRIESTORY .....	39
<b>6</b>	<b>VYHODNOTENIE POČIATOČNÉHO STAVU .....</b>	<b>40</b>
6.1	VYHODNOTENIE TEPELNÝCH TOKOV .....	40
6.2	ENERGETICKÁ BILANCIA.....	41
6.3	VALIDÁCIA VÝPOČTU.....	44
6.4	CELKOVÉ VYHODNOTENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI PŮVODNÉHO STAVU BYTOVÉHO DOMU ....	45
<b>7</b>	<b>NÁVRH ENERGETICKÝ ÚSPORNÝCH OPATRENÍ.....</b>	<b>47</b>
7.1	TEPELNÉ ČERPADLO A AKUMULAČNÁ NÁDRŽ.....	47
7.2	ZÁSOBNÍKOVÝ OHRIEVAČ TEPLEJ VODY.....	51
7.3	OSTATNÉ PRVKY TECHNICKEJ MIESTNOSTI.....	54
7.3.1	OBEHOVÉ ČERPADLÁ.....	54
7.3.2	POISTNÉ ZARIADENIA.....	57
<b>8</b>	<b>VYHODNOTENIE NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ.....</b>	<b>58</b>
8.1	ENERGETICKÉ A TECHNICKÉ VYHODNOTENIE .....	58
8.1.1	ENERGETICKÁ BILANCIA NOVÉHO STAVU .....	58
8.1.2	POROVNANIE NOVÉHO A PŮVODNÉHO STAVU.....	59
8.2	EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE .....	61
8.2.1	NÁKLADY ZA SPOTREBU ENERGIÍ.....	62
8.2.2	REALIZAČNÉ NÁKLADY.....	64
8.2.3	OSTATNÉ PREVÁDZKOVÉ NÁKLADY.....	65
8.2.4	EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE PRE POSUDOK.....	66
8.3	EKOLOGICKÉ VYHODNOTENIE .....	67
<b>C</b>	<b>ENERGETICKÝ POSUDEK.....</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>TITULNÝ LIST .....</b>	<b>70</b>
9.1	ÚČEL SPRACOVANIA.....	70
9.2	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE O VLASTNÍKovi PREDMETU ENERGETICKÉHO POSUDKU .....	70
9.3	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE O PREDMETE ENERGETICKÉHO POSUDKU .....	70
9.4	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE ENERGETICKÉHO ŠPECIALISTU .....	71
9.5	DÁTUM SPRACOVANIA ENERGETICKÉHO POSUDKU .....	71
9.6	EVIDENČNÍ ČÍSLO ENERGETICKÉHO POSUDKU.....	71
<b>10</b>	<b>SÚHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU .....</b>	<b>71</b>
10.1	PREHĽAD ENERGETICKO-EKONOMICKÝCH UKAZOVATEĽOV HODNOTENÝCH (SÚBOROV) ENERGETICKÝCH OPATRENÍ .....	71
10.2	STANOVISKO ENERGETICKÉHO ŠPECIALISTU .....	72
10.3	NAPLNENIE KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY PRE SPOLUFINANCOVANIE .....	72
<b>11</b>	<b>PODROBNOSTI ENERGETICKÉHO POSUDKU.....</b>	<b>73</b>
11.1	POČIATOČNÝ STAV PREDMETU ENERGETICKÉHO POSUDKU.....	73

11.2	ENERGETICKÉ VSTUPY – POTREBA PALÍV A ENERGIÍ .....	74
11.3	NÁVRH A HODNOTENIE OPATRENÍ .....	76
11.3.1	POPIS NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ .....	76
11.3.2	VYHODNOTENIE NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ.....	78
11.4	SPOLUFINANCOVANIE OPATRENÍ Z PROGRAMOV PODPORY .....	79
11.5	REALIZAČNÉ A PREVÁDZKOVÉ NÁKLADY .....	79
11.6	PRÍNOSY NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ.....	80
11.7	EKONOMICKÉ POSÚDENIE.....	81
11.8	EKOLOGICKÉ HODNOTENIE .....	82
	<b>ZÁVER.....</b>	<b>83</b>
	<b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>	<b>84</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ .....</b>	<b>88</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV.....</b>	<b>90</b>
	<b>PRÍLOHY.....</b>	<b>93</b>

# ÚVOD

Začiatky 20 rokov 21. storočia budú v budúcnosti zadefinované ako krízové. Za posledné 3 roky sa v Európe vyskytlo naraz viac kríz, ktoré prispievajú k nestabilite na kontinente a k zhoršenej ekonomickej situácii. Kríza korona vírusu, vojenský konflikt na Ukrajine a energetická kríza, až nakoniec otrasy ekonomickej stability. Posledné tri zmienené krízy úzko súvisia s energo-ekonomickou otázkou bývania. Pri hroziacom nedostatku zemného plynu, z dôvodu geopolitickej situácii, je načase prehodnotiť spôsob výroby tepla v našich obydliach. Jedným z posledných aspektov diskusie, o zmenách v našom doterajšom spôsobe výroby tepla, je klimatická kríza. Nie len Európska únia, ale aj Česká republika, sa aktívne podieľajú na znižovaní energetickej náročnosti budov a zvyšovaní efektívnosti využívania energií. Zároveň sa snažia využívať lokálne obnoviteľné zdroje v čo najväčšej miere, aby na stabilitu v regióne nevplývali vonkajšie vplyvy. Je preto namieste sa pýtať: sme pripravený odstrihnúť sa od využívania fosílnych palív? Ja naša technológia výroby tepla v obytných budovách dostatočne pokročilá? Je výmena plynových kondenzačných kotlov za tepelné čerpadlo energeticky, ekonomicky a ekologicky vyhovujúca?

Diplomová práca sa bude úzko zaoberá využívaním obnoviteľných zdrojov a znižovaním energetickej náročnosti budov. Hlavným cieľom práce bude posúdiť celkovú rekonštrukciu technickej miestnosti bytového domu, v ktorej sa bude vymieňať hlavný zdroj výroby tepla. Za pomoci energetického posudku bude následne vyhodnotená vhodnosť realizácie súboru opatrení.

Diplomová práca je rozdelená do troch tematických častí. V prvej časti sa bude venovať legislatíve ČR v oblasti hospodárenia s energiou. Pozrie sa bližšie na spôsoby podpory znižovania energetickej náročnosti a zvyšovania efektivity využívania energií. Podrobnejšie bude rozobratá téma právnych predpisov energetického posudku a preukazu energetickej náročnosti budov. V druhej časti sa bude nachádzať výpočtový základ pre energetický posudok. V tej to časti bude predstavený predmet energetického posudku, vyhotoví sa súčasný stav energetickej náročnosti budov pri ktorej sa poukáže na nedostatky. Ďalej sa navrhnu úsporné opatrenia pre zlepšenie využívania zdrojov a celý súbor opatrení sa vyhodnotí. Pri vyhodnotení opatrení sa určí technická, ekonomická a ekologická vhodnosť realizácie opatrení. V poslednej časti diplomovej práci sa bude nachádzať energetický posudok podľa právnych predpisov.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## A – TEORETICKÁ ČÁST

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTERS'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ján Kozla

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2024

# A TEORETICKÁ ČASŤ

## 1 ZÁKON O HOSPODÁRENÍ S ENERGIAMI

Zákon č. 406/2000 Sb., [1] je hlavným legislatívnym aktom v Českej republike (ČR), ktorý určuje základné pravidlá a normy pre efektívne hospodárenie s energiami. Zákon spracováva príslušné predpisy Európskej únie (EU). Tento zákon zhrnuje opatrenia pre zvyšovanie efektivity využívania energií a povinnosti pri nakladaní s nimi. Zaoberá sa tvorbou Štátnej energetickej koncepcie, Územnej energetickej koncepcie a Štátneho programu na podporu úspor energie. Stanovuje taktiež požiadavky na ekodesign výrobkov, energetické štítkovanie a informovanie a vzdelávanie v oblasti úspor energie a využitia obnoviteľných zdrojov. Zhrnuje pravidlá pre poskytovanie energetických služieb. V prvej hlave tohto zákona sú definované dôležité pojmy v oblasti energetiky.

### 1.1 Štátny program na podporu úspor energie

Pre plnenie cieľov v oblasti zvyšovania účinnosti využitia energie, znižovania energetickej náročnosti za pomoci využitia kombinovanej výroby elektriny a tepla, obnoviteľných zdrojov a druhotných zdrojov sa využívajú štátne programy na podporu úspor energií. Programy spracovávajú a vyhodnocujú príslušné ministerstvá, a ich podpora môže byť poskytovaná vo forme dotácií zo štátneho rozpočtu. Tieto dotácie sú zamerané hlavne na rozvoj budov s nulovou spotrebou energie, využívanie kombinovanej výroby energie a tepla, modernizáciu výrobných a rozvodných zariadení energie a prípravu energetických úsporných projektov s využitím obnoviteľných a druhotných zdrojov. Dotácie sú tiež poskytované na programy vzdelávania, osvetu a výchovy, ale aj vedy, výskumu a vývoja v oblasti nakladania s energiami [1].

Aktuálne sa dotačné programy určené pre domácnosti zameriavajú na znižovanie spotreby energie a využívanie obnoviteľných zdrojov na vykurovanie chladenie a prípravu teplej vody. Pri podnikoch smeruje investície hlavne do zariadení využívajúce obnoviteľné zdroje a modernizáciu technológie výroby. Vo verejnom sektore sa dotujú programy, ktoré prispievajú k zlepšeniu infraštruktúry pre udržateľnú mobilitu, a to hlavne na nákup elektromobilov či vodíkových vozidiel. Pre obce sú taktiež dostupné dotácie na zníženie energetickej náročnosti, využívanie odpadného tepla a slnečnej energie, výstavba zelených striech a hospodárenie s dažďovo vodou [2]. V kapitolách nižšie sú spomenuté jednotlivé podporné opatrenia a relevantné programy.

#### 1.1.1 Programy pre domácnosti

##### *Program nová zelená úsporám (NZÚ) [3]*

Z programu NZÚ sú podporované renovácie rodinných a bytových domov, zamerané na znižovanie energetickej náročnosti. Jedná sa o dotačný program Ministerstva životného prostredia zo Státného fondu životného prostredia ČR. Pri splnení podmienok je možné dotácie čerpať na nové RD s veľmi nízkou energetickou náročnosťou, zateplenie (strechy, stropu,

stien a podláh) u existujúcich domoch, výstavbu zelených striech, využitie tepla z odpadných vôd, výmenu neekologických kotlov na pevné palivá alebo vykurovacie oleje, výmena plynových kotlov starších ako 20 rokov, solárne systémy, zachytávanie a využívanie dažďových a odpadných vôd, dobíjacie stanice pre elektromobily a systémy riadeného vetrania so spätným získavaním tepla. Programy NZÚ sú:

- **NZÚ Standard** – je štandardným programom s možnosťou obnovy alebo výstavby nových domov s vyššie spomenutými opatreniami.
- **Oprav dom po babičke** – je program so zálohovým financovaním komplexnej renovácii obytných rodinných domov až do výšky milión korún. Pri splnení podmienok môže žiadateľ získať zvýhodnený úver zo stavebných sporiteľní.
- **NZÚ Light** - je program pre nízkopříjmové domácnosti (seniori, invalidi alebo ľudia poberajúci dávky na bývanie).



Obrázok 1.1 - Prehľad dotačných programov pre domácnosti [2]

### **Program PANEL 2013+ [4]**

Program PANEL poskytuje zvýhodnené úvery na renováciu bytových domov, znižovanie energetickej náročnosti, opravy a modernizácie k predĺženiu životnosti domu. Jedná sa o program Ministerstva pro místní rozvoj ČR zo Státního fondu podpory investic. Úver kryje až 90% nákladov s fixnou úrokovou sadzbou a splatnosťou 30 rokov.

### **Operační program Životní prostředí (2021-2027) (OPŽP) [2]**

Jedná sa o program Ministerstva životního prostředí z Európskeho fondu pre regionálny rozvoj. Dotácie je možné čerpať do roku 2027. Operačný program slúži na výmenu nevhodných spaľovacích zdrojov za nové ekologické zdroje. Finančné prostriedky sú vyplácané vopred a sú určené pre domácnosti s nižšími príjmami.

## **1.1.2 Programy pre podniky**

Podnikateľské programy sú v zásade zamerané na zvýšenie konkurencieschopnosti, zníženie energetickej náročnosti, dekarbonizáciu a modernizáciu pre celú republiku ale aj určené oblasti, na ktoré nepriaznivo vplyva zelená transformácia priemyslu.

### **OPAK [5]**

Operačný program Technológie a aplikácie pre konkurencieschopnosť (OPAK) poskytuje pre malé a stredné podniky financie v oblasti výskumu, inovácií, digitalizácií, smart energetiky, cirkulačnej ekonomiky a čistej mobility. V energetickom ponímaní sa jedná o výmenu neefektívnej technológie výroby, zvýšenie energetickej efektívnosti systémov

technických zariadení budov (TZB), modernizácia systému merania a využívanie obnoviteľných zdrojov energií. Financie sú poskytované z Ministerstva průmyslu a obchodu.

### **Modernizační fond**

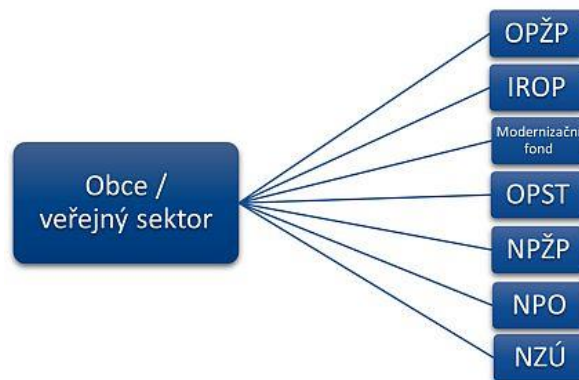
Modernizační fond je zameraný na všestranné modernizačné dotácie energetického priemyslu. Hlavným cieľom je podpora prechodu teplárenstva na čisté zdroje a modernizácia teplárenských sietí. Podporované sú projekty výstavby nových obnoviteľných zdrojov, dekarbonizácia priemyslu, modernizácia verejnej dopravy, ale aj komunitná energetika.

### **Operační program spravodlivej transformácie**

Čiastočne sa zaoberá znevýhodnenými socioekonomickými dopadmi určitých oblastí v ČR, ktoré sú zasiahnuté zelenou transformáciou. Jedná sa hlavne o tzv. uholné regióny, ktoré v budúcnosti budú musieť upustiť od ťažby a spaľovania uhlia. [6]

## **1.1.3 Programy pre verejný sektor a obce**

Dotáčne programy pre verejný sektor môžu byť čerpané z niektorých z programov v spomenutých v predošlých kapitolách, a to hlavne OPŽP (2021-2027), Modernizační fond, Operační program spravodlivej transformácie a program NZÚ. Fondy sú zamerané na budovy verejného sektoru ich obnovu a výstavbu v plusovom energetickom štandarde, modernizácia verejnej infraštruktúry a podporu elektromobility a jej infraštruktúry. Ďalšími podpornými fondami sú Integrovaný regionálny operační program, Národný program životného prostredia a Národný plán obnovy. [2]



Obrázok 1.2 - Prehľad dotačných programov pre verejný sektor [2]

## **1.2 Opatrenia pre zvyšovanie hospodárnosti využívania energie**

Energetická účinnosť je úzko spätá so znižovaním skleníkových plynov, čo je pre Európsku úniu aj Českú republiku kľúčovou témou, ktorá sa dotýka veľkého množstva oblastí hospodárstva. Hlava IV zákona o hospodárení energií sa zaoberá rôznymi opatreniami pre zvyšovanie hospodárnosti využívania energie. Zhrnuje témy ako účinnosť využívania zdrojov a rozvodov energie a ich kontrola, znižovanie energetickej náročnosti budovy, preukaz energetickej náročnosti, energetické štítkovanie, ekodesign, energetický audit a posudok a hospodárne využívanie energie ústrednými inštitúciami. Hlava zákona taktiež definuje rolu energetického špecialistu a určuje jeho povinnosti a právomoci. [1] Za pomoci týchto nástrojov,

zadefinovaných v zákone 406/2000 Sb., sa Česká republika snaží dosiahnuť stanovené ciele v oblasti energetiky a klímy, ktoré si stanovila do roku 2030 s výhľadom na rok 2050. Stanovené ciele na obdobie 2021 – 2030:

1. indikatívny cieľ pre úroveň energetické intenzity (znižovanie množstva spotreby energie bez dopadu na hrubý domáci produkt),
2. záväzný cieľ v oblasti energetických úspor budovy verejného sektoru a
3. záväzné medziročné tempo úspor konečnej spotreby energie.

Tieto ciele boli odporučené smernicou Európskeho parlamentu a boli implementované do vnútroštátneho plánu ČR v oblasti klímy. [7]

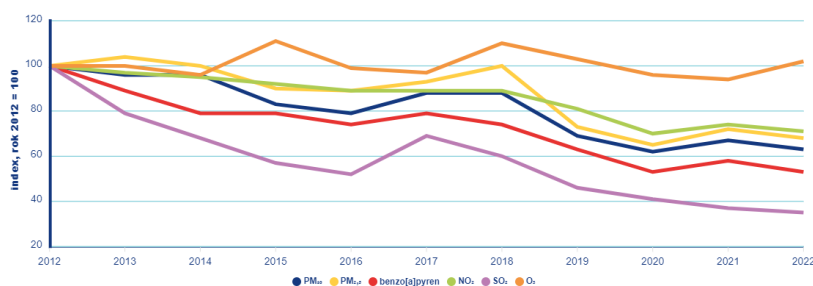
### 1.2.1 Účinnosti využívania energií a kontrola systémov

Stavebník alebo vlastník nových a obnovených systémov výroby elektriny alebo teplej energie musí zaistiť aspoň minimálne účinnosti využívania energií stanovenú právnymi predpismi. Toto pravidlo taktiež platí pre stavebníkov a vlastníkov rozvodných tepelných zariadení. Dodávatelia vybraných zariadení vyrábajúcich energiu z obnoviteľných zdrojov musia poskytovať pravdivé a úplné informácie o energetických účinnostiach a ročných prevádzkových nákladoch. [1]

Správca alebo vlastník budovy musí zaistiť pravidelnú kontrolu systému vykurovania a klimatizácie pre systémy s menovitým výkonom väčším ako 70 kW. Výsledkom kontrol je písomná správa, ktorá sa na vyžiadanie predkladá ministerstvu, Štátnej energetickej inšpekcii alebo inému kontrolnému orgánu. Kontroly môže vyhotovovať iba energetický špecialista alebo osoba z oprávnením. [1]

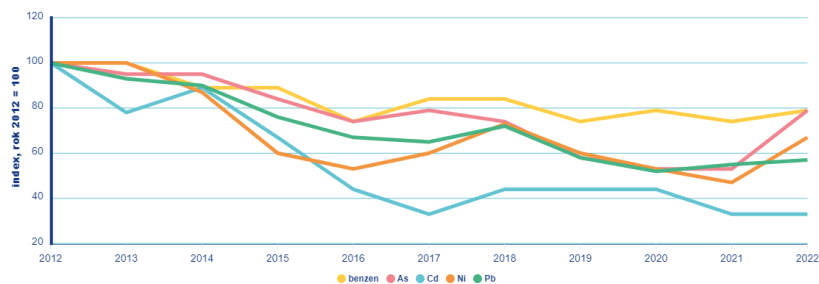
### 1.2.2 Znižovanie energetickej náročnosti budov

Legislatíva, národné ciele aj programy pre znižovanie energetickej náročnosti a efektívnosti využívania zdrojov sú nastavené pre celé spektrum odvetví. Jedným z hlavných pilierov znižovania energetickej náročnosti sú stavby pre bývanie, občiansku vybavenosť ale aj iné priemyselné, hospodárne a špeciálne budovy. Znižovanie energetickej náročnosti a zvyšovanie efektívnosti využívania energie v budovách, kladne prispieva k udržateľnému životnému prostrediu a lepšej kvalite ovzdušia. Na zlepšovaní kvality ovzdušia sa dlhodobo podieľajú aj opatrenia výmena starých kotlov v lokálnych kúreniskách, ako to vyplýva z ročenky českého hydrometeorologického inštitútu (CHMI) 2022 o kvalite ovzdušia. V ročenke je zaznamenaný dlhodobý pokles všetkých pozorovaných látok v porovnaní od roku 2012. [8]



Obrázok 1.3 - Vývoj imisných charakteristík vybraných znečisťujúcich látok (častice PM10, PM2,5, benzo[a]pyren, NO2, SO2, O3) [8]





Obrázok 1.4 - vývoj imisných charakteristík vybraných znečisťujúcich látok (benzén, As, Cd, Ni, Pb), 2012-2022 [8]

K záväzným opatreniam podľa zákona 406/2000 Sb. § 7 pre znižovania energetickej náročnosti v budovách je nutné pri výstavbe nových budov splniť požiadavky na energetickú náročnosť so skoro nulovou spotrebou energie podľa právnych predpisov. V prípade väčšej aj menšej zmeny dokončenej budovy (zmena obálky budovy alebo technických systémov) je nutné splniť požiadavky na energetickú náročnosť budovy stanovenej právnymi predpismi (aktuálne energetické štandardy). Stavebník, je povinný pri novej stavbe a väčšej zmene dokončenej budovy, dokladať splnenie požiadavkou a to preukazom energetickej náročnosti budovy (PENB) podľa vyhlášky č. 264/2020 Sb.. Tieto pravidlá neplatia pre malé stavby (energetická plocha menšia ako 50 m<sup>2</sup>), kultúrnych pamiatkach, budovy v pamiatkovej zóne alebo rezervácii, budovy pre náboženské bohoslužby, stavby pre rekreáciu, hospodárske stavby so spotrebou energie do 195 MWh/rok a budov tajných služieb, ochrany štátu a iných utajovaných zariadení.

Stavebník, vlastník (spoločenstvo vlastníkov) alebo správca sú povinný:

- vybaviť vnútorné tepelné zariadenia regulačnými prístrojmi dodávky teplej energie. Vlastníci a užívatelia sú povinný umožniť inštaláciu, údržbu a kontrolu týchto prvku.
- zaistiť inštaláciu zariadení vyrábajúcich energiu z obnoviteľných zdrojov financované z programu podpory (štátne alebo európske financie) alebo financií z povoleniek iba osobami určenými podľa § 10d zákona o hospodárení energií.
- vybaviť konečným zákazníkom odberu tepla, chladu alebo teplej vody meracie zariadenia podľa zákone o meteorológii.
- vybaviť každý priestor prístrojmi registrujúcimi dodávku teplej energie u konečných odberateľov, v prípade bytových domov a viacúčelových stavieb, s centrálnou dodávkou tepla alebo chladu.
- pri nových stavbách alebo výmene zdroja tepla je treba vybaviť systém vykurovania a klimatizácie prístrojmi, ktoré individuálne regulujú teplotu v miestnostiach alebo v určitých zónach, ak je to ekonomicky a technicky možné.

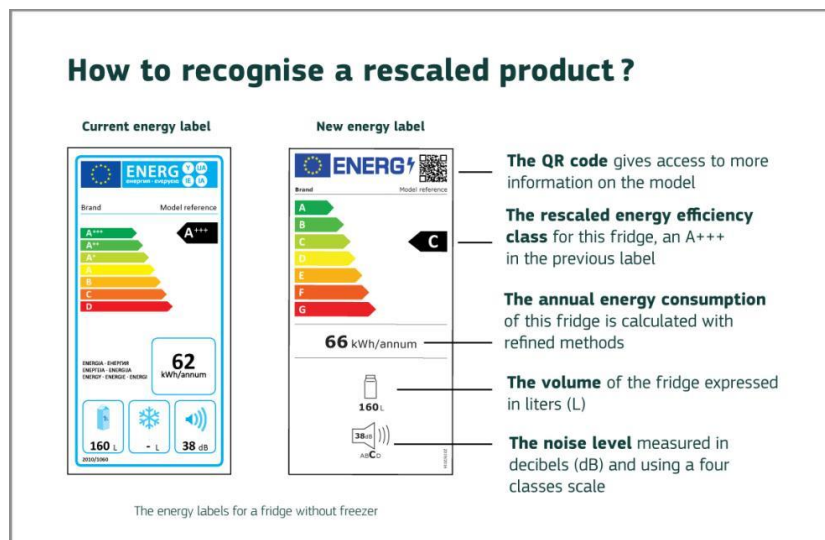
Odstavec 9 daného zákona [1], hovorí o podmienke pri zmene spôsobu vykurovania v budove napojenej na centrálny systém vykurovania, aby nový systém nezvyšoval energetickú náročnosť budovy. To znamená že celková dodaná energia ale aj primárna energia z neobnoviteľných zdrojov nesmie presiahnuť pôvodne hodnoty spotreby. Toto pravidlo však neplatí pri zmene systému, ktorý je nefunkčný alebo nepoužiteľný. Pre dokázanie zníženia energetickej náročnosti pri odpojení od centrálného systému je nutné vyhotoviť PENB.

### 1.3 Energetické štítky a ekodesign

Podľa legislatívy sa energetické štítky a ekodesign vyhotovujú pre výrobky spojené so spotrebou energie (ďalej len spotrebiče). Všetky informácie o vyhotovení a obsahu štítkov sa stanovujú podľa vyhlášky 319/2019 Sb. alebo z predpisu EU 2017/1369 z dňa 4. júla 2017 pre štítkovanie a 2017/1369 ze dne 4. júla 2017 pre ekodesign. [1]

Energetické štítkovanie a ekodesign boli zavedené po celej Európskej únii, aby minimalizovali spotrebu energie spotrebičmi. Ekodesign stanovuje minimálne štandardy, ktoré musia spotrebiče splniť, aby boli uvedené na trh. Štítkovanie na týchto spotrebičoch umožňuje jednoduché porovnanie, čo umožňuje koncovým zákazníkom šetriť na nákladoch za domácnosť. Predpokladá sa, že opatreniami EU legislatívy sa ušporí približne 230 miliónov (Mtoe) ton ropného ekvivalentu (kde 1 toe sa rovná 11,631 MWh) do roku 2030. To znamená úsporu 285 € ročne pre domácnosti a 66 miliardový zisk navyše pre európske spoločnosti. [9]

Energetické štítkovanie sa od roku 1994 rozširovalo na rôzne druhy spotrebičov až do dnešnej podoby. Od tejto doby sa energetické štítkovanie v európskych krajinách uchytilo. Až 93 % kupujúcich štítkovanie pozná a 79 % z nich ho zohľadňuje pri nakupovaní, ako to ukazuje Eurobarometer z roku 2019. Nová generácia energetických štítkov sa začala využívať v roku 2021, kedy sa upustilo z pôvodných kategorizačných tried A<sup>+</sup>, A<sup>++</sup> a A<sup>+++</sup>. Tieto triedy sa preskupili do jednoduchšieho triedenia na škále od A po G, kde ku triede B a nižšej prislúcha pôvodná trieda A<sup>+++</sup> (škálovanie závisí od druhu produktu). Klasifikačná trieda A je preto ponechaná pre viac efektívne modely výrobcov. Táto zmena sa týka len určitých druhov produktov, ide o chladničky, mrazničky, umývačky riadu, práčky, sušičky, obrazovky, TV a žiarovky. [9]



Obrázok 1.5 - Porovnanie pôvodných a nových štítkov [9]

Ekodesign je efektívny nástroj Európskej únie na dosiahnutie zníženia spotreby energie. Ekodesign zavádza povinné minimálne energeticko-efektívne štandardy. Tento nástroj má znížiť záťaž na životné prostredie. Taktiež prispieva k väčšej konkurencii a inovatívnosti spoločností na európskom trhu. Medzi produkty podliehajúce ekodesignu patria práčky,

sušičky, umývačky riadu, displeje, chladničky, žiarovky, externé zdroje napájania, elektrické motory transformátory a zväracie zariadenia [9].

V roku 2019 boli zavedené nové opatrenia týkajúce sa ecodesignu pre vyššiu udržateľnosť produktov. Opatrenie sa týka lepšej opraviteľnosti a recyklácie produktov. Taktiež v marci 2022 bolo zverejnené nové nariadenie o ecoesigne pre udržateľnejšie produkty, ktoré má zlepšiť udržateľnú a cirkulačnú ekonomiku EU.

Od marca 2021 je možné na stránkach európskej komisie ([commission.europa.eu](http://commission.europa.eu)) vyhľadávať v Európskom registri produktov pre energetické štítkovanie (EPREL) štítky, ktoré sú používané na európskom voľnom trhu. Dodávatelia sú povinný nahrávať do EPREL informácie o produktoch [9].

## 1.4 Energetický audit

Energetický audit (EA) je podľa Ministerstva priemyslu a obchodu Českej republiky, definovaný ako "systematická kontrola a analýza spotreby energie za účelom získania dostatočných znalostí o momentálnom nakladaní s energiou v energetickom hospodárstve, ktorá identifikuje a kvantifikuje možnosti nákladovo efektívnych úspor energie a podáva správy o zisteniach." [10] Z tej to definície vyplýva, že energetický audítori majú za úlohu dôkladne mapovať a analyzovať energetické hospodárstva daného objektu (priemyselný park, nemocnica, ...). Pri mapovaní sa sledujú všetky aspekty nie len využívania energií, ale aj efektívnosť technologických zariadení a stav stavebných konštrukcií. Energetický audit taktiež obsahuje konkrétne opatrenia, ako optimalizovať efektívnosť využívania energií, môže ísť o modernizáciu zariadení, využívanie obnoviteľných zdrojov, zníženie energetických strát a ďalšie. [11]

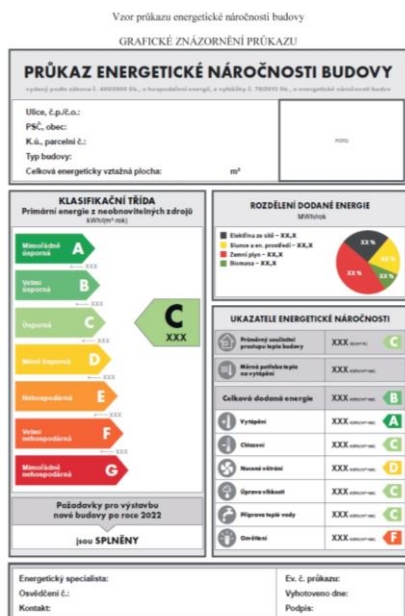
Zákon 406/2000 Sb. o hospodárení energií [1] definuje kto má povinnosť vyhotovovať energetický audit a v akom časovom horizonte audit obnovovať. Medzi povinných zhotoviteľov patria podnikatelia a podniky, ktorých ročný obrat je vyšším ako 1,3 miliardy Kč, alebo má 250 a viac zamestnancov, alebo ročná bilančná suma rozvahy presahuje 1,1 miliardy Kč, alebo ak ich priemerná ročná energetická spotreba (po dobu 2 rokov) je vyššia ako 5000 MWh. Tieto povinnosti sa nevzťahujú na podnikateľovi, ktorých energetická spotreba energetického hospodárstva je nižšia ako 200 MWh ročne. Povinnosť sa tiež vzťahuje na Českú republiku, kraj, obec a ich príspevkové organizácie, štátne organizácie založené zákonom, štátne a súkromné vysoké školy a Českú národnú banku, ak ich priemerná ročná energetická spotreba (po dobu 2 rokov) je vyššia ako 500 MWh. Predchádzajúce povinnosti vyhotovenia EA sa nevzťahujú na osobu, ktorá má pre svoje energetické hospodárstvo zriadený manažment hospodárenia s energiami podľa ČSN EN ISO 500001 – Systém managmentu hospodárení s energiami, a rozsah zodpovedá EA.

Energetický audit sa vyhotovuje podľa vyhlášky 140/2021 Sb. o energetickom auditu. [12] Predmetom vyhlášky je spôsob určenia počtu zamestnancov, ročného obratu a ročnej bilančnej sumy rozvahy pre určenie povinnosti spracovania EA. Určuje taktiež podmienky akým spôsobom má byť audit spracovaný a čo musí obsahovať.

## 2 PREUKAZ ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI

PENB (preukaz) preukazuje energetickú potrebu objektov a zaraďuje ich do energetických tried (kategórií) A až G. Preukaz tiež porovnáva a zaraďuje do kategórií energetické spotreby vybraných systémov (vykurovanie, chladenie, nútené vetranie, úprava vlhkosti, príprava teplej vody a osvetlenie). Certifikát poskytuje užitočnú orientáciu na trhu s nehnuteľnosťami ohľadne energetických nákladov [7]. Často sa PENB označuje za energetický štítk, avšak toto označenie nie je správne. Preukaz energetickej náročnosti sa vyhotovuje podľa vyhlášky č. 264/2020 Sb. [13]. Preukaz sa skladá z dvoch častí :

1. Grafické znázornenie preukazu, ktoré znázorňuje zaradenie budovy do tried podľa primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov. Taktiež je na grafickej časti vyobrazený pomer dodanej energie podľa energonositeľov a prepočítané spotreby energie pre vybrané systémy na energeticky vzťažnú plochu. Zaradené do klasifikačných tried sú aj ukazovatele energetickej náročnosti, a to priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy a merná potreba tepla na vykurovanie.



Obrázok 2.1 - Grafické znázornenie PENB [9]

2. Protokol, v ktorom sa nachádzajú všetky výpočtové dáta potrebné k určeniu energetickej náročnosti objektu. Obsahuje:
  - Identifikačné údaje budovy,
  - Informácie o celkovej dodanej energii a jej ročného priebehu,
  - Informácie o primárnej energii z neobnoviteľných zdrojov energie,
  - Bilanciu tepelných tokov,
  - Informácie o obálke budovy,
  - Informácie o technických systémoch budovy,
  - Súbor vhodných opatrení pre znižovanie energetickej náročnosti budovy a využitie alternatívnych systémov dodávky,
  - Prehľad plnenia požiadavkou podľa § 6 vyhlášky 264/2020 Sb.

- Zdroj, kde je možné čerpať informácie k možnosti realizácie navrhnutých opatrení pre zníženie energetickej náročnosti budovy, stanovení nákladov na realizáciu a možnosti jej financovania,
- Identifikačné údaje energetického špecialistu, jeho podpis a dátum vypracovania preukazu.

## 2.1 Povinnosti vyplývajúce zo zákona o hospodárení energií

Zo zákona 406/2000 Sb. [1] vyplývajú nasledujúce povinnosti pri vyhotovení preukazu energetickej náročnosti budovy:

Stavebník, vlastník (spoločenstvo vlastníkov) budovy alebo správca sú podľa zákona o hospodárení energií, povinný:

- zabezpečiť si preukaz energetickej náročnosti budovy pri novej budove alebo väčšej zmene pri dokončenej stavbe,
- zabezpečiť preukaz pre budovy využívané orgánmi verejnej moci s celkovou energetickou plochou väčšou ako 250 m<sup>2</sup>,
- oznámiť ministerstvu spracovanie PENB, a ak bola spracovaná oprávnenou osobou z iného členského štátu EU, tak predložiť ministerstvu kópiu oprávnenia osoby,
- umiestniť preukaz v budove spôsobom daným vyhláškou 264/2020 Sb. [9], toto opatrenie platí pre budovy v odrážke 1 s plochou väčšou ako 500 m<sup>2</sup> a pre budovy v odrážke 2, ak je táto budova určená k užívaniu verejnosťou,
- predkladať preukaz na vyžiadanie štátnym a kontrolným orgánom, ktoré určuje zákon.

Ďalšími povinnosťami vlastníka (spoločenstva vlastníkov) budovy alebo správcu sú:

- vyhotoviť preukaz pri predaji a prenájme budovy alebo ucelené časti budovy (ďalej len budovy),
- predložiť preukaz alebo kópiu možnému nájomcovi alebo kupujúcemu budovy pred uzavretím zmluvy,
- uvádzať klasifikačnú triedu budovy v informačných alebo reklamačných materiáloch pri predaji alebo nájme budovy,
- ak predajca/nájomník nepreloží grafickú časť preukazu sprostredkovateľovi predaju a prenájmu, tak sprostredkovateľ uvedie v informačných alebo reklamačných materiáloch najhoršiu klasifikačnú triedu (trieda G),
- predať vlastníkovi jednotky na jeho žiadosť preukaz (kópiu) do 30 až 60 dní, podľa zákona.

Vlastní jednotky je povinný predložiť preukaz (kópiu) možnému nájomcovi alebo kupujúcemu pred uzavretím zmluvy a odovzdať preukaz (kópiu) najneskôr pri podpise zmluvy. Je taktiež povinný počas inzercie predaja alebo kúpy bytovej jednotky uviesť klasifikačnú triedu bytovej jednotky, ak tak nespraví v inzercii musí byť uvedená najhoršia kategória triedy.

Vyššie spomenuté povinnosti sa nevzťahujú na malé stavby (energetická plocha menšia ako 50 m<sup>2</sup>), kultúrnych pamiatkach, budovy v pamiatkovej zóne alebo rezervácii, budovy pre náboženské bohoslužby, stavby pre rekreáciu, hospodárske stavby so spotrebou energie do 195 MWh/rok a budov tajných služieb, ochrany štátu a iných utajovaných zariadení.

Certifikát je platný po dobu 10 rokov od dátumu vyhotovenia, od vyhotovenia väčšej zmeny dokončenej stavby alebo od zmeny spôsobu vykurovania, chladenia alebo prípravy teplej vody. Preukaz musí byť spracovaný energetickým špecialistom alebo oprávnenou osobou podľa zákona. PENB musí byť vyhotovený podľa právnych predpisov (vyhláška 264/2020 Sb.) a predložený ku kolaudačnému konaniu. V preukaze je nutné spísať doporučené opatrenia k zníženiu energetickej náročnosti budovy, ak budovy nie je kvalifikovaná v triede mimoriadne úsporná (klasifikačná trieda A). V poslednej časti musí byť vyhotovené technické, ekonomické a ekologické vyhodnotenie miestneho systému dodávky energie využívajúce energiu z obnoviteľných zdrojov, kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla (KVET), sústavy zásobovania teplou energiou a tepelného čerpadla.

Ako náhrada PENB môže byť vlastníčkovi jednotky poskytnuté vyúčtovanie dodávok energií (elektrina, zemný plyn a teplo) pre príslušnú jednotku za posledné 3 roky. V tomto prípade sa na neho nevzťahujú jeho povinnosti spomenuté vyššie.

Preukaz pre celú budovu je platný aj ako preukaz pre ucelenú jednotku. Preukaz ucelenej jednotky je možné spracovať jedine, ak má ucelená časť budovy vlastný zdroj tepla alebo chladu, alebo samostatné regulačné a meracie zariadenia voči ostatným častiam budovy.

Preukaz energetickej náročnosti budovy nie je nutné vyhotovovať pri kúpe a prenájme, ak bola stavba postavená pred rokom 1947, a ak sa na tom obe strany písomne dohodnú.

### 3 ENERGETICKÝ POSUDOK

Energetický posudok (EP) je podľa Ministerstva priemyslu a obchodu Českej republiky, definovaný ako " písomná správa obsahujúca informácie o posudzovaní plnenia predom stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrov určených zadávateľom energetického posudku spolu s výsledkami a vyhodnotením." [10] Rozdielom voči EA je, že v posudku sa porovnáva pôvodný stav s navrhnutými opatreniami. Porovnanie a rozdiely sa vyhodnotia ekonomicky, ekologicky a ekonomicky. Celkový výsledok sa následne odporučí alebo neodporučí vyhotoviť. Kdežto pri audite sa hľadajú energetické opatrenia pre zníženie energetickej náročnosti alebo zvýšenie efektívnosti. [11]

#### 3.1 Povinnosti vyplývajúce zo zákona o hospodárení energií

Energetický posudok, podľa 406/2000 Sb. [1], musí byť zaistené stavebníkom, spoločnosťou vlastníkov, správcom, vlastníkom budovy alebo energetickým hospodárstvom, pri:

- výstavbe novej alebo rekonštrukcii stávajúcej výroby elektrickej energie s príkonom väčšími ako 20 MW a prevádzkou dlhšou ako 1500 hodín ročne, je nutné posúdiť prínos vyhotovenia vysokoúčinnnej kombinovanej výroby elektriny a tepla (KVET). Neplatí pre jadrové elektrárne,
- výstavbe novej alebo rekonštrukcii stávajúcej prevádzky priemyselného komplexu, ktorý produkuje viac ako 20 MW príkonu tepla, je nutné posúdiť prínos využitia odpadného tepla, kombinovanú výrobu elektriny a tepla a pripojenie zariadení na sústavu zásobovania teplom vzdialené od zdroja tepla 1 km,
- Výstavbe novej alebo rekonštrukcii stávajúcej sústavy zásobovania teplou energiou s výkonom viac ako 20 MW, je nutné posúdiť prínos využívania odberu odpadného tepla z priemyslových prevádzok, ktoré sa nachádzajú 500 m od rozvodného zariadenia,
- posúdení vyhotovenia projektu:
  - zníženie energetickej náročnosti,
  - zvyšovania účinnosti využívania energií,
  - znižovanie emisií zo spaľovania,
  - využitie obnoviteľných alebo druhotných zdrojov,
  - kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla,ktoré sú financované z podporného programu ČR, EU alebo z financií z predaja povoleniek skleníkových plynov (ďalej len "program podpory"),
- vyhodnotení plnenia podmienok projektov v predošlej odrážke,
- stanovení vnútorného výnosného percenta projektu podpory,

EP je doporučené vyhotovovať pre:

- posúdenie využiteľnosti tepla zo sústavy zásobovania teplou energiou alebo pre zdroje určené právnymi predpismi podľa zákona,
- doporučené opatrenia pre zníženie energetickej náročnosti budovy pri rekonštrukcii obálky budovy alebo zmene technológie systémov,
- projekty, ktoré majú za úlohu zvyšovať využívanie energií, znižovať zataženie na životné prostredie, využívať KVET alebo využívať obnoviteľné alebo druhotné zdroje,
- vyhodnotenie opatrení, ktoré boli stanovené v EA

- posúdenie ekonomického a technického vyhotovenia inštalácie vybraných technológií alebo obnoviteľných zdrojov.

Energetický posudok môže byť spracovaný energetickým špecialistom alebo oprávnenou osobou podľa zákona. Osoby ktorým plyní zo zákona vyhotoviť posudok sú povinné na žiadosť ministerstva, Štátnej energetickej inšpekcie alebo inými orgánmi povinný predložiť EP na vyžiadanie.

### 3.2 Právny predpis vyhodnotenia energetického posudku

Zákon 406/2000 Sb. [1] určuje Vyhlášku 141/2021 Sb. o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie [14], za vykonávací právny predpis, ktorý určuje jeho rozsah, a akým spôsobom je nutné EP spracovávať. Energetický posudok v diplomovej práci bol spracovaný podľa §9a odstavce 2 písmena b) zákona o hospodaření [1]. Pre toto prípad bude vyhotovený teoretický základ. Podľa právneho predpisu je obsahom EP:

#### *Titulný list:*

- účel spracovanie energetického posudku, podľa zákona o hospodárení,
- identifikačné údaje vlastníka, predmetu EP a energetického špecialistu,
- dátum spracovania EP a
- evidenčné číslo EP

#### *Súhrn energetického posudku*

Súhrn je určený podľa prílohy č. 1 danej vyhlášky a musí obsahovať:

1. Prehľadný súhrn energeticko-ekonomických ukazovateľov hodnotených opatrení alebo súhrnu úsporných opatrení. Tento prehľad má byť zobrazený v tabuľke s hlavičkou ako je zobrazené na obrázku 3.1.

Označení (souboru) opatření	Identifikace rozsahu navržených opatření	Náklady na realizaci	Orientační výše dotace	Úspora energie		Přínosy projektu	NPV
		tis. Kč	tis. Kč	[MWh/rok]	[%]	tis. Kč/rok	tis. Kč

Obrázok 3.1 - Tabuľka energeticko-ekonomického vyhodnotenia opatrení [14]

2. Výrok o odporúčaní vyhotoviť úsporné opatrenia alebo súbor opatrení, ktorých sa týkal predmet EP, spolu so stručným opisom týchto opatrení. Výrok sa dáva zväčša k technickému, ekonomickému a ekologickému vyhodnoteniu. Toto odporúčanie stanovuje energetický špecialista.
3. Názov programu, z ktorého sa budú opatrenia EP spolufinancovať. Energetický špecialista vyhodnotí naplnenie kritérií pre stanovený program podpory.

#### *Podrobnosti energetického posudku*

Rozsah podrobností EP vždy vychádza za prislúchajúcemu dôvodu spracovania posudku. Pre prípad podľa §9a odstavce 2 písmena b) zákona o hospodaření [1] je nutné vykonať ekonomické vyhodnotenie podľa prílohy č. 8 danej vyhlášky, ekologické vyhodnotenie podľa prílohy č. 9 danej vyhlášky a hodnotenie doporučených opatrení pre EP podľa prílohy č. 7 danej vyhlášky.



Podrobnosti podľa prílohy č. 7 obsahujú:

1. Popis počiatočného stavu predmetu, tomu sa rozumie ako stávajúci stav budov alebo stav odpovedajúci zmene dokončenej stavby. Energetická bilancia pre výpočet počiatočného stavu sa stanovuje na základe výpočtu energetickej náročnosti budovy alebo z meraných a účtovo doložených spotrieb energie. Tieto bilancie môžu byť upravené pomocou normalizácie relevantných premenných.
2. Návrh opatrení alebo súboru opatrení. Obsahujú návrh opatrení pre znežnenie energetickej náročnosti, zvýšenie kvality vnútorného prostredia a adaptácie budovy na zmenu klímy. Základnými opatreniami sú nízkonákladové a beznákladové opatrenia. Druhotnými opatreniami sú zmeny v obálke budovy a poslednými opatreniami alebo súbormi opatrení sú zmeny v systémoch TZB, inštalácia obnoviteľných zdrojov alebo možnosť napojenia na alternatívny druh dodávky energie.  
Popis hodnotených opatrení má obsahovať technickú špecifikáciu navrhnutých opatrení, zhodnotenie naplnenia požiadaviek, zhodnotenie vplyvu na zmenu spotreby energie pre systémy TZB a popis možností spolufinancovania. Taktiež je potrebné stanovenie nákladov na realizáciu a prevádzku opatrení, vyhodnotiť vplyv opatrení na peňažnú hodnotu nehnuteľnosti a zhodnotiť ostatné neekonomické prínosy.
3. Ekonomické posúdenie. Vyhotovuje sa podľa prílohy č. 8 danej vyhlášky, avšak so špecifickými podmienkami. Je nutné zohľadniť vplyv spolufinancovania ak to energetický špecialista (EŠ) nevyлúči a je možné zohľadniť spôsob financovania. Diskontná úroková miera je 3 %, ak neurčí EŠ inak.  
V nákladoch na realizáciu je nutné stanoviť všetky relevantné položky. EŠ musí stanoviť akým spôsobom sa určila výška nákladov.  
V prevádzkových nákladoch musia byť náklady na energiu, servis a údržbu, zákonné revízie, výnosy z predaja a iné. EŠ uvedie spôsob stanovenia prevádzkových nákladov a vyčísli ich.

### 3.3 Ekonomické hodnotenie

Hlavným kritériom výberu optimálnej varianty je čistá súčasná hodnota (NPV) a doplňujúcimi sú vnútorné výnosné percento (IRR) reálna doba návratnosti (Td). Ak je NPV v kladných číslach, môžeme hovoriť o ekonomickej návratnosti opatrení. V prípade verejnej podpory z programu si správca programu môže stanoviť špecifické ekonomické hodnotenie, ku ktorému musí byť EP spracovaný.

Vo výpočte je nutné zohľadniť reinvestíciu ak má zariadenie nižšiu dobu životnosti ako je doba hodnotenia. Ak má naopak zariadenie dlhšiu dobu životnosti ako je doba hodnotenia, je nutné určiť jeho zostatkovú hodnotu a tú pričítať k peňažnému toku na konci životnosti. Dobu životnosti použitých prvkov je možné stanoviť podľa údajov od výrobcu alebo podľa ČSN EN 15459-1.

Ak v prílohách z vyhlášky 141/2021 Sb. nie sú definované iné okrajové podmienky, je nutné dodržať nasledujúce okrajové podmienky:

- Hodnotenie jednotlivých variant sa vyhotovuje bez ohľadu na model financovania projektu,
- diskontná úroková miera je uvažovaná vo výške 3 %,
- doba hodnotenia je na 20 rokov,
- hodnotenie sa vyhotovuje v stálych cenách,
- výpočet ekonomickej efektívnosti je stanovený pred zdanením hodnotených príležitostí.

Vzorce potrebné pre výpočet ekonomickej návratnosti projektu [14]:

- Peňažné toky cash flow v roku  $t$ :

$$CF_t = V - N_p - IN_{r,t},$$

kde,

$t$  je rok hodnotenia

$CF_t$  je peňažný tok (cash flow) spolu s investíciami v jednotlivých rokoch v tis. Kč,

$V$  je výnosy, ktoré plynú z realizácie hodnoteného projektu v roku  $t$  v tis. Kč,

$N_p$  je prevádzkové výdaje bez odpisov v roku  $t$  v tis. Kč,

$IN_{r,t}$  je reinvestície a jednorázové obnovovacie výdaje v roku  $t$  v tis. Kč.

- Čistá súčasná hodnota za dobu hodnotenia:

$$NPV_{Th} = \sum_{t=1}^{Tn} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN + \sum_{X=1}^n N_{zux,Th},$$

kde,

$NPV_{Th}$  je čistá súčasná hodnota za dobu hodnotenia v tis. Kč,

$r$  je diskontná úroková miera vedená bezrozmerne (3% = 0,03),

$IN$  sú náklady na realizáciu v roku 0 v tis. Kč,

$N_{zux,Th}$  je zostatková hodnota zariadenia na konci doby hodnotenia  $Th$  v tis. Kč.

- Vnútorne výnosné percento:

$$0 = \sum_{t=1}^{Tn} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN + \sum_{X=1}^n N_{zux,Th},$$

kde,

$IRR$  je vnútorné výnosové percento v %.

- Zostatková hodnota zariadenia na konci doby hodnotenia:

$$N_{zu,Th} = \frac{IN_r \cdot (T_z - T_{zu})}{T_z} \cdot (1+r)^{(-Th)},$$

kde,

$N_{zu,Th}$  je posledná započítaná reinvestícia posudzovaného zariadenia v tis. Kč,

$T_z$  je doba životnosti hodnoteného zariadenia v rokoch,

$T_{zu}$  je doba od poslednej započítanej reinvestície do konca doby hodnotenia v rokoch,

$Th$  je doba hodnotenia v rokoch.

### 3.4 Ekologické vyhodnotenie

Pri ekologickom vyhodnotení sa vyhotovuje len porovnanie výšky výroby emisií CO<sub>2</sub>. Emisie uhlíku sa vypočítajú pre násobenie množstva dodanej energie do objektu konkrétneho energonositeľa, spolu s emisným faktorom podľa paliva alebo energie. Emisné faktory sú vzťahované na výhrevnosť paliva. Emisné faktory sú definované vyhláškou 141/2021 Sb. [14]. Tabuľka emisných faktorov je nasledujúca:

Palivo nebo energie	t CO <sub>2</sub> /MWh <sup>1)</sup>
černé uhlí	0,330
hnědé uhlí	0,352
koks	0,385
hnědouhelné brikety	0,346
topný a ostatní plynový olej	0,267
topný olej nízkosírný (do 1% hm. síry)	0,279
topný olej vysokosírný (nad 1% hm. síry)	0,279
zemní plyn	0,200
zkapalněný ropný plyn (LPG)	0,237
elektřina	0,860

Obrázok 3.2 - Zoznam emisných faktorov [14]

Pri použití paliva, ktoré nie je uvedené v zozname vyššie, tak sa vychádza z emisných faktorov podľa metodiky IPCC 2006.



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**B – VÝPOČETNÍ ČÁST**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTERS'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Ján Kozla**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.**

**BRNO 2024**

## B VÝPOČTOVÁ ČASŤ

### 4 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE

Bytový dom na ulici Lúčky je súčasťou sídliskovej radovej zástavby bytových domov rovnakého typu. Dom pozostáva z dvoch samostatných vstupov po 12 bytoch. Každý vchod má 2 samostatné vstupy na južnej a severnej strane. Bytový dom má 5 podlaží, z toho 4 nadzemné a 1 podzemné podlažie. BD má obdĺžnikový tvar s rozmermi 37,5 m a 10,5 m a má plochú strechu. Objekt bol postavený v roku 1967 a v roku 2015 prešiel celkovou rekonštrukciou obálky budovy a čiastočnou rekonštrukciou technických systémov. Zvislé obvodové steny, strešná konštrukcia a strop nad 1.PP boli tepelne zaizolované. Pri rekonštrukcii BD boli výplne otvorov vymenené za tepelne izolačné plastové okná a dvere.



Obrázok 4.1 - Fotografia južnej strany bytového domu

Na podzemnom podlaží sa nachádzajú technické a skladovacie priestory bytového domu (technická miestnosť, kočíkárne, sušiarne, dielne, pradene a suterénne kóje). Suterén je na severnej strane čiastočne pod zemou a na južnej strane je v celej výške pod upraveným terénom. Okná na južnej strane majú z exteriérovej strany nainštalované anglické dvorce. V nadzemných podlažiach sú bytové priestory. V BD je celkom 24 bytov. Dispozične sú bytové jednotky rozdelené na 3 byty 1+1KK, 13 bytov 2+1KK, 7 bytov 3+1KK a jeden byt 4+1KK. Priemerná plocha bytovej jednotky je 55,4 m<sup>2</sup> a v bytovom dome môže bývať 70 – 80 osôb. Celkovú dispozíciu bytového domu je možné vidieť v prílohe č. 1 až 6 - stavebné výkresy.



Obrázok 4.2 Fotografia severnej strany bytového domu

## 4.1 Stavebné a tepelne technické vlastnosti

Konštrukčne je bytový dom pozdĺžny dvojtrakt s priečnymi záveternými a schodiskovými stenami. Hlavná nosná zvislá konštrukcia prechádza stredom bytového domu zo štítovej strany na východe po štítovú stranu na západe. Obvodové steny sú nosné a tepelne izolované. Bytový dom je založený na plošných základoch. Komunikačným priestorom sú 2 samostatné dvojramenné schodiská na južnej strane objektu.

### 4.1.1 Základové konštrukcie

Základové konštrukcie sú vyhotovené ako plošne základové pásy zo železobetónu. Pod obvodovými stenami sú základy obdĺžnikové s hĺbkou 0,5 m, pod hlavnou nosnou stenou v strede objektu je základ v tvare otočeného T a má hĺbkou 1,0 m. Základy pod ostatnými nosnými konštrukciami sú obdĺžnikové s hĺbkou 0,5 m. Pod schodiskovým ramenom a priečkami sú pásy hlboké 0,3 m. Základová doska pod 1.PP a základy samotné nie sú tepelne izolované.

### 4.1.2 Zvislé konštrukcie

Všetky zvislé konštrukcie sú z keramických blokov metrického systému CDm. Všetky zvislé konštrukcie sú na vnútornej strane opatrené vápennocementovou omietkou. Obvodové konštrukcie v suteréne sú čiastočne zaizolované. Soklová časť muriva siaha od stropu 1.PP po upravený terén. Táto časť je zaizolovaná tepelnoizolačnými doskami XPS hrúbky 120 mm (Skladba NS02). Konštrukcie v styku so zemou sú tepelne izolované iba čiastočne, a to 0,5 m pod upraveným terénom (Skladba NS03). Obvodové steny v nadzemných podlažiach sú tepelne izolované, zatepl'ovacím systémom ETICS, s doskami EPS 70F hrúbky 140 mm (Skladba NS01). Všetky obvodové steny sú tvorené keramickými blokmi formátu CDm 375. Vnútorne nosné konštrukcie majú rozličné hrúbky. Hlavná nosná konštrukcia priečneho systému je formátu CDm 500. Ostatné nosné konštrukcie sú vymurované z blokov metrického formátu CDm 240 (Skladba NS05). Tieto konštrukcie nie sú tepelne izolované, aj keď tvoria hranicu rozličných zón BD. Priečky sú vyhotovené z keramických tehál formátu CDm 115 a tepelne nie sú izolované (Skladba S01).

### 4.1.3 Vodorovné konštrukcie

Nosnou časťou vodorovných konštrukcií sú montované predpäté panely Spiroll hrúbky 225 mm. Strešná konštrukcia bola pred rekonštrukciou čiastočne tepelne izolovaná, vrstvami pieskového zlievarenského násypu (mal aj spádovú funkciu) a polynosilikátových tvárnic. Počas rekonštrukcie sa strecha tepelne aj hydroizolačne zaizolovala. Ako izolačný materiál boli použité tepelnoizolačné EPS 100 dosky s hrúbkou 200 mm (Skladba STR01). Konštrukcia stropu v 1.PP sa počas rekonštrukcie tepelne zaizolovala zo strany suterénu. Pridala sa vrstva izolačných dosiek EPS 75F hrúbky 100 mm (Skladba ST01). Skladba podlahy na teréne v 1.PP zostala nezmenená a nie je tepelne izolovaná (Skladba ST02).

Výplne otvorov boli počas rekonštrukcie vymenené za nové tepelnoizolačné plastové okná s dvojsklom. Taktiež sa osadili nové plastové presklene vstupné dvere na vchodoch do budovy.

Výpis všetkých skladieb, spolu s výpočtom a porovnaním súčiniteľov prestupu tepla s normou, sa nachádza v kapitole 4.1.4 Súčiniteľ prestupu tepla obáľkových konštrukcií.

### 4.1.4 Súčiniteľ prestupu tepla obáľkových konštrukcií

Výpočet súčiniteľu prestupu tepla vychádza z normy ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metódy; účinná od 07/2005 [N.5].

Súčiniteľ prestupu tepla  $U$ , vo  $W/(m^2.K)$ , sa stanoví z tepelného odporu konštrukcie  $R$ , v  $(m^2.K)/W$ , a z odporov pri prestupe tepla na vonkajšej a vnútornej strane  $R_{se}$  a  $R_{si}$ , v  $(m^2.K)/W$ , alebo z vypočítaného odporu prechodom  $R_T$ , v  $(m^2.K)/W$ .

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + R + R_{si}},$$

$R_{se}$  a  $R_{si}$  odpor pri prestupe tepla určíme z ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličín (Tabuľka J.1) [N.3].

Tepelný odpor konštrukcie  $R$  vychádza zo sumy jednotlivých odporov vrstiev skladby  $R_j$ , v  $(m^2.K)/W$ . Odpor jednotlivých vrstiev vypočítame podľa vzťahu:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j},$$

kde,

$d_j$  je hrúbka j-tej vrstvy konštrukcie v m;

$\lambda_{dj}$  je návrhový súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu j-tej vrstvy konštrukcie vo  $W/(m.K)$ .

Celkový súčiniteľ prestupu  $U_c$ , vo  $W/(m^2.K)$ , stanovíme pripočítaním prirážkou na tepelné väzby  $\Delta U_{em}$ , vo  $W/(m^2.K)$ , k súčiniteľu prestupu tepla konštrukcie  $U$ .

$$U_c = U + \Delta U_{em},$$

Vyššie spomenutý text je prevzatý z bakalárskej práci. [15]

## Výpočet súčiniteľov prestupu tepla

Tabuľka 4.1 - Skladba NS01 - Obvodový plášť

NS01 - Obvodový plášť						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
NS01	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDm 375	0,375	0,69	0,543	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	4,17
	Brizolit - pôvodná omietka	0,025	1,1	0,023	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,04
	Zateplovací systém ETICS - EPS 70F	0,14	0,039	3,590	$R_T$	<b>4,34</b>
			$\Sigma R_j$	<b>4,17</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,23</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,250</b>

Tabuľka 4.2 - Skladba NS02 - Obvodový plášť - soklové murivo

NS02 - Obvodový plášť - soklové murivo						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
NS02	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDm 375	0,375	0,69	0,543	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	3,66
	Brizolit - pôvodná omietka	0,025	1,1	0,023	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,04
	Zateplovací systém ETICS XPS	0,12	0,039	3,077	$R_T$	<b>3,83</b>
			$\Sigma R_j$	3,66	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,26</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,281</b>

Tabuľka 4.3 - Skladba NS03 - Zateplené murivo v styku so zemou

NS03 - Zateplené murivo v styku so zemou						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
NS03	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDm 375	0,375	0,69	0,543	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	3,90
	Sanačná omietka jednovrstvová	0,02	0,36	0,056	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0
	Tepelnoizolačné dosky XPS	0,12	0,037	3,243	$R_T$	<b>4,03</b>
			$\Sigma R_j$	3,90	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,25</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,268</b>

Tabuľka 4.4 - Skladba NS04 - Nezateplené murivo v styku so zemou

NS04 - Nezateplené murivo v styku so zemou						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
NS04	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDm 375	0,375	0,69	0,543	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,65
	Sanačná omietka jednovrstvová	0,02	0,36	0,056	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0
					$R_T$	<b>0,78</b>
			$\Sigma R_j$	0,65	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>1,28</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>1,298</b>

Tabuľka 4.5 - NS05 - Nosná stena medzi zónami

NS05 - Nosná stena medzi zónami						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
NS05	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDm 240	0,24	0,72	0,333	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,36
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
					$R_T$	<b>0,62</b>
			$\Sigma R_j$	0,36	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>1,60</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,05
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>1,653</b>



Tabuľka 4.6 - S01 - Priečka medzi zónami

S01 - Priečka medzi zónami						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
S01	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
	Murivo z tehál formátu CDM 115	0,115	0,74	0,155	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,19
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,13
					$R_T$	<b>0,45</b>
			$\Sigma R_j$	0,19	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>2,24</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,05
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>2,294</b>

Tabuľka 4.7 - STR01 - Strešná konštrukcia

STR01 - Strešná konštrukcia						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
STR01	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015		
	Panely Sporoll	0,225	1,2	0,188	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,1
	Pieskový zlievarenský násyp	0,025	0,95	0,026	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	6,47
	Polynosilikátové tvárnice	0,175	0,2	0,875	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,04
	Tepelnoizolačné dosky EPS 100	0,2	0,038	5,263	$R_T$	<b>6,61</b>
			$\Sigma R_j$	6,47	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,15</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,171</b>

Tabuľka 4.8 - ST01 - Zateplený strop nad 1.PP

ST01 - Zateplený strop nad 1.PP						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
ST01	Parketové vlysy	0,02	0,18	0,111	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,17
	Cementový potěr	0,05	1,16	0,043	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	3,17
	Minerální rohož	0,02	0,088	0,227	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,17
	Piesok	0,01	0,95	0,011	$R_T$	<b>3,51</b>
	Panely Sporoll	0,225	1,2	0,188		
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015		
	Tepelnoizolačné dosky EPS 75F	0,1	0,039	2,564		
			$\Sigma R_j$	3,17	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,28</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>0,305</b>

Tabuľka 4.9 - ST02 - Pôvodná podlaha v suteréne

ST02 - Pôvodná podlaha v suteréne						
Konš.	Materiál	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R_i$ (m <sup>2</sup> .K/W)		
ST02	Cementový poter	0,1	1,16	0,086	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,17
	Železobetónová konštrukcia	0,15	2,5	0,060	$\Sigma R_j$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0,15
					$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .K/W)	0
					$R_T$	<b>0,32</b>
			$\Sigma R_j$	0,15	<b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>3,16</b>
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					<b>U<sub>c</sub> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>3,262</b>

### Porovnanie výsledkov s normovými požiadavkami

V tabuľke nižšie je posúdenie vypočítaných hodnôt s normovými hodnotami (požadované, doporučené a doporučené pre pasívne domy). Normové hodnoty vychádzajú z ČSN 73 0540-2 Tepelní ochrana budov – Část 2: Požadavky [N.6]. Konštrukcia alebo prvok je vyhovujúca ak  $U_c < U_{N,20}$ , v W/(m<sup>2</sup>.K).

Tabuľka 4.10 - Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla s normovými požiadavkami

Konš.	Výpočtová hodnota	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pre pasívny domy	Posúdenie (vyhovuje/ nevyhovuje)
	$U_c$ (W/m <sup>2</sup> .K)	$U_{N,20}$ (W/m <sup>2</sup> .K)	$U_{rec,20}$ (W/m <sup>2</sup> .K)	$U_{pas,20}$ (W/m <sup>2</sup> .K)	
NS01	0,250	0,3	0,25	0,18-0,12	VYHOVUJE
NS02	0,281	-	-	-	Bez požiadavkou
NS03	0,268	-	-	-	Bez požiadavkou
NS04	1,298	-	-	-	Bez požiadavkou
NS05	1,653	2,7	1,8	-	VYHOVUJE
STR01	0,171	0,24	0,16	0,15-0,10	VYHOVUJE
ST01	0,305	0,6	0,4	0,30-0,20	VYHOVUJE
ST02	3,262	-	-	-	Bez požiadavkou
S01	2,294	2,7	1,8	-	Bez požiadavkou
Okná	1,44-1,32	1,5	1,2	0,8-0,6	VYHOVUJE
Dvere	1,7-2,0	3,5	2,3	1,7	VYHOVUJE

Z posúdenia je zrejmé, že všetky konštrukcie vyhovujú požadovaným normovým hodnotám. Väčšina konštrukcií vyhovuje doporučeným hodnotám alebo sa k nim dostatočne priblížili.

## 4.2 Špecifikácia technických systémov

### 4.2.1 Systém vykurovania

Bytový dom má centrálny spôsob vykurovania. Hlavným zdrojom tepla sú 2 plynové kondenzačné kotle BAXI – DUO-TEC MP+1.35 s menovitým výkonom 34,8 kW (technický list vid'. Príloha č. 11). Kotolňa sa nachádza v 1.PP v miestnosti bojler. Plynové kotle sú napojené na vnútorné plynové potrubie, ktoré má vlastný plynomer na chodbe v 1.PP. Podrobné schéma zapojenia a výkresy pôvodného stavu sú v Prílohách č. 7 a 8. Teplotný spád systému vykurovania sa po zateplení znížil na 45/35. Teplota prírodnej vody je riadená ekvitermicky. Vykurovací systém je riešený ako vertikálny dvojtrubkový z oceleového potrubia. Hlavné rozvody ležateho potrubia sa nachádzajú pod stropom v 1. PP na závesoch, dimenzie DN50. Všetky ležaté potrubia sú v 1.PP tepelne izolované. Pri prechode z horizontálneho do vertikálneho stúpajúceho potrubia sú umiestnené uzatváracie kohúty, vyvažovacie a vypúšťacie ventily. Vertikálne rozvody sú vedené vo vykurovaných bytoch, preto nie sú tepelne zaizolované. Na sústave sú na každej vetve osadené obehové čerpadlá SIGMA 25/40 s jednotáčkovým pohonom a príkonom 70 až 100 W.

Vykurovacie telesá v bytoch sú pôvodné článkové liatinové telesá. Liatinové telesá sú opatrené termostatickým ventilom, termostatickou hlavicou a regulačným šróbením. Na vykurovacích telesách sú taktiež osadené meračské zariadenia, pre odčítanie spotreby tepla.

### 4.2.2 Systém prípravy teplej vody

Teplá voda je pripravovaná v zásobníkových ohrievačoch teplej vody s objemom 750 l. Hlavným zdrojom pre ohrev teplej vody sú plynové kondenzačné kotle. Plynové kotle sú nastavené na primárny ohrev teplej vody. Teplotný spád pre ohrev teplej vody na teplotu 55 °C je 60/50. Zásobníky nie sú tepelne izolované, z toho dôvodu dochádza k vysokým tepelným stratám. Cirkulácia teplej vody je zabezpečená pôvodnými cirkulačnými čerpadlami s jednotáčkovým pohonom a príkonom približne 100 W.

Hlavé horizontálne rozvody teplej vody a cirkulácie sú umiestnené pod stropom v 1.PP na závesoch, a sú tepelne zaizolované. Rozvody na stúpajúcich vertikálnych potrubiach sú tepelne izolované a vedené v stúpačkách bytového domu.

### **4.2.3 Ostatné systémy objektu**

#### ***Vetranie***

V bytovom dome sa v prevažnej časti využíva vetranie prirodzené. V objekte sa nena-chádza žiadne význame vzduchotechnické zariadenia. Umelo vetrané sú len hygienické zá-zemia bytových domov (kúpeľne a WC). Vertikálne potrubia sú vedené v stúpačkách a zakon-čené na streche vetracími hlavicami.

#### ***Chladenie a úprava vlhkosti***

V riešenom objekte nie je využívané chladenie ani úprava vlhkosti.

#### ***Osvetlenie***

V objekte sa vo všetkých zónach nachádza nové úsporné osvetlenie v kombinácii s klasickými žiarovkami. V zónach suterénu a schodísk je využité LED osvetlenie so systé-mom automatického zapínania a vypínania. Na schodiskách je nainštalované umelé núdzové osvetlenie. V bytových priestoroch je nainštalované LED osvetlenie v kombinácii s klasickými žiarovkovými svietidlami. Systém osvetlenia bol v spoločných priestoroch zrekonštruovaný.

## 5 GEOMETRICÉ PARAMETRE PRE VÝPOČET

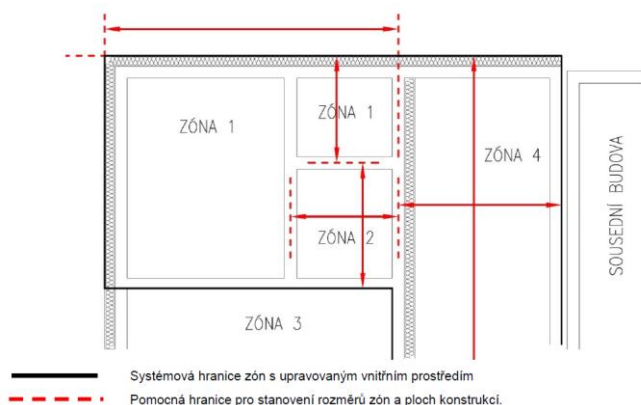
### 5.1 Zónovanie budovy

Text kapitoly vychádza z normy ČSN 73 0331-1 Energetická náročnosť budov - Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data; účinná od 10/2020 [N.7].

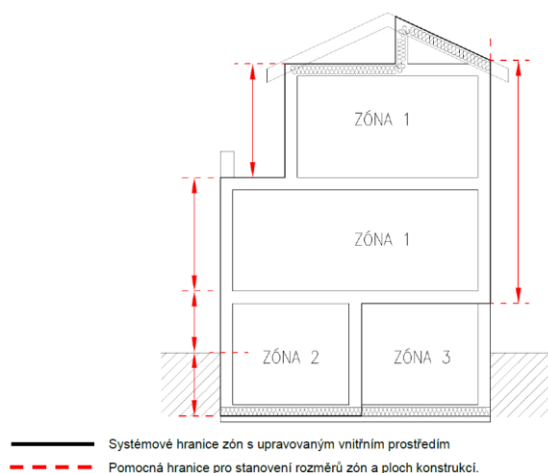
Zónovanie je nástroj slúžiaci k združovaniu jednotlivých priestorov budovy, ktoré majú vzájomne podobné typické užívanie, technické systémy a stavebné riešenie, do zjednodušených geometrických celkov. Spotreby energie všetkých zón stanovujú celkové množstvo dodanej energie do objektu.

Systémovou hranicou budovy sa rozumie súvislé ohraničenie objemu budovy, zvyčajne vystavené vonkajšiemu prostrediu. Prechádza po vonkajšej hrane konštrukcie (napr. exteriérová plocha obvodovej steny, strana pri nevykurovanom/temperovanom priestore, separačná vrstva susednej budovy). Pri zmene dokončenej stavby je nutné zväčšiť systémovú hranicu budovy o pridanú tepelnoizolačnú vrstvu.

Systémovou hranicou zóny je hranica súvisle obklopujúca objem zóny. Geometrické vymedzenie zóny a stanovenie rozmerov sa určí podľa obrázku 7.1 a 7.2.



Obrázok 5.1 Pravidlá pre stanovenie horizontálnych rozmerov [N.7]

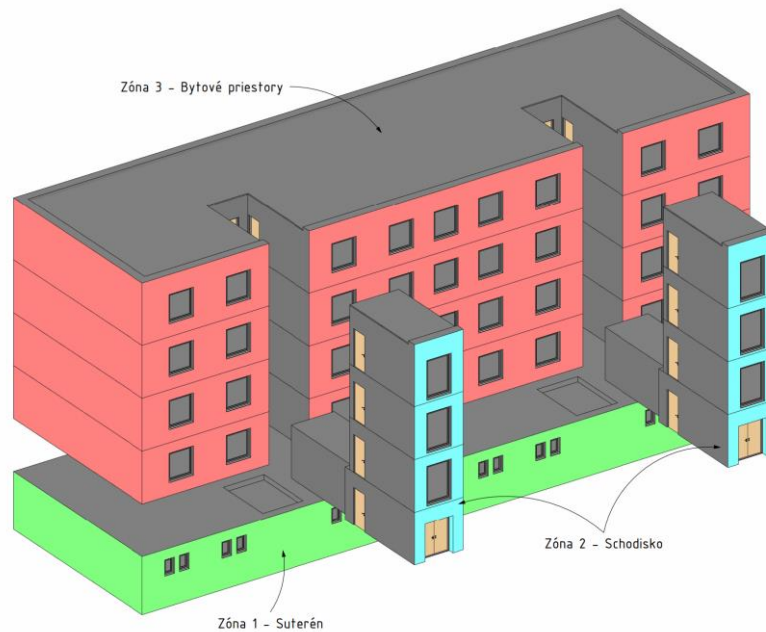


Obrázok 5.2 Pravidlá pre stanovenie vertikálnych rozmerov [N.7]

Vyššie spomenutý text je prevzatý z bakalárskej práce. [15]




## 5.2 Grafické zobrazenie zónovania objektu

Podľa informácií z predchádzajúcej kapitoly bol bytový dom rozdelený do 3 zón, ktoré majú podobné požiadavky na vnútorné prostredie. 1. podzemné podlažie bolo zaradené do samostatnej zóny 1 – Suterén. Komunikačné priestory bytového domu, schodisko a vstupy, boli priradené do zóny 2 – Schodisko. Poslednou zónou bytového domu boli uvažované bytové jednotky. Zóna 3 má názov Bytové priestory.

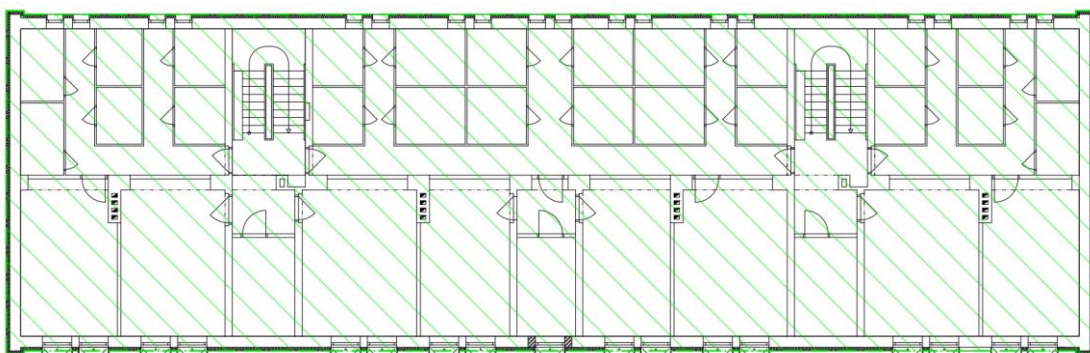


Obrázok 5.3 - Grafické zobrazenie zónovania v 3D modeli

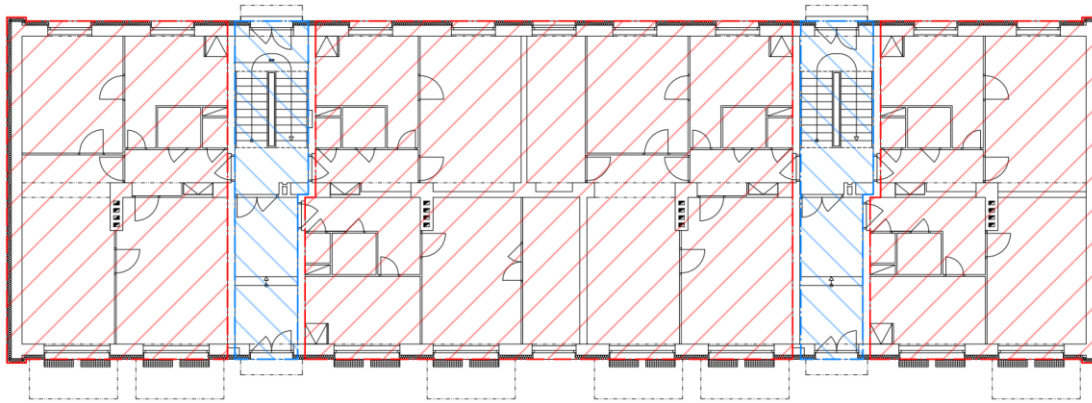
Legenda plôch zónovania

-  Zóna 1 - Nevykurované podpivničenje
-  Zóna 2 - Schodisko
-  Zóna 3 - Bytové priestory

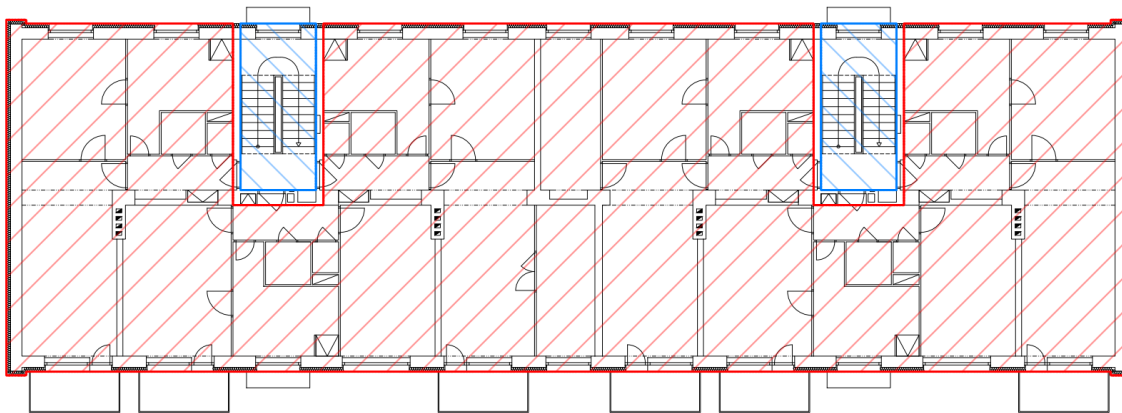
Obrázok 5.4 - Legenda plôch zónovania



Obrázok 5.5 – Schéma zónovania 1. podzemného podlažia



Obrázok 5.6 – Schéma zónovania 1. nadzemného podlažia



Obrázok 5.7 - Schéma zónovania 2. až 4. nadzemného podlažia

## 5.3 Popis zón

### 5.3.1 Zóna 1 – Suterén

Zóna suterénu sa nachádza na 1. nadzemnom podlaží. Prístup do tejto zóny je zo schodiskového priestoru. V zóne suterénu sú skladovacie priestory, dielňa, bolier, práčovňa, sušiareň a iné technické priestory. Všetka technológia bytového domu nachádza v tejto zóne. V zóne 1 sú pod stropom zavesené všetky ležaté potrubia systémov vykurovania a prípravy TV. Zóna nie je vykurovaná, ani chladená, ani mechanicky vetraná. V tejto zóne sa nachádza len umelé osvetlenie. Schému zónovania vid' na Obrázku 5.5.

### 5.3.2 Zóna 2 – Schodisko

Zóna schodiskového priestoru sa nachádza v 1. až 4. nadzemnom podlaží (vid' Obrázok 5.6 a 5.7). Jedná sa o hlavný komunikačný priestor, ktorý prepojuje ostatné zóny s vonkajším prostredím. V bytovom dome sa nachádzajú 2 schodiskové priestory. Vstupy do nich sú na severnej a južnej strane bytového domu v 1. nadzemnom podlaží. Celý priestor je temperovaný. Jedná sa o temperovanie z bytových priestorov cez prestupy nezateplených stien medzi zónami. Schodisko je osvetlené LED svietidlami s funkciou automatického zapnutia/vypnutia. V tejto zóne sa nachádza aj núdzové umelé osvetlenie. Celý priestor je

osvetlený prirodzene, cez presklené vstupné dvere a francúzske okná na jednotlivých medzi-poschodiach. Zóna je vetraná prirodzene a nie je chladená.

### 5.3.3 Zóna 3 – Bytové priestory

Zóna bytových priestorov tvorí najväčšiu časť bytového domu. Nachádzajú sa v nej jednotlivé bytové jednotky. Bytové jednotky sú prístupné zo schodiskového priestoru. Podľa schém na obrázkoch 5.6 a 5.7 je viditeľné rozmiestnenie jednotlivých bytov. Celkovo sa jedná o 24 bytov. Dispozične sú bytové jednotky rozdelené na 3 byty 1+1KK, 13 bytov 2+1KK, 7 bytov 3+1KK a jeden byt 4+1KK. Priemerná plocha bytovej jednotky je 55,4 m<sup>2</sup> a v bytovom dome môže bývať 70 – 80 osôb. Celý priestor tejto zóny je prirodzene vetraný aj osvetlený. Okenné otvory sú umiestnené na južnej aj severnej strane. Bytové jednotky sú taktiež umelo osvetlené LED svietidlami. Bytové jednotky nie sú chladené. Zóna je vykurovaná.

Tabuľka 5.1 - Zhrnutie okrajových podmienok zón bytového domu

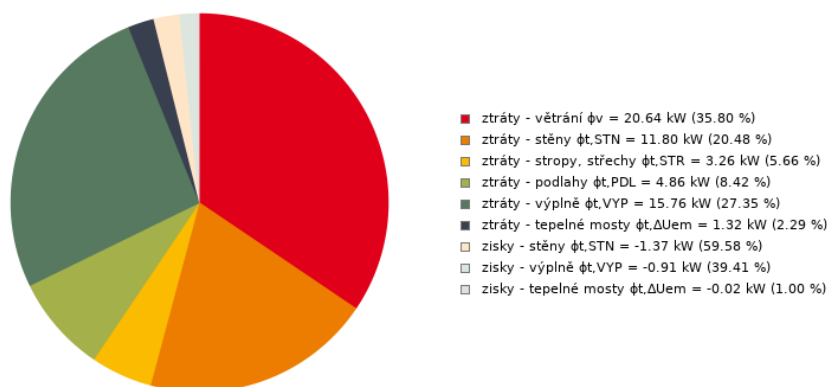
Číslo zóny	Názov zóny	Priemerná svetlá výška zóny	Energeticky vzťažná plocha	Vnútoraná návr- hová teplota	Vonkajšia návr- hová teplota	Vnútoraná tepelná kapacita zóny	Vykurovaná	Chladená	Nútene vetraná
		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[C°]	[C°]				
1	Suterén	26,50	428,29	-	-15	165	Nie	Nie	Nie
2	Schodisko	2,85	136,04	16			Nie	Nie	Nie
3	Bytové pri- story	26,75	1577,10	20,5			Áno	Nie	Nie

## 6 VYHODNOTENIE POČIATOČNÉHO STAVU

Diplomová práca má za úlohu porovnať navrhnuté energeticky úsporné opatrenia s počiatočným stavom. Pre toto porovnanie je nutné vypočítať tepelné toky a energetickú bilanciu systémov BD, ktoré sú v kapitole 4.2 špecifikované. Podľa odstavca 1 v prílohe č. 7, vyhlášky 141/2021 Sb. o energetickom posudku [N.4], je možné energetickú bilanciu počiatočného stavu stanoviť na základe výpočtu energetickej náročnosti. V nasledujúcej kapitole je preto vyhodnotený výpočet energetickej náročnosti, ktorý bol vyhotovený v softvare DEKsoft. Výpočet bol následne validovaný pomocou dennostupňovej metóde, aby zodpovedal reálnemu stavu.

### 6.1 Vyhodnotenie tepelných tokov

Celková tepelná strata BD je 51,38 kW. Najväčšia tepelná strata je strata vetraním, ktorá predstavuje 35,8 % z celkovej straty, čo zodpovedá 20,64 kW. Strata prestupom je konštrukcií je 30,74 kW. 45,7 % straty prestupom tepla cez konštrukcie tvoria straty cez výplne otvorov (14,1 kW) a druhú najväčšiu čas tvoria prestupy stranami, približne 9,93 kW. Straty tepla cez strechu a podlahu v 1.PP sú 5,4 kW. Strata tepelnými mostami je 1,4 kW. Celkový pomer strát a ziskov je zobrazený na grafe 3.1.



Graf 6.1 - Tepelné straty a zisky obálky bytového domu

Najväčším priestorom objektu je, Zóna 3 – Bytové priestory, je zodpovedná za 94,3 % z celkových strát. Tepelná strata zóny 2 – schodisko je 2,93 kW a strata bytových jednotiek je 48,45 kW. Potreba tepla na vykurovanie celého bytového domu je preto vyčíslená na 47,3 kWh/(m<sup>2</sup>.rok), čo zodpovedá štandardu nízkoenergetických budov.

Tabuľka 6.1 - Porovnanie priemerného súčiniteľa prestupu tepla s normovými požiadavkami

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	W/(m <sup>2</sup> .K)	W/(m <sup>2</sup> .K)	
Z2 - Schodištie	0,802	0,631	78,66 %
Z3 - Byty	0,474	0,391	82,67 %
<b>budova celkem</b>	<b>0,492</b>	<b>0,405</b>	<b>82,30 %</b>
<b>budova splňuje požadavek <math>U_{em,R}</math> vybrané referenční budovy:</b>			<b>ANO</b>



Požiadavkou je aby pomer  $U_{em} / U_{em,R}$  bol menší 1,00. Pričom  $U_{em}$  sa rovná 0,405 W/(m<sup>2</sup>.K) a požadovaný stav je na hodnote 0,492 W/(m<sup>2</sup>.K). Pomer vychádza na 0,82 < 1,00. Priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy  $U_{em}$  splňuje požiadavku na priemerný súčiniteľ prestupu tepla  $U_{em,R}$  vybranej referenčnej budovy. Podľa priemerného súčiniteľu prestupu tepla je bytový dom zaradený do klasifikačnej triedy C. Je možné konštatovať, že obálka budovy je ÚSPORNÁ.

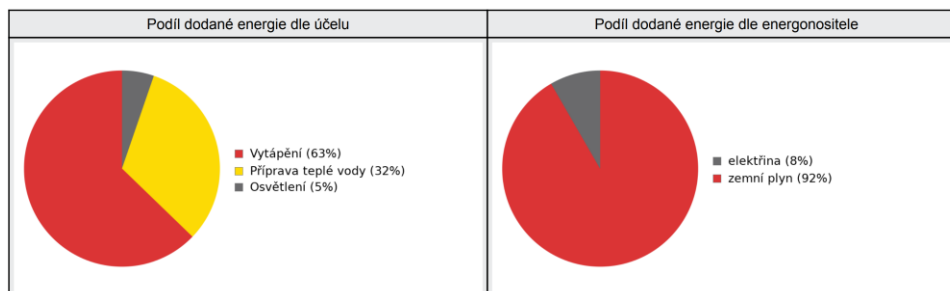
KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	, Ivančice		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha $A_e = 1713,14$ [m <sup>2</sup> ]		hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>0,25 A</p> <p>0,32 B</p> <p>0,42 C</p> <p>0,60 D</p> <p>0,81 E</p> <p>1,02 F</p> <p>G</p> <p>mimořádně neúsporná</p>		0,405	
KLASIFIKACE		C	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)] $U_{em}=H_e/A$		0,405	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,clim}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)] typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,351	-
Platnost štítku do (datum):		05.04.2033 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:		Ján Kozia	

Obrázok 6.1 - Klasifikácia priemerného súčiniteľu prestupu tepla obálky budovy

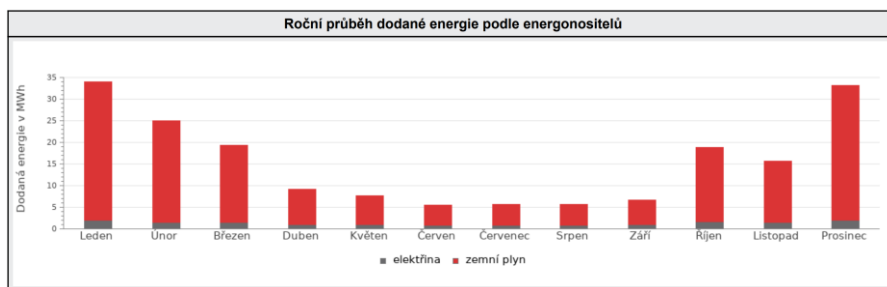
## 6.2 Energetická bilancia

### *Bilancia dodanej energie*

Najväčšiu časť spotreby energie tvorí teplo na vykurovanie bytového domu. Druhovou najväčšou zložkou je teplo na prípravu teplej vody. Energia na osvetlenie má 5 % podiel na celkovej dodanej energii do objektu (systém osvetlenia prešiel rekonštrukciou, pri ktorej boli osadené LED svetlá s nízkou spotrebou). Z hľadiska energonositeľov má najvyšší podiel na dodanej energii zemný plyn. Elektrická energia zodpovedá 8% podielu.



Graf 6.2 - Podiel dodanej energie podľa účelu a energonositeľa



Graf 6.3 – Roční průběh dodané energie podľa energonositeľov

Dodaná energia do bytového domu za pomoci elektrickej energie bola vyčíslená na 15,64 MWh/rok a celková energia zo zemného plynu spotrebovaná za rok je 170,99 MWh.

Celková dodaná energia do bytového domu je 186,65 MWh/rok. Ako je viditeľné v tabuľke 6.1, na vykurovanie sa využíva 117,33 MWh/rok, na prípravu teplej vody 59,33 MWh/rok a na osvetlenie necelých 10 MWh/rok. Na grafe 6.3 je možné vidieť ročný priebeh spotreby energií, rozdelený na základe energonositeľov.

Tabuľka 6.1 – Dodaná energia podľa účelu spotreby v mesiacoch

Dodaná energia podľa účelu spotreby [MWh/rok]				
Mesiace	Vykurovanie	Príprava TV	Osvetlenie	Celkom
1	27,90	5,01	1,11	34,02
2	19,70	4,54	0,86	25,10
3	13,50	5,03	0,85	19,38
4	3,64	4,88	0,71	9,23
5	1,94	5,05	0,66	7,65
6	0,00	4,89	0,59	5,48
7	0,00	5,06	0,63	5,69
8	0,00	5,06	0,69	5,75
9	0,99	4,89	0,79	6,67
10	12,80	5,03	0,96	18,79
11	9,86	4,88	1,00	15,74
12	27,00	5,01	1,14	33,15
Celkom	<b>117,33</b>	<b>59,33</b>	<b>9,99</b>	<b>186,65</b>

### ***Bilancia primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov***

Faktor primárnej energie sa pri výpočte energetickej náročnosti používa na prepočet dodanej energie na primárnu energiu. Faktor primárnej energie sa vypočítava podľa normy ČSN EN ISO 52000-1: Energetická náročnosť budov – Základní zásady pro soubor norem ENB – Část 1: Obecný rámec a postupy [N.8]. Na obrázku 6.2 je viditeľné grafické zobrazenie rôznych druhov faktorov primárnej energie. Vzorec pre výpočet faktoru primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov je nasledujúci:

$$f_{P_{nren}} = \frac{P_{nren}}{E_{del,nren} + E_{del,ren}}$$

kde,

$f_{P_{nren}}$  je faktor primárnej neobnoviteľnej primárnej energie (-),

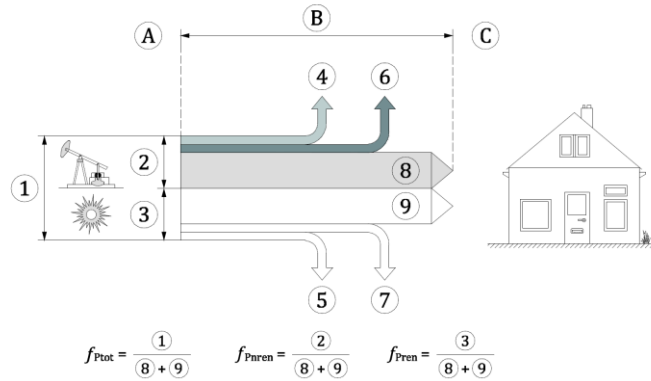
$P_{nren}$  je primárna energia z neobnoviteľných zdrojov v MWh/rok,

$E_{del,nren}$  je dodaná energia z neobnoviteľných zdrojov v MWh/rok,

$E_{del,ren}$  je dodaná energia z obnoviteľných zdrojov v MWh/rok.

Zo vzorca sa následne vyjadri  $P_{nrem}$  čo zodpovedá hľadanej primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov. Faktor primárnej energie pre energonositele je, podľa prílohy 3 vyhlášky 264/2020 SB. [N.3], pre zemný plyn na hodnotu 1,00 a pre eklektickú energiu na 2,60.

- a) faktor celkovej primárnej energie ( $P_{tot}$ );
- b) faktor neobnoviteľnej primárnej energie ( $P_{nren}$ );
- c) faktor obnoviteľnej primárnej energie ( $P_{ren}$ ).

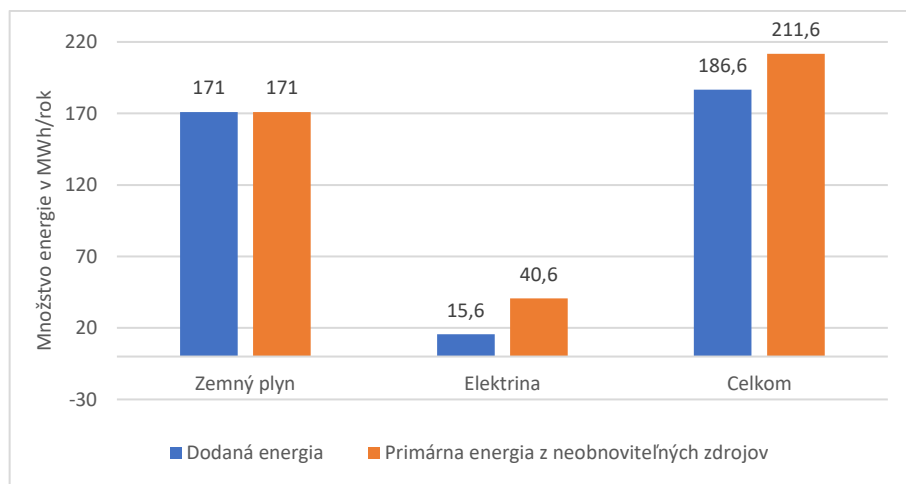


**Legenda**

- |  |  |
|--|--|
| A zdroj energie                              | 4 neobnoviteľná energia pripadajúca na infraštruktúru          |
| B ťažec privádzajú energie od zdroja energie | 5 obnoviteľná energia pripadajúca na infraštruktúru            |
| C vnútř hranice posudzování                  | 6 neobnoviteľná energia na ťažbu, rafinaci, přeměnu a přepravu |
| 1 celková primární energie                   | 7 obnoviteľná energia na ťažbu, rafinaci, přeměnu a přepravu   |
| 2 neobnoviteľná primární energie             | 8 dodaná neobnoviteľná energie                                 |
| 3 obnoviteľná primární energie               | 9 dodaná obnoviteľná energie                                   |

Obrázok 6.2 - Grafické znázornenie troch faktorov primárnej energie [N.8]

Podľa metodiky výpočtu primárnej energie boli vypočítané bilancie primárnej energie pre bytový dom. Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov sa, voči dodanej energii, zvýšila o 25 MWh za rok. Podiel elektrickej energie, primárnej energie sa zvýšil na 19 %, pričom podiel zemného plynu klesol na 81 %. Na grafe 6.4 je zobrazené porovnanie navýšenia primárnej energie voči dodanej energii. Množstvo primárnej energie je 211,66 MWh/rok, z toho 40,6 MWh/rok je elektrickej energie a 171 MWh/rok je zemného plynu.



Graf 6.4 - Porovnanie dodanej a primárnej energie

Podrobnejší popis energetických tokov bytového domu je v Prílohe č. 12. V tejto prílohe je možné vidieť porovnanie hodnotenej budovy s referenčnými budovami pre požiadavku a pre klasifikáciu. Z tohto porovnania je viditeľné, že druhy porovnávaných energií sú voči

referenčným hodnotám nižšie. Jediné položky, ktoré nespĺňujú hodnoty referenčných budov sú pomocná energia pre všetky posudzované systémy a navýšenie spotreby voči potrebe.

### 6.3 Validácia výpočtu

Energetický výpočet náročnosti budovy bolo treba porovnať s reálnym stavom, aby sme výsledky mohli ohodnotiť za dostatočne presné. Z toho dôvodu bol výsledok z programu DEKsoft validovaný s výsledkami z dennostupňovej metódy. V DEKsofte sme pracovali s hodinovou metódou a pre výpočet sme využili dáta z knihovni softwaru. Boli použité klíma dáta zo stanice Brno z roku 2015. V dennostupňovej metóde sme využili dáta dostupné na stránke tzb-info.cz [16]. Boli vybrané 2 druhy dát, a to dáta zo stanice Brno-Tuřany, 241 m n. m. z roku 2015 a Normál 1961 – 1990 (Praha – Karlov), vid' tabuľku 6.2. Vypočítané dáta pre energetický posudok sú validované k výsledkom dennostupňovej metódy zo stanice Brno – Tuřany. Pre ilustráciu sú dáta porovnané aj s dátami Normálu Praha – Karlov.

Pre výpočet spotreby energie BD bol použitý vzťah závislý na celkovej tepelnej strate objektu, výpočtových teplotách a dennostupňov v určitom období [17]:

$$E_r = \frac{a \cdot Q_{tn}}{(t_{in} - t_{en})} \cdot D_{in}$$

kde,

$E_r$  je Potreba tepla pre vykurovanie v MWh,

$a$  je súčiniteľ zohľadňujúci využitie tepelných ziskov vplyvom regulácie = 1,0 (-),

$Q_{tn}$  je menovitý tepelný výkon potrebný pre vykurovanie = 51,38 v kW,

$D_{in}$  je počet dennostupňov v danom období (vid' tabuľka 3.2) v den.K,

$t_{in}$  je vnútorná výpočtová teplota = 20,5 v °C,

$t_{en}$  je vonkajšia výpočtová teplota = -15 v °C.

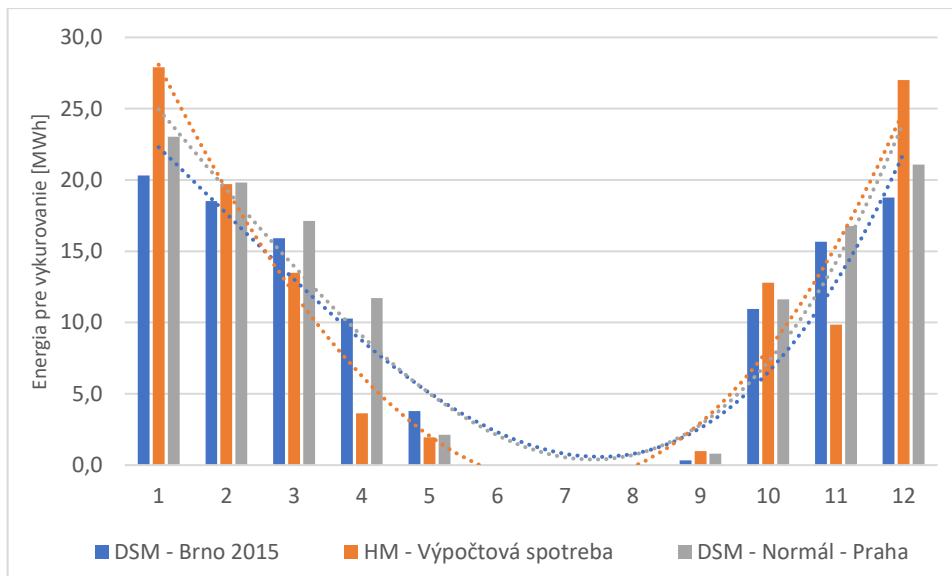
Výsledné porovnanie je zobrazené v tabuľke 6.2 a grafe 6.5.

Tabuľka 6.2 - Porovnanie spotreby tepla na vykurovanie s výpočtom dennostupňovej metódy

Mesiac	Potreba tepla pre Brno 2015		Potreba tepla Normál 1967 - 1990		Spotreba energie pre vykurovanie E [MWh]	Percentuálny pomer $E_{B,r} / E$ [%]
	Počet dennostupňov	Potreba tepla	Počet dennostupňov	Potreba tepla		
	$D_{B,20,5}$ [D.K]	$E_{B,r}$ [MWh]	$D_{N,20,5}$ [D.K]	$E_{N,r}$ [MWh]		
1	584,70	20,31	662,80	23,02	27,90	72,80
2	533,00	18,51	570,80	19,83	19,70	93,98
3	458,00	15,91	493,20	17,13	13,50	117,84
4	296,10	10,29	337,60	11,73	3,64	282,56
5	108,90	3,78	61,10	2,12	1,94	194,99
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
9	9,80	0,34	23,00	0,80	0,99	34,38
10	315,60	10,96	334,80	11,63	12,80	85,65
11	451,00	15,67	482,70	16,77	9,86	158,88
12	540,50	18,77	607,10	21,09	27,00	69,54
Celkom	-	<b>114,54</b>	-	124,11	<b>117,33</b>	<b>97,63</b>

Hlavný cieľom validácie výpočtu bolo doceliť odchýlku menšiu ako 3 % medzi celkovou spotrebou energie na vykurovanie, ktorá bude používaná vo výpočte, s výslednou

energiou pre vykurovanie, ktoré boli získané za pomoci dennostupňovej metódy. Ako je viditeľné v tabuľke 6.2, výpočtová spotreba tepla dosahuje 177,33 MWh/rok a spotreba vypočítaná dennostupňovou metódou 114,54 MWh/rok. Odchýlka teda dosahuje 2,37 %, čo vyhovuje potrebnej validácii. Ak výpočet porovnáme s Normálom rokov 1967 – 1990, tak odchýlka predstavuje približne 5,8 %.



Graf 6.5 - Porovnanie dvoch rôznych metód výpočtu energie na vykurovanie a ich trendy

V grafe 6.5 sú porovnané vypočítané hodnoty z tabuľky 6.2. Ako je na grafe zobrazené, priebeh trendu krivky DMS – Brno 2015 a krivky DMS – Normál – Praha je podobný. Ak porovnáme celkové hodnoty aj krivky trendu vypočítanej spotreby s výpočtami DSM, tak môžeme vidieť rozdielny priebeh v celom období. V zimných mesiacoch (12., 1. a 2.) je vyššia, a naopak v mesiacoch prechodného obdobia (3., 4., 5. a 11.) je spotreba nižšia.

Vypočítaná spotreba tepla na vykurovanie bola validovaná s hodnotami z dennostupňovej metódy, aby sme dostali relevantné dáta pre výpočet celkovej spotreby pre energetický posudok. Celková vypočítaná spotreba dosahuje odchýlku menej ako 3%, čo bolo zámerom validácie. Preto je pre výpočet spotreby možné použiť tieto hodnoty.

## 6.4 Celkové vyhodnotenie energetickej náročnosti pôvodného stavu bytového domu

Tepelná strata objektu	51,38 kW
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla	0,405 W/(m <sup>2</sup> .K)
Klasifikačná trieda priemerného súčiniteľu prestupu tepla	C - úsporná
Celková dodaná energia BD	186,65 MWh/rok
Celková primárna energia z neobnoviteľných zdrojov	211,66 MWh/rok
Energeticky vzťažná plocha	1 713,1 m <sup>2</sup>
Merná potreba tepla na vykurovanie	47,3 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)

Vyhodnotenie preukazuje že obálka budovy je v štandardnom vyhotovení s klasifikačnou triedou - úsporná. Merná potreba tepla na vykurovanie je vo výške 47,3 kWh/(m<sup>2</sup>.rok), čo zodpovedá dnešnému štandardu nízkoenergetických domov. Práve z týchto dvoch hľadísk je možné do bytového domu navrhnuť tepelné čerpadlo na vykurovanie s teplotným spádom 45/35.

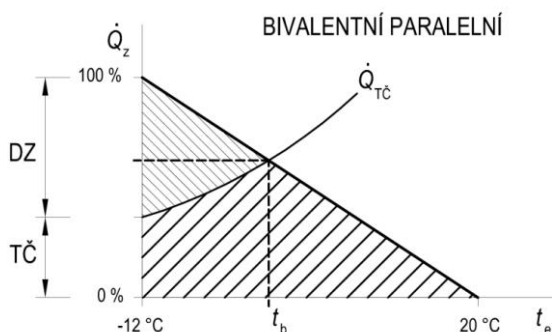
## 7 NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATRENÍ

Cieľom energetického posudku bolo vyhodnotenie navrhnutých energetických opatrení, ktoré znížia energetickú náročnosť budovy, znížia emisie zo spaľovacích zdrojov a budú využívať obnoviteľne zdroje v objekte. Ako bolo preukázané v predchádzajúcej kapitole, až 92% spotrebovanej energie je získava spaľovaním zemného plynu. Taktiež 100 % spotrebovanej energie v bytovom dome je z neobnoviteľných zdrojov. Bytový dom využíva na systémy vykurovania a prípravy teplej vody zastaralé technológie regulácie. Z tohoto dôvodu vychádza množstvo spotrebovanej pomocnej energie vyššie ako hodnoty pre referenčnú budovu a navýšenie spotreby voči potrebe je príliš vysoké (viď. Príloha č. 12).

Témou diplomovej práce bol prechod na obnoviteľné zdroje energie. Aby sme zabezpečili výrobu tepla z obnoviteľnej energie, tak ako hlavný zdroj pre vykurovanie a prípravu teplej vody, bolo navrhnuté tepelné čerpadlo vzduch/voda. Pre zefektívnenie prípravy teplej vody bolo nutné navrhnuť nové tepelne izolované zásobníkové ohrievače teplej vody, aby nedochádzalo k úniku tepla. Jedným z úsporných opatrení je aj výmena radiacích a regulačných prvkov za prvky s nižšou spotrebou elektrickej energie. Preto bola zvolená kompletná rekonštrukcia technickej miestnosti. Táto kapitola sa preto venuje návrhu nových prvkov do technickej miestnosti bytového domu.

### 7.1 Tepelné čerpadlo a akumulčná nádrž

Tepelné čerpadlo bolo navrhnuté v prevedení vzduch/voda, z dôvodu nižších realizačných nákladov a menších nárokov na verejný priestor v zastavanej časti mesta. Vonkajšiu jednotku tepelného čerpadla je možné umiestniť na západnú stranu bytového domu, alternatívne na plochú strechu.

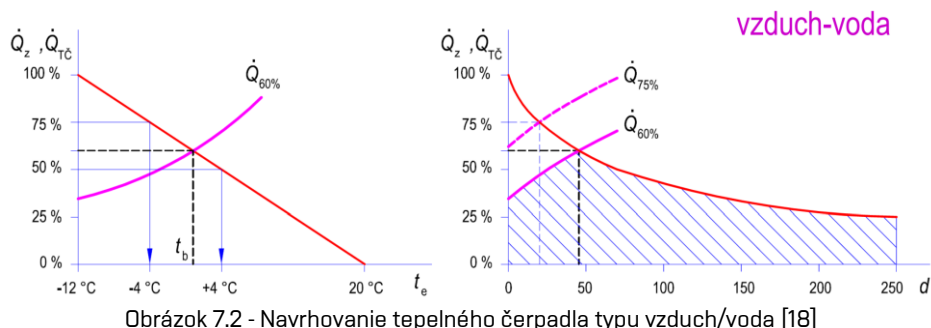


Obrázok 7.1 - Typ prevádzkového režimu tepelného čerpadla - bivalenté paralelne [18]

Tepelné čerpadlo bolo navrhnuté na bivalentne paralérny režim prevádzky. Sekundárnym zdrojom pre vykurovanie a prípravu teplej vody bol navehnutý elektro kotol. Tepelné čerpadlo bude pracovať do bivalentného bodu samostatne a pri nízkych teplotách (za bodom bivalencie) sa k TČ pripojí elektrokotol. Tento spôsob zapojenia je vhodný pre nízkoteplotné vykurovacie sústavy s teplotou vody do 55 °C. V hodnotenom bytovom dome je dostatočné prevádzkovať vykurovanie pri teplotnom spáde 45/35 (veľké vykurovacie liatinové telesá + obálka budova klasifikovaná v triede C).

Štandardom návrhu pre tepelné čerpadlá je návrh na 60 – 80 % tepelnej straty objektu. Kde pri návrhu TČ vzduch/voda na 50% tepelných strát je pokrytých až 75% potreby

tepla, pri 60 % je to 85%-né pokrytie potreby tepla a pri 70% je to až 92% pokrytia potreby tepla. Je preto vhodné navrhovať tepelné čerpadlo na 60 – 70 % tepelných strát. Predíde sa tým častému spínaniu TČ na krátky čas a pokrytých bude 85 – 92 % vykurovacieho obdobia [18].



### Návrh Tepelného čerpadla

Bolo navrhnuté tepelné čerpadlo **Heliotherm Sensor Solid Compat S55L-M-CC**. TČ Heliotherm je v prevedení monoblok, teda celé jednotka tepelného čerpadla sa nachádza v exteriéri. Je vhodné pre vykurovacie systémy s maximálnou prírodnou vodou do 60 °C a vie dodržať aj nízke hlukové limity. [19] Technický list v Príloha č. 14.



Obrázok 7.3 - Heliotherm Sensor solid Compact S55 [19]

### TEPELNÉ ČERPADLO HELIOTHERM

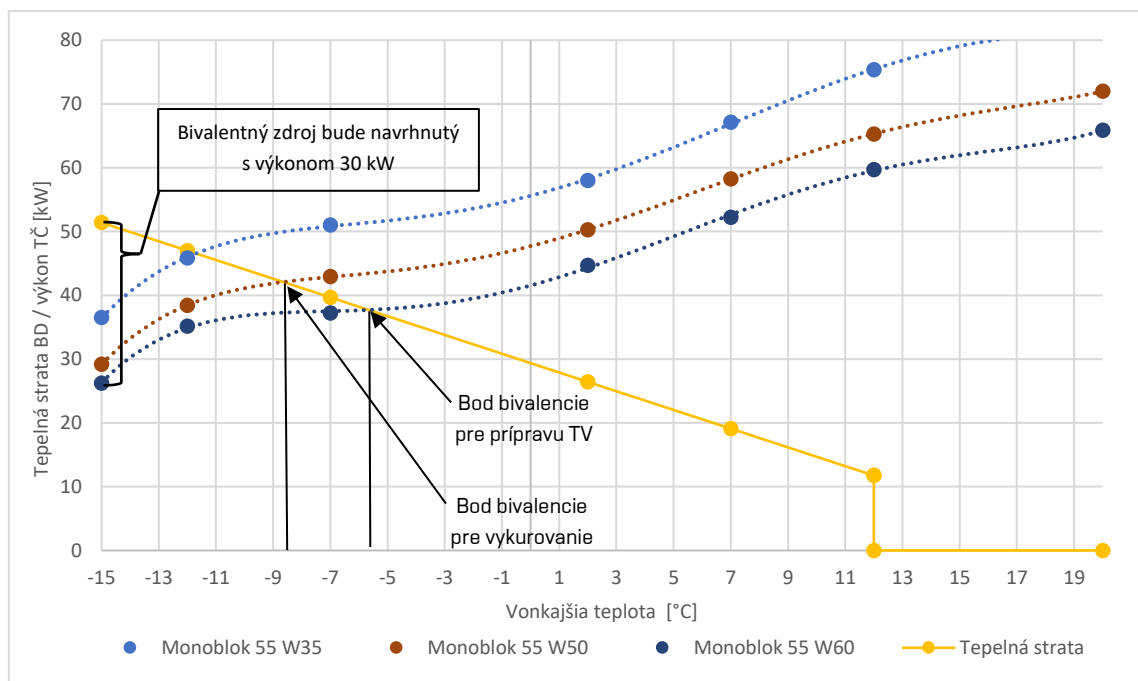
A2 / W35.....	58,01 kW
COP pri A2 / W35.....	4,2
SCOP pdl. vykurovanie / radiátory (priemerné klíma).....	5,15/3,45
Max. príkon kompresoru .....	19,9 W
Hladina akustického výkonu.....	68 dB(A)
Min/Max objemový prietok .....	4,4 – 9,3 m <sup>3</sup> /h
Max. povolený tlak vody .....	10 bar
Rozmery .....	1516 x 3900 x 1136
Hmotnosť.....	1100 kg



Tepelné čerpadlo bolo navrhované na vonkajšiu návrhovú teplotu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . TČ bude pracovať v teplotnom spáde 50/40 pre vykurovanie a 60/50 pre ohrev teplej vody. Bod bivalencie pre vykurovanie je na teplote približne  $-8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a pre prípravu teplej vody je na  $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tepelné čerpadlo je navrhnuté na 57% tepelných strát. Prídavný bivalentný zdroj bol vyhodnotený na 25-30 kW. (vid. Graf 7.1)

Tabuľka 7.1 - Priebeh maximálneho vykurovacieho výkonu TČ [19]

Vonkajšia teplota	Monoblok 55						Tepelná strata
	W35	W40	W45	W50	W55	W60	
20	81,44	78,25	75,05	71,99	68,92	65,86	0,0
12	75,36	71,73	68,09	65,30	62,5	59,71	11,7
7	67,11	64,19	61,27	58,26	55,24	52,23	19,1
2	58,01	55,52	53,02	50,25	47,48	44,71	26,4
-7	51	48,39	45,78	42,92	40,06	37,2	39,7
-12	45,85	42,94	40,03	38,41	36,78	35,16	47,0
-15	36,52	33,60	30,67	29,19	27,7	26,22	51,4

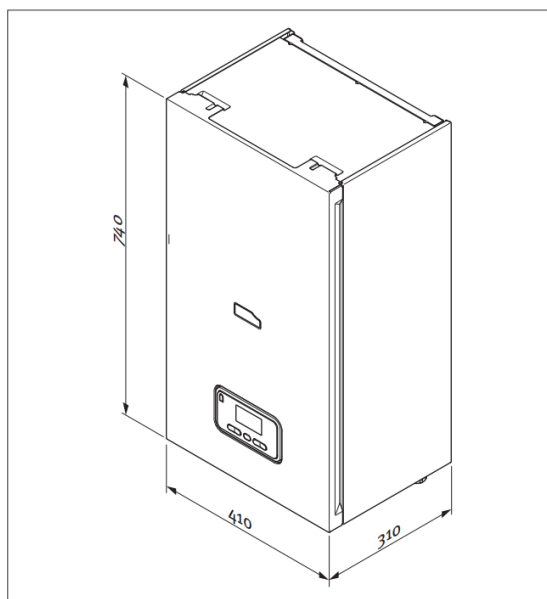


Graf 7.1 - Grafické určenie bivalentného bodu

### Návrh bivalentného zdroja

Doplňkovým bivalentným zdrojom bol zvolený závesný elektrokotel **RAY 28 KE** s plynulou moduláciou výkonu. Bivalentný zdroj by pri najnižších vonkajších teplotách dopĺňať tepelné čerpadlo. Bivalentný zdroj je navrhnutý približne na 40% tepelných strát, čo zodpovedá iba 15% celkovej potreby energie.

## Rozměry



Obrázok 7.4 - Závěsný elektrokotel RAY 28 KE

### ELEKTROKOTOL RAY 14 KE

Výkon .....	28 kW
Články.....	4 x 7 kW
Menovitý objemový tok.....	2 408 l/h
Rozměry .....	410 x 740 x 315 mm
Hmotnosť.....	27 kg

V prípade dobrého prevádzkového stavu plynového kotlu, je možné tento kotol použiť ako bivalentný zdroj, čo by znížilo náklady na realizáciu, ale náklady na prevádzku by so starnutím kotlu a väčším množstvom prvkov pre chod, by mohli byť navýšené. Pre výpočet v diplomovej práci bol zvolený ako bivalentný zdroj elektrokotel.

### *Návrh akumuláčnej nádrže*

Množstvo vody v akumuláčnej nádobe má zásadný vplyv na početnosť spínania kompresoru tepelného čerpadla, ale aj na rýchlosť reakcie vykurovacieho systému na zmeny vonkajšieho prostredia. Hlavným dôvodom návrhu akumuláčnej nádrže je oddelenie vykurovacieho systému (vetvy systému) od časti výroby teplej vody (vid'. Prílohy č. 9 a 10). Druhým dôvodom je preklopenie času, kedy bude tepelné čerpadlo pripravovať teplú vodu v zásobníkoch TV [21].

Pri výpočte objemu akumuláčnej nádrži sa odporúča voliť objem stanovený ako 10 – 20 l/kW z výkonu A2/W35. V prípade nášho objektu to znamená 580,1 – 1160,2 l. Preto bola zvolená akumuláčná nádrž s objemom 1040 l - **Regulus PS 1100 N+**.



Obrázok 7.5 - Akumulačná nádrž Regulus PS 1100 N+ [21]

### Akumulačná nádrž – Regulus PS 1100 N+

Celkový objem nádrže.....	1040 l
Maximálna prevádzková teplota v nádrži.....	95 °C
Maximálny tlak v nádrži.....	4 bar
Statická strata zásobníku.....	140 W
Rozmery.....	850 x 2 080 mm
Hmotnosť .....	128 kg

## 7.2 Zásobníkový ohrievač teplej vody

Zásobníkové ohrievače teplej vody boli dimenzované podľa ČSN 06 0320 [N.9]. Zásobníky boli dimenzované podľa krivky dodávky a odberu teplej vody. Pre vykreslenie krivky dodávky a odberu je nutné stanoviť [17]:

- Teoretické teplo odobrané z ohrievača  $Q_{2t}$  v kWh:

$$Q_{2t} = n \cdot Q_{2P} ,$$

kde,

- $n$  je počet merných jednotiek = 75 v osobách,
- $Q_{2P}$  je teplo odobrané z ohrievača behom periódy na mernú jednotku (stavby pre bývanie – 4,3) v kWh/deň.

- Teplo stratené pri ohreve a distribúcií  $Q_{2z}$  v kWh:

$$Q_{2z} = q_c \cdot per ,$$

kde,

- $q_c$  je celková tepelná strata všetkých prvku sústavy TV, vo W
- $per$  je časový úsek (24) v h.

Podrobný výpočet je zobrazený v tabuľke 7.1. Dĺžka úseku potrubia v 1.PP a stúpačkách pozostáva zo samotnej dĺžky potrubia, z prirážky na armatúry (1,6 m na jednu armatúru) a prirážky na uchytenie (15 % z dĺžky potrubia). Výpočet je podľa postupu z webových stránok doktora inžiniera Jakuba Vrány. [22]

Tabuľka 7.1 - Výpočet tepelnej straty na sústave TV

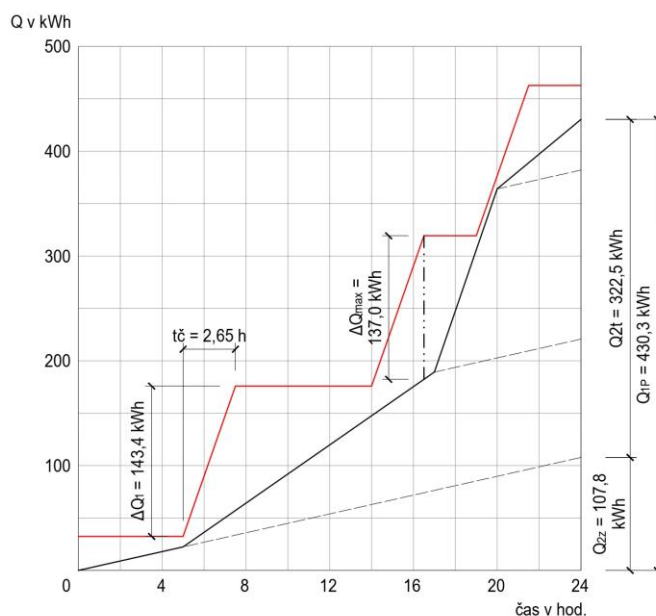
Prvky sústavy	Dĺžka úseku	Dĺžková tepelná strata potrubia	Tepelné straty na jednotlivých prvkoch	Tepelné straty na všetkých prvkoch	Celkové tepelné straty za deň
	l [m]	qt [W/m]	q [W]	q <sub>c</sub> [kW]	Q <sub>zz</sub> [kWh]
Potrubia v 1.PP (10 °C)	95,3	13,0	1 239	3,170	107,8
Potrubia v stúpačkách (25 °C)	216,7	7,5	1 625		
Zásobníky TV	Dva zásobníky so stratou 153 W		306		

- Teplo dodané ohrievačom behom periódy  $Q_{1P}$  v kWh:

$$Q_{1P} = Q_{2t} + Q_{zz} ,$$

Celkové teplo odobrané z ohrievača  $Q_{2t}$  je 322,5 kWh, teplo stratené pri ohreve a distribúcii  $Q_{zz}$  je 107,8 kWh. Teplo dodané ohrievačom behom periódy (deň)  $Q_{1P}$  sa rovná 430,3 kWh. Z vypočítaných hodnôt bol vytvorený priebeh krivky odberu a dodávky (graf 7.2). Priebeh odberu bol zvolený pre profil bytového domu:

- od 0 do 5 hodiny 0 % z odobraného tepla  $Q_{2t}$
- od 5 do 17 hodiny 35 % z odobraného tepla  $Q_{2t}$
- od 17 do 20 hodiny 50 % z odobraného tepla  $Q_{2t}$
- od 20 do 24 hodiny 15 % z odobraného tepla  $Q_{2t}$ .



Graf 7.2 - Krivky dodávky a odberu tepla pri ohreve teplej vody

Z modelu na grafe 7.2 je možné odčítať najväčší rozdiel medzi krivkou odberu a krivkou dodávky tepla  $\Delta Q_{max}$  v kWh, teplo dodané ohrievačom do teplej vody  $\Delta Q_i$  v kWh a časový súsek v ktorom má krivky dodávky najväčší sklon  $t_{\tilde{c}}$  v hodinách. Odčítané hodnoty boli následne použité na výpočet objemu zásobníkového ohrievaču a menovitý tepelný výkon pre ohrev TV, podľa nasledujúcich vzorcov [17]:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c_w \cdot (t_1 - t_2)},$$

kde,

- $V_z$  je objem zásobníku v m<sup>3</sup>,  
 $c_w$  je merná tepelná kapacita vody v kWh/(m<sup>3</sup>.K),  
 $t_1$  je teplota teplej vody v °C,  
 $t_2$  je teplota studenej vody v °C.

$$Q_z = \frac{\Delta Q_1}{t_z},$$

kde,

- $Q_z$  je menovitý tepelný výkon pre ohrev TV v kW.

Požadovaný objem zásobníkového ohrievača bol určený na 2,62 m<sup>3</sup> a menovitý výkon pre ohrev teplej vody bol určený na 54,11 kW. Krivka dodávky bola rozdelená na 3 úseky po 2,65 hodinách pre dodávku teplej vody. V týchto časových oknách bude tepelné čerpadlo (s bivalentným zdrojom) prioritne ohrievať teplú vodu.

Výpočet minimálnej plochy výmenníku  $A$  v m<sup>2</sup> je podľa vzorca:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}},$$

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t},$$

kde,

- $\Delta t$  je stredná teplota výmenníku (-),  
 $T_1$  je teplota prírodnej vody zo zdroja v °C,  
 $T_2$  je teplota vratnej vody zo zdroja v °C,  
 $t_1$  je teplota teplej vody v °C,  
 $t_2$  je teplota studenej vody v °C,  
 $U$  je súčiniteľ prestupu tepla materiálu výmenníku = 450 vo W/(m<sup>2</sup>.K).

Tabuľka 7.2 - Výpočet minimálnej plochy výmenníku v zásobníku TV

T <sub>1</sub> [°C]	T <sub>2</sub> [°C]	t <sub>1</sub> [°C]	t <sub>2</sub> [°C]	Δt [-]	Q <sub>z</sub> [kW]	U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	A [m <sup>2</sup> ]
60	50	55	10	16,83	54,11	450	<b>7,14</b>

Minimálna plocha výmenníku v zásobníkovom ohrievači teplej vody bola vyčíslená na 7,14 m<sup>2</sup>.

### Návrh:

Na základe vypočítaných požiadavkou boli navrhnuté 2 zásobníkové ohrievače **Regulus RBC 1500**. Zásobníky majú integrovaný smaltovaný výmenník (plocha jedného je 4,2 m<sup>2</sup>) na prípravu teplej vody. Do zásobníku je možné nainštalovať elektrické vykurovacie teleso, v prípade budúcej inštalácie fotovoltaických panelov. Zásobníky budú napojené na tepelné čerpadlo, cez trojcestný ventil a ohrev teplej vody bude prioritný voči vykurovaniu. Podrobné informácie o zásobníku RBC 1500 sú uvedené v technickom liste v Prílohe č. 15. Základné informácie o zásobníku:



Obrázok 7.6 - Zásobníkový ohrievač Regulus RBC 1500 [21]

### ZÁSOBNÍKOVÝ OHRIEVAČ TV – Regulus RBC 1500

Celkový objem nádrže.....	1 492 l
Objem kvapaliny v zásobníku .....	1 466 l
Objem kvapaliny vo výmenníku .....	26 l
Max. teplota v zásobníku/výmenníku.....	95/100 °C
Max. tlak v zásobníku/výmenníku.....	10/10 bar
Plocha výmenníku.....	4,2 m <sup>2</sup>
Statická strata zásobníku.....	153 W
Rozmery.....	1 000x2 285 mm
Hmotnosť .....	394 kg

Zvolené zásobníkové ohrievače teplej vody **vyhovujú** základným podmienkam návrhu zásobníkov podľa výpočtu vyššie. Celkový potrebný objem v zásobníku je  $V_z = 2,62 \text{ m}^3 = 2 620 \text{ l}$ , čo je menej ako návrh  $V_n = 2 \times 1 466 = 2 932 \text{ l}$ . Minimálna plocha výmenníku je  $A = 7,14 \text{ m}^2$ , čo je menej ako návrh  $A_n = 2 \times 4,2 = 8,4 \text{ m}^2$ .

Pre zníženie energetickej náročnosti boli vymenené staré cirkulačné čerpadla a navrhnuté 2 nové cirkulačné čerpadlá MAGNA1 32-120 N.

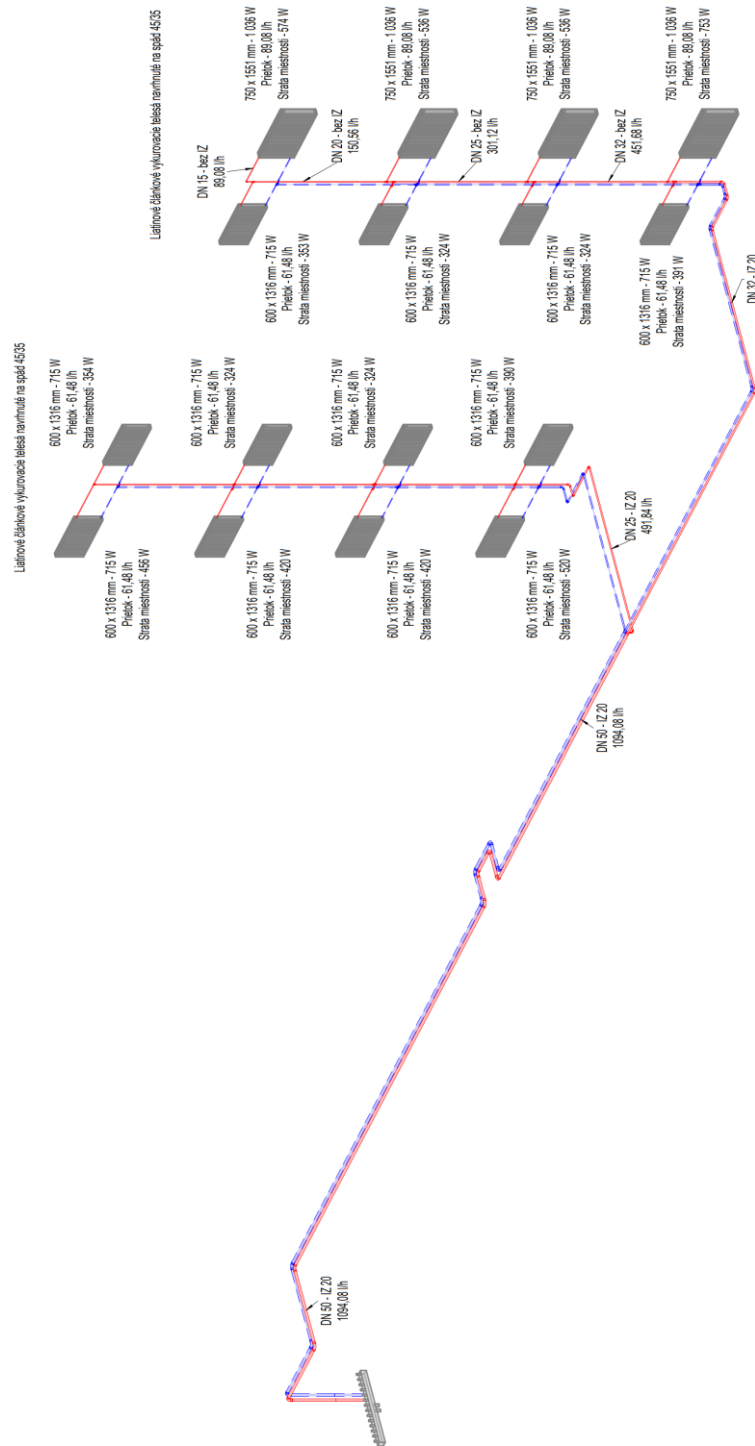
## 7.3 Ostatné prvky technickej miestnosti

### 7.3.1 Obehové čerpadlá

Obehové čerpadlá boli navrhnuté na základe výpočtu jednej z najvzdialenejších vetiev vykurovacieho systému. Celá sústava vykurovania je dimenzovaná na teplotný spád 45/35. Dimenzovaná vetva (Obrázok 7.7) má prietok pri čerpadle 1094 l/h a celkovú tlakovú stratu 128,2 kPa (výšková tlaková strata 125,8 kPa, tlaková strata trením a odpormi 2,4 kPa – tabuľka 7.2).

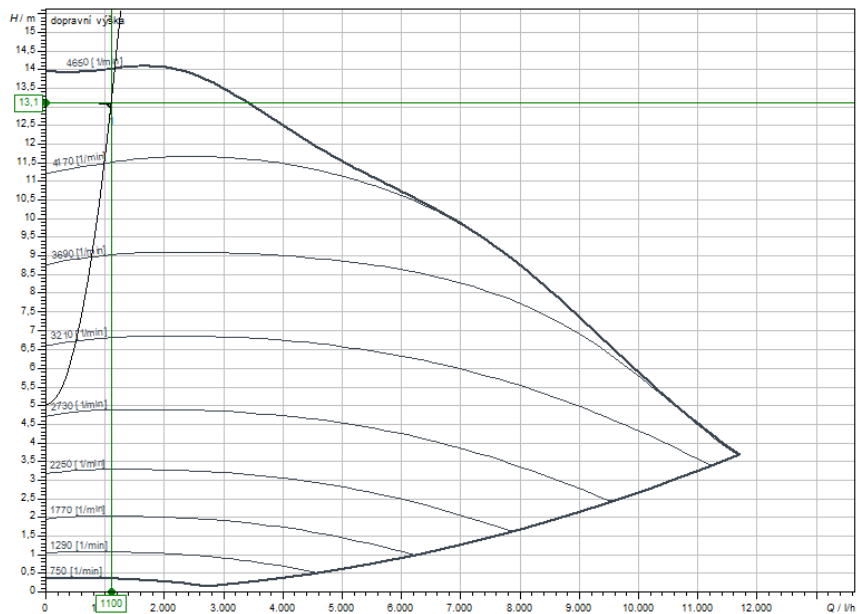
Tabuľka 7.2 - Dimenzačná tabuľka vybranej vetvy systému vykurovania

č.u.	Q	M	l	DN	R	w	R.I	Σξ	z	Δp <sub>RV</sub>	R.I+Z+Δp <sub>RV</sub>	Δp <sub>Dis</sub>
	(W)	(kg/h)	(m)	D <sub>xt</sub>	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
1	1036	89,08	0,95	22x2,6	12,7	0,11	12,07	25,2	152,46	1000	1164,53	1164,53
2	1751	150,56	2,96	28x2,6	9,1	0,1	26,94	0,62	3,1	0	30,04	1194,56
3	3502	301,12	2,96	31,8x2,6	16,3	0,15	48,25	0,62	6,975	0	55,22	1249,78
4	5253	451,68	2,96	38x2,6	12,4	0,15	36,70	0,62	6,975	0	43,68	1293,46
5	7004	602,24	14,33	28x2,6	20,9	0,2	299,50	20,12	402,4	0	701,90	1995,36
6	12724	1094,07	27,59	57,0x2,9	7	0,15	193,13	17,4	195,75	0	388,88	<b>2384,24</b>



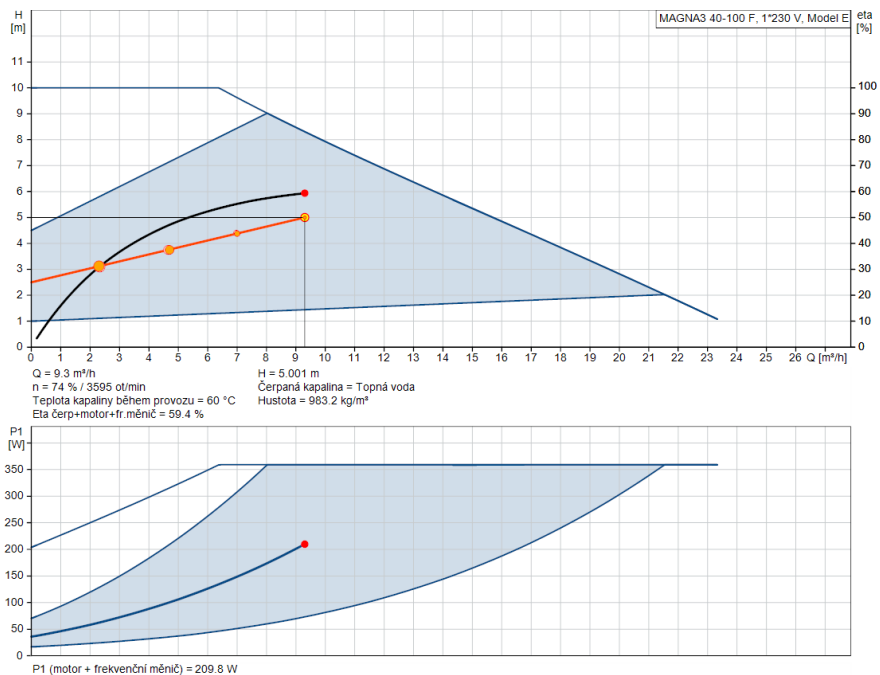
Obrázok 7.7 - Schéma dimenzovanej vetvy s popisom

Pre vetvy vykurovania boli navrhnuté čerpadlá WIL0 Stratos MAX0 30/0,5-14 PN10-R7 s premenlivými otáčkami. Maximálny príkon čerpadla je 340 W a výkon v prevádzkovom bode je 190 W. Charakteristika čerpadla a prevádzkový bod ja na Grafe 7.3:



Graf 7.3 Charakteristika obehového čerpadla WIL0 Stratos [23]

Ako obehové čerpadlo na strane tepelného čerpadla bolo navrhnuté čerpadlo Grundfos MAGNA3 40-100F s riadením otáčok. Maximálny príkon čerpadla je 310 W a výkon v prevádzkovom bode je 210 W. Charakteristika čerpadla a prevádzkový bod ja na Grafe 7.4:



Graf 7.4 - Charakteristika obehového čerpadla Grundfos MAGNA3 [24]



### 7.3.2 Poistné zariadenia

Pre systém vykurovania boli navrhnuté nové poistné zariadenia. Expanzná nádoba a poistovací ventil boli umiestnené v technickej miestnosti. Expanzná nádoba bola umiestnená na hlavné potrubie, medzi akumuláciu nádrž a rozdeľovač. Poistný ventil bol umiestnený pri vstupe prírodného potrubia od jednotky TČ.

#### *Expanzná nádrž*

Požiadavky:	Objem systému	4 300 l
	Výška sústavy	12,8 m
	Minimálny požadovaný pretlak	1,5 bar
	Maximálny pretlak	3 bar
	Maximálna povolená teplota vody	70 °C
	Prívodná teplota	45 °C
	Vratná teplota	35 °C
	Inštalovaný výkon TČ	58 kW

Požiadavkou výpočtu expanznej nádoby je 163 l. Bola navrhnutá tlaková expanzná nádoba s membránou Reflex N 200 6/1.5 bar. Menovitý objem expanznej nádoby 200 l. Poistný ventil pre sústavu vykurovania bol navrhnutý s priemerom DSV 20.



Obrázok 7.8 - Expanzná nádoba Reflex N

## 8 VYHODNOTENIE NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ

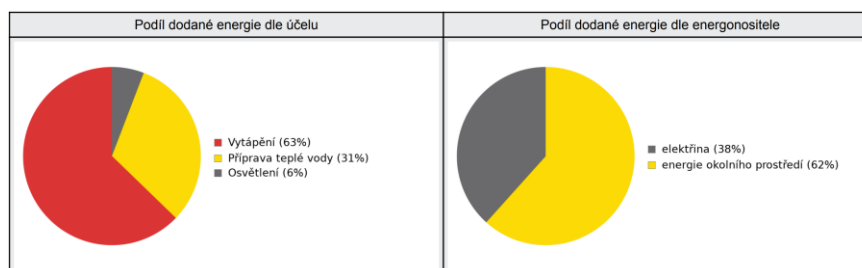
Opatrenia navrhnuté v predchádzajúcej kapitole boli vyhodnotené z hľadiska technicko-energetického, ekonomického a ekologického. Navrhnuté opatrenia sa vyhodnocovali ako súbor opatrení a nie ako jednotlivé varianty. Hlavným cieľom bolo energetickými úspornými opatreniami znížiť energetickú náročnosť budovy, pričom bolo nutné využiť obnoviteľnú energiu.

### 8.1 Energetické a technické vyhodnotenie

Cieľom bolo zníženie energetickej náročnosti návrhom nových prvkov, tepelného telesa, zásobníkov teplej vody a regulačných prvkov. Bola zvolená celková rekonštrukcia a modernizácia technickej miestnosti. Predpokladom bolo znížiť spotrebu energie, znížiť pomocnú energiu, celkovú dodanú energiu a primárnu energiu z neobnoviteľných zdrojov. Úsporné opatrenia pre zníženie potreby energie neboli v diplomovej práci riešené.

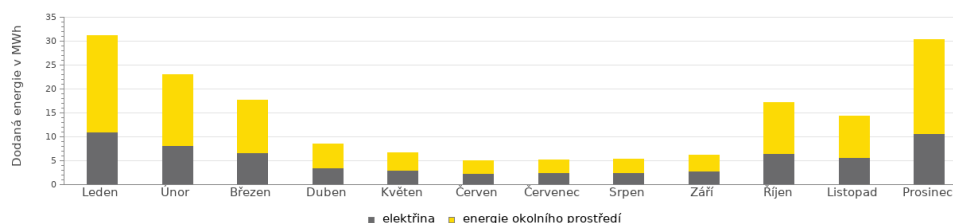
#### 8.1.1 Energetická bilancia nového stavu

Výsledky boli vypočítané za pomoci Softwaru Energetika z Deksoftu. Všetky okrajové podmienky výpočtu boli rovnaké ako pri výpočte pôvodného stavu. Zmenené boli len prvky nových návrhových opatrení.



Graf 8.1 - Podiel dodanej energie podľa účelu a energonositeľov

Celkový podiel dodanej energie podľa účelu sa voči pôvodného stavu (Kapitola 6.2) nezmenil. Najväčším podielom dodanej energie je energia na vykurovanie 63 %, následne príprava teplej vody 31 % a osvetlenie 6 %. Podiel energie podľa energonositeľov sa voči počiatočnému stavu zmenil. Elektrická energia tvorí 38 % z dodanej energie do BD. 62 % energie je tvorený obnoviteľným zdrojom, a to energiou okolia.



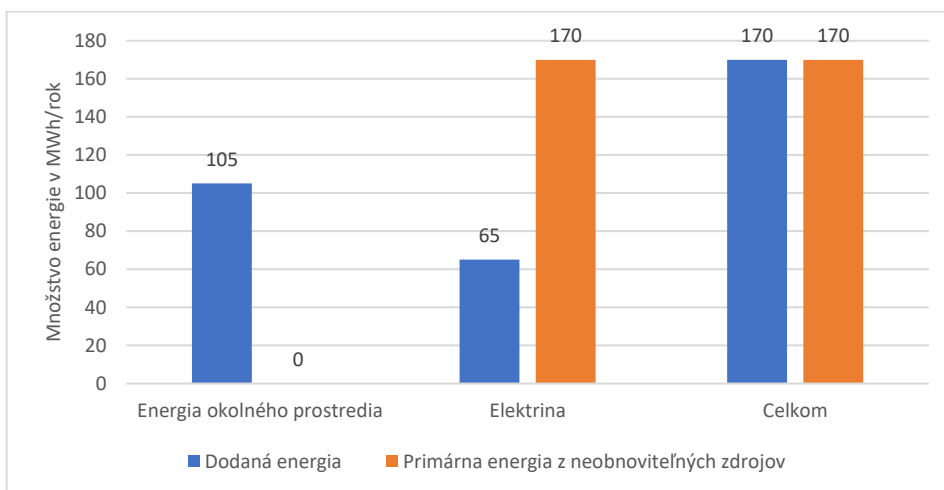
Graf 8.2 - Ročný priebeh dodanej energie podľa energonositeľov

Celková energia z elektrickej energie je 65,5 MWh/rok a energie okolia 105 MWh/rok. Systém vykurovania spotrebuje za jeden rok 106,9 MWh, príprava teplej vody 53,48 MWh a osvetlenie rovnako ako pri pôvodnom stave 9,99 MWh.

Tabuľka 8.1 - Celková dodaná energia podľa účelu spotreby v mesiacoch

Dodaná energia podľa účelu spotreby [MWh/rok]				
Mesiace	Vykurovanie	Príprava TV	Osvetlenie	Celkom
1	25,50	4,49	1,11	31,10
2	18,00	4,06	0,86	22,92
3	12,30	4,51	0,85	17,66
4	3,31	4,38	0,71	8,40
5	1,53	4,53	0,66	6,72
6	0,00	4,39	0,59	4,98
7	0,00	4,54	0,63	5,17
8	0,00	4,54	0,69	5,23
9	0,90	4,39	0,79	6,08
10	11,70	4,50	0,96	17,16
11	8,93	4,37	1,00	14,30
12	24,70	4,49	1,14	30,33
<b>Celkem</b>	<b>106,87</b>	<b>53,19</b>	<b>9,99</b>	<b>170,05</b>

Celkové množstvo primárnej energie sa nelíši od dodanej energie, tieto dve hodnoty boli vypočítané na 170 MWh/rok. Táto rovnosť však vzniká len náhodou, pretože z celkovej dodanej energie je 105 MWh/rok z energie okolitého prostredia a 65 MWh/rok z elektrickej energie. Pri primárnej energii z neobnoviteľných zdrojov vychádza energia okolia na 0 MWh/rok (energia okolitého prostredia je obnoviteľná energia) a energia z elektriny sa za predpokladu faktoru primárnej energie 2,6 prepočíta na 170 MWh/rok. Porovnanie primárnej a dodanej energie je v grafe 8.3.



Graf 8.3 - Porovnanie primárnej a dodanej energie nového stavu

## 8.1.2 Porovnanie nového a pôvodného stavu

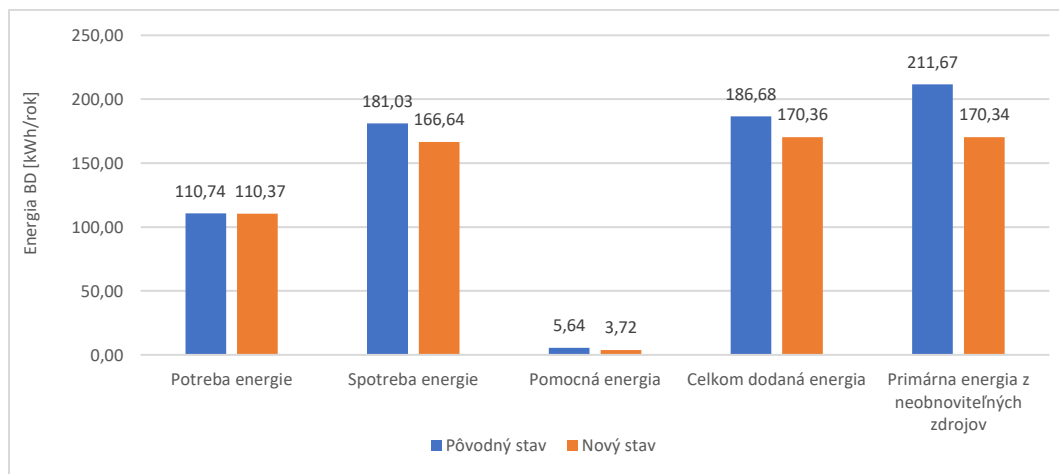
V tejto kapitole bola porovnaná celková energetická bilancia pôvodného a nového stavu s navrhnutými opatreniami. Výpočet nového stavu vychádzal z pôvodného stavu, ale s návrhovými opatreniami pre zníženie energetickej náročnosti. Po výpočte je z porovnávacej tabuľky 8.2 zrejmé, že potreba energie pre jednotlivé systémy sa nezmenila (zmeny < 0,5%).

Tento výsledok bol očakávaný, pretože nebolo cieľom posudku znižovať potrebu bytového domu.

Tabuľka 8.2 - Porovnanie pôvodného stavu a nového stavu podľa druhu energie

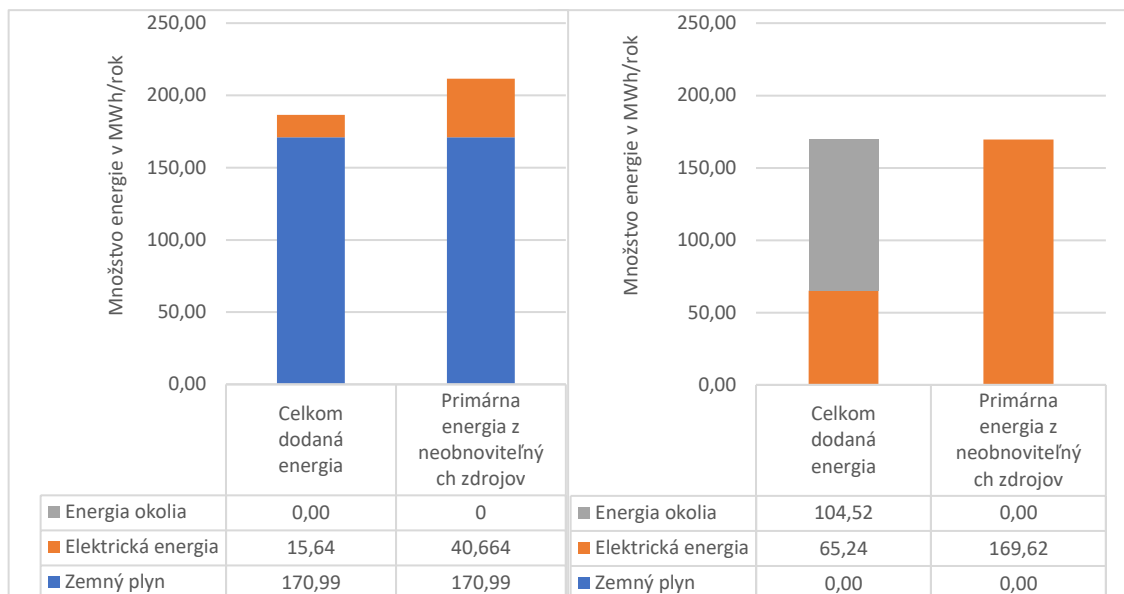
	Účel spotreby energie	Potreba energie	Spotreba energie	Pomocná energia	Celkom dodaná energia	Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov
Pôvodný stav	Vykurovanie	81,11	113,84	3,52	117,36	122,99
	príprava teplej vody	29,63	57,2	2,12	59,33	62,73
	umelé osvetlenie	-	9,99	-	9,99	25,96
	celkom	110,74	181,03	5,64	186,68	211,67
Nový stav	Vykurovanie	80,87	104,70	2,19	106,89	88,01
	príprava teplej vody	29,50	51,95	1,53	53,48	56,37
	umelé osvetlenie	-	9,99	-	9,99	25,96
	celkom	110,37	166,64	3,72	170,36	170,34

Pri spotrebe energie a pomocnej energie je však viditeľný pokles množstva, čo sa odzrkadľuje aj na celkovej dodanej energii. Za pokles množstva týchto energií je efektívnejšia výroba tepla v hlavnom zdroji pre vykurovanie a prípravu teplej vody a modernizácia prvkov systému. Výmenou hlavného zdroja tepla a inštaláciou nových zásobníkových ohrievačov teplej vody sme prišli k zníženiu spotreby tepla. Ku zníženiu pomocnej energie prispela inštalácia nových obehových a cirkulačných čerpadiel a regulačných prvkov v sústavách. Grafické zobrazenie porovnania je v grafe 8.5. Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov poklesla z 211,7 MWh/rok na 170,3 MWh/rok. V percentuálnom porovnaní je pokles spotreby energie o 7,9 %, pomocnej energie o 34 %, celkovej dodanej energie o 8,7 % a primárnej energie o 19,5 %.



Graf 8.4 - Porovnanie energie pôvodného a nového stavu

V tomto porovnaní však nie je zobrazené z akých energonositeľov energie pochádzajú. Ak sa preto pozrieme na graf 8.5, je zreteľne vidieť zníženie energie z neobnoviteľných zdrojov pri celkovej dodanej energii. Kde bola znížená z pôvodných 186,68 MWh/rok (mix elektriny a zemného plynu) na 65,24 MWh/rok (elektrina). Ďalších 104,52 MWh/rok je dodávané do bytového domu z obnoviteľného zdroja (energia okolitého prostredia). Percentuálne je teda zníženie celkovej dodanej energie z neobnoviteľných zdrojov vyčíslené na 65,05 %, čo zodpovedá 121,44 MWh/rok.



Graf 8.5 - Porovnanie dodanej a primárnej energie podľa energonositeľov pre pôvodný stav (vľavo) a nový stav (vpravo)

V Prílohe č. 9 a 10 je možné vidieť schéma a výkres novonavrhnutej technickej miestnosti bytového domu. Technológia bola navrhnutá do pôvodnej kotolne, kde sa nachádzali staré prvky vykurovania a prípravy teplej vody.

Z technického a energetického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **odporúča** vyhotoviť. Z výpočtu a porovnania pôvodného a nového stavu je zreteľné, že energetickými opatreniami dôjde k zníženiu všetkých druhov energie. Najzásadnejšie zníženie množstva energie nastalo pri pomocnej energii (o 34%) a pri celkovej dodanej energii, kde bola táto hodnota znížená až o 65 % (121 MWh/rok), ak sa pozrieme len na energiu z neobnoviteľných zdrojov. Z technického hľadiska je vyhotovenie a prevádzkovanie systému podľa návrhu, bezproblémové.

Je teda možné konštatovať dosiahnutia cieľu diplomovej práce. Pri novom návrhu sa využíva energia z okolitého prostredia (obnoviteľná) zo 62 % (104,52 MWh/rok). Modernizáciou sa taktiež dosiahlo zníženie celkovej dodanej energie o 16 MWh/rok. Celkové zníženie primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov je o 19,5 %, teda o 41,33 MWh/rok.

## 8.2 Ekonomické vyhodnotenie

Podľa vyhlášky 141/2021 Sb. je nutné energetický posudok vyhodnotiť podľa ekonomického vyhodnotenia z prílohy č. 8 danej vyhlášky [14]. Ceny energií boli stanovené podľa aktuálnych cenníkov od rôznych dodávateľov energií. Ceny prvkov navrhnutých oparení boli získané z voľne dostupných cenníkov predajcov alebo z dopýtaných cenových ponúk od dodávateľov. Vo výpočte boli použité okrajové podmienky, ako určuje vyhláška 141/2021 Sb. [N.4]:

- v projekte sa zohľadňuje vplyv spolufinancovania z programu podpory. Posudzovaný objekt a zámer energetického výpočtu v dobe výpočtu nevyhovuje žiadnemu projektu pre

spolufinancovanie. Preto sa v posudku nezohľadňuje spolufinancovanie z programu podpory, ako to dovoľuje vyhláška,

- diskontná úroková miera je uvažovaná vo výške 3 %,
- doba hodnotenia je na 20 rokov,
- hodnotenie sa vyhotovuje v stálych cenách,
- výpočet ekonomickej efektívnosti je stanovený pred zdanením hodnotenej príležitosti.

Životnosť a prevádzkové náklady technologických prvkov v bytovom dome boli stanovené podľa normy ČSN EN 15459-1 [N.8].

## 8.2.1 Náklady za spotrebu energií

Ceny energií boli stanovené priemerom aktuálnych cenníkov rôznych dodávateľov po celej Českej republike. Taktiež boli náhodne vybrané rôzne typy produktov a viazaností. Z celkového porovnania teda vychádza cena elektrickej energie na 4,76 Kč/kWh a cena zemného plynu na 2,42 Kč/kWh. Jednotlivé ceny boli získané z internetových stránok dodávateľov a zo stránky tzb-info.cz [25;26], kde sa nachádza aktuálny prehľad cien. Porovnanie je zobrazené v nasledujúcich tabuľkách.

Tabuľka 8.3 - Porovnanie a vyhodnotenie priemernej ceny zemného plynu [stránky distribútorov]

Dodávateľ	Typ produktu	Cena za plyn celkom s DPH
		[Kč/kWh]
E.ON	Standard plyn (od 1.9.2023) ročný odber nad 63 [MWh/rok]	2,62 Kč
Pražská plynárenská, a.s.	standardní cenník (od 1.9.2023) ročný odber nad 63 [MWh/rok]	2,04 Kč
Innogy Eenergie. s.r.o.	plyn Standard (od 1.10.2023) ročný odber nad 63 [MWh/rok]	2,60 Kč
E.ON	Cenník Standard plyn k 1.9.2023	2,57 Kč
	Cenník Variant k 1.9.2023	2,50 Kč
	Cenník Komplet plyn (věrnost na 2 roky 3/23)	2,78 Kč
	Cenník plyn online PRO na rok (24 Leden 2023)	3,07 Kč
Innogy Eenergie. s.r.o.	plyn Benefit+	2,15 Kč
	plyn Start 12	2,21 Kč
Pražská plynárenská, a.s.	Plyn 23 PLUS od 1.1.2024	1,99 Kč
	STANDARD od 1.1.2024	2,06 Kč
Priemerná celková cena plynu s DPH		<b>2,42 Kč</b>

Tabuľka 8.4 - Porovnanie a vyhodnotenie priemernej ceny elektrickej energie [stránky distribútorov]

Dodávateľ	Typ produktu	Cena za EE celkom s DPH
		[Kč/kWh]
E.ON	Sadzba D56d / D57d- Dvojfázová sadzba pre vykurovanie Tča alebo elektrickým spotrebičom (nízsky tarif po dobu 22/20 h)	6,21 Kč
PRE	Sadzba D56d / D57d- Dvojfázová sadzba pre vykurovanie Tča alebo elektrickým spotrebičom (nízsky tarif po dobu 22/20 h)	5,79 Kč
ČEZ	Sadzba D56d / D57d- Dvojfázová sadzba pre vykurovanie Tča alebo elektrickým spotrebičom (nízsky tarif po dobu 22/20 h)	6,21 Kč
E.ON	Cenník Variant PRO na 1 rok pro nové zákazníky (03/23; sadzba D56d; NT)	4,49 Kč
	Cenník Variant PRO 24 pro věrné zákazníky (sadzba D56d; NT)	2,82 Kč
Teplárny Brno, a.s.	Elektřina fixně 2024 XII (sadzba D56d/D57d; NT)	4,89 Kč
Pražská plynárenská, a.s.	Elektřina 24 od 1.1.2024 pro nové zákazníky (sadzba D56d; NT)	3,69 Kč
	Komplet EKO FLEXI 3 roky od 1.1.2024 (sadzba D56d; NT)	3,95 Kč
Priemerná celková cena plynu s DPH		<b>4,76 Kč</b>

Z priemerných cien bola vypočítaná ročná bilancia spotreby energií pre bytový dom V tabuľke 8.5 a 8.6 sú vyčíslené spotreby energií a náklady týchto spotrieb, podľa jednotlivých mesiacov pôvodného a nového stavu objektu. Celkové náklady za spotrebu energií pôvodného stavu boli vyčíslené na 487,77 tis. Kč/rok (elektrická energia - 74,37 tis. Kč/rok a zemný plyn 413,40 tis. Kč/rok). Celkové náklady za spotrebu energií po navrhnutých opatreniach boli vyčíslené na 311,33 tis. Kč/rok (pri novom stave sa využíva len elektrická energia).

Tabuľka 8.5 - Kalkulácia ročných nákladov na energie pôvodného stavu objektu

Názov energonositeľa	Elektrická energia		Plynné fosílné palivá		Celkom	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
<b>Celkom rok</b>	<b>15,64</b>	<b>74,37</b>	<b>170,99</b>	<b>413,40</b>	<b>186,63</b>	<b>487,77</b>
01	1,950	9,27	32,100	77,61	34,050	86,88
02	1,520	7,23	23,500	56,81	25,020	64,04
03	1,470	6,99	17,900	43,28	19,370	50,27
04	1,060	5,04	8,170	19,75	9,230	24,79
05	0,960	4,57	6,690	16,17	7,650	20,74
06	0,780	3,71	4,700	11,36	5,480	15,07
07	0,820	3,90	4,860	11,75	5,680	15,65
08	0,890	4,23	4,860	11,75	5,750	15,98
09	1,060	5,04	5,610	13,56	6,670	18,60
10	1,650	7,85	17,200	41,58	18,850	49,43
11	1,490	7,09	14,200	34,33	15,690	41,42
12	1,990	9,46	31,200	75,43	33,190	84,89

Tabuľka 8.6 - Kalkulácia ročných nákladov na energie nového stavu objektu

Názov energonositeľa	Elektrická energia		Plynné fosílné palivá		Celkom	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
<b>Celkom rok</b>	<b>65,47</b>	<b>311,326</b>	<b>0,00</b>	<b>0,000</b>	<b>65,470</b>	<b>311,326</b>
01	10,90	51,83	0,00	0,00	10,900	51,83
02	8,18	38,90	0,00	0,00	8,180	38,90
03	6,61	31,43	0,00	0,00	6,610	31,43
04	3,58	17,02	0,00	0,00	3,580	17,02
05	3,01	14,31	0,00	0,00	3,010	14,31
06	2,39	11,37	0,00	0,00	2,390	11,37
07	2,49	11,84	0,00	0,00	2,490	11,84
08	2,55	12,13	0,00	0,00	2,550	12,13
09	2,90	13,79	0,00	0,00	2,900	13,79
10	6,54	31,10	0,00	0,00	6,540	31,10
11	5,62	26,72	0,00	0,00	5,620	26,72
12	10,70	50,88	0,00	0,00	10,700	50,88

Celkové porovnanie bilancií podľa energonositeľov aj podľa užitia energie je zobrazené v tabuľke 8.7. Celkové náklady na energie sa znížili o 176,44 tis. Kč/rok, čo zodpovedá zníženiu o 36,2 %. Náklady za zemný plyn klesli o 413,40 tis. Kč/rok na 0 Kč/rok a za elektrickú energiu sa zvýšilo o 236,95 tis. Kč/rok na 311,33 tis. Kč/rok.

Tabuľka 8.7 - Bilancia prínosov projektu podľa nákladov na spotrebu energií

Bilancia prínosov projektu							
Štruktúra spotreby energie	Spotreba energií						
	Počiatočný stav		Návrhový stav		Rozdiel bilancií		
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	
<b>Celkom</b>	186,63	487,77 Kč	65,47	311,33 Kč	-121,16	-176,44 Kč	
<b>Analýza podľa energonositeľov</b>							
Elektrická energia	15,64	74,37 Kč	65,47	311,33 Kč	49,83	236,95 Kč	
Zemný plyn	170,99	413,40 Kč	0	0,00 Kč	-170,99	-413,40 Kč	
<b>Analýza podľa spôsobu užitia energie/spotrebičov</b>							
1	Elektrická energia	15,64	74,37 Kč	65,47	311,33 Kč	49,83	236,95 Kč
	1.1 Osvetlenia	9,99	47,50 Kč	9,99	47,50 Kč	0,00	0,00 Kč
	1.2 Vykurovanie	3,52	16,73 Kč	35,83	170,39 Kč	32,31	153,66 Kč
	1.3 Výroba teplej vody	2,13	10,14 Kč	19,42	92,34 Kč	17,29	82,20 Kč
2	Zemný plyn	170,99	413,40 Kč	0	0,00 Kč	-170,99	-413,40 Kč
	2.1 Vykurovanie	113,81	275,15 Kč	0	0,00 Kč	-113,81	-275,15 Kč
	2.2 Výroba teplej vody	57,18	138,25 Kč	0	0,00 Kč	-57,18	-138,25 Kč

## 8.2.2 Realizačné náklady

Ceny materiálov a práce boli získané z verejne aj neverejne dostupných cenníkov. Prvky boli necenené podľa aktuálnych cien na trhu. Verejne dostupné ceny pochádzajú prevažne z internetových stránok výrobcov alebo predajcov. Neverejné ceny pochádzajú z interných cenníkov obchodníkov, z cenových ponúk od výrobcov alebo od stavebných firiem.

Podrobný tzv. ohodnotený výkaz výmer sa nachádza v Prílohe č. 16. Konečná cena realizačných nákladov bola vyčíslená na 3 105 153 Kč bez DPH. S 21 % DPH sú celkové náklady na realizáciu 3 758,45 tis. Kč. V tabuľkách nižšie sú prezentované náklady na realizáciu. Tabuľka 8.7 zobrazuje hlavné oblasti, podľa ktorých je rozdelený VV. Najväčšou položkou



v tomto rozdelení sú hlavné prvky sústavy (1 913,93 tis. Kč), ako hlavný zdroj tepla, bivalentný zdroj tepla, akumulácia nádrž, zásobníkové ohrievače teplej vody a príslušenstvo. Druhú najväčšiu položku predstavuje oblasť ostatné (699,5 tis. Kč), v ktorej sa nachádzajú skúšky, cena za montáž a projekčnú činnosť, doprava a iné. Ostatné položky sú prvkami, ktoré prepojujú a riadia chod celej sústavy – potrubia, armatúry, tepelné izolácia potrubí, obehové čerpadlá a poistné zariadenia (492,72 tis. Kč).

Tabuľka 8.8 - Realizačné náklady podľa oblastí z výkazu výmer

Hlavné oblasti realizačných nákladov podľa výkazu výmer	Náklady
	(tis. Kč)
Zdroj tepla, akumulácia, prvky TV a príslušenstvo	1 913,93 Kč
Poistné zariadenia	24,76 Kč
Armatúry	171,45 Kč
Potrubie	126,21 Kč
Tepelná izolácia potrubia	9,81 Kč
Obehové čerpadlá	160,50 Kč
Ostatné	699,50 Kč
Celková cena bez DPH	<b>3 106,15 Kč</b>
DPH (21%)	652,29 Kč
Celková cena s DPH	<b>3 758,45 Kč</b>

Tabuľka 8.8 zase zobrazuje približné náklady podľa úsporných opatrení. Toto rozdelenie je len približné, pretože prvky z opatrenia modernizácie technickej miestnosti budú využívané tak ako pri vykurovaní, tak aj pri príprave TV.

Tabuľka 8.9 - Realizačné náklady približne rozdelené medzi navrhnuté úsporné opatrenia

Približné realizačné náklady podľa úsporných opatrení	Náklady
	(tis. Kč)
Modernizácia technickej miestnosti	1 023,20 Kč
Výmena zdroja tepla	1 420,30 Kč
Modernizácia prvkov pre prípravu TV	512,65 Kč
Projekčná činnosť	150,00 Kč
Celková cena bez DPH	<b>3 106,15 Kč</b>
DPH (21%)	652,29 Kč
Celková cena s DPH	<b>3 758,45 Kč</b>

### 8.2.3 Ostatné prevádzkové náklady

Životnosť a prevádzkové náklady technologických prvkov v bytovom dome boli stanovené podľa normy ČSN EN 15459-1 1 [N.8]. Vyčíslené ostatné prevádzkové náklady zahŕňajú náklady na opravy, plánované a preventívne údržby, povinné kontroly, servis a revízie. Podrobné výpočtové tabuľky nákladov na údržbu, servis a revízie počiatočného aj nového stavu sú v Prílohách č. 17 a 18. Ročné náklady na prevádzku boli stanovené z realizačných nákladov a prepočítané %, ktoré stanovuje norma. Výsledné vyčíslenie ostatných prevádzkových nákladov je zobrazené v tabuľkách nižšie. Prevádzkové náklady prvkov v objekte pred realizáciou vychádzajú z dnešných cien technológií a sú prepočítané cez životnosť.

Tabuľka 8.10 - Ostatné prevádzkové náklady - Pôvodný stav

Prvok	Doba životnosti	Ročné náklady na údržbu a revíziu	Spolu ostatné prevádzkové náklady
	(rok)	(% - z realizačných nákladov)	(Kč./rok)
Regulačný ventil	15*	4	18 480 Kč
Kotol - kondenzačný	20	2	2 560 Kč
Expanzná nádoba	15*	0,5	126 Kč
Komín	-	-	4 500 Kč
Meracie zariadenia	10*	1	399 Kč
Ventily	10*	1	881 Kč
Potrubié, oceľové	30	1	714 Kč
Obehové čerpadlá	20*	2	12 000 Kč
Uzavieracie ventily	30	2	1 416 Kč
Zásobníky vody	20*	1	6 351 Kč
Spolu			<b>47 427 Kč</b>

\* Prvky, ktorých životnosť presiahla dobu životnosti sú pre násobené, aby sa presiahnutá doba životnosti odrazila vo výške prevádzkových nákladov. Doba prepočítania bola stanovená na 30 rokov (príklad prepočítania: Doba životnosti regulačných prvkou je určená na 15 rokov. Ak urobíme pomer k 30 rokom, tak sa prevádzkové náklady zvýšili 2-násobne).

Tabuľka 8.11 - Ostatné prevádzkové náklady - Nový stav

Prvok	Doba životnosti	Ročné náklady na údržbu a revíziu	Spolu ostatné prevádzkové náklady
	(rok)	(% - z realizačných nákladov)	(Kč./rok)
Regulačný ventil	15	4	9 240 Kč
Elektrický ohrievač	25	1	305 Kč
Tepelné čerpadlo	20	2	27 200 Kč
Expanzná nádoba	15	0,5	63 Kč
Meracie zariadenia	10	1	47 Kč
Ventily	10	1	301 Kč
Potrubié, medene	30	1	898 Kč
Obehové čerpadlá	20	2	9 210 Kč
Uzavieracie ventily	30	2	1 157 Kč
Zásobníky vody	20	1	3 606 Kč
Spolu			<b>52 027 Kč</b>

Rozdiel v prevádzkových nákladoch medzi novým a starým stavom je 4,6 tis. Kč ročne, kde ostatné prevádzkové náklady rekonštrukciou vzrastú na 52,03 tis. Kč za rok. Tento nárast je spôsobený vysokými nákladmi na revízie, údržbu a servis tepelného čerpadla (27,2 tis. Kč/rok).

## 8.2.4 Ekonomické vyhodnotenie pre posudok

Posudok bol ekonomicky vyhodnotený podľa prílohy č. 8 vyhlášky 141/2021 Sb. [14]. Za ekonomicky návratnú investíciu sa považujú opatrenia, ktorých čistá súčasná hodnota (NPV) za dobu hodnotenia vyjde kladne. Pri zariadeniach s kratšou dobou životnosti sa počíta s reinvestíciou. Pri zariadeniach s dlhšou dobou životnosti sa určí zostatková hodnota tohto prvku. Ekonomické hodnotenie bolo počítané podľa nasledujúcich vzorcov teoretickej časti (viď kapitola 3.3).

Výpočtová tabuľka ekonomického vyhodnotenia je v Prílohe č. 19. Podľa okrajových podmienok bol výpočet počítaný na dobu hodnotenia 20 rokov, so stálymi cenami, diskontom 3% a s realizačnými cenami pred zdanením. V tabuľke 8.12 sú ukázané všetky podstatné

parametre. Celkové náklady na realizáciu bez DPH sú 3 106,15 tis. Kč., celkové reinvestície sú 278,31 tis. Kč. za hodnotené obdobie, rozdiel celkových prevádzkových (energie + ostatné prevádzkové) nákladov CF<sub>t</sub> je 171,72 tis. Kč. za rok a celková zostatková hodnota na konci hodnotenia je 118,68 tis. Kč.

Tabuľka 8.12 - Zhrnutie ekonomického vyhodnotenia

Parameter	Jednotka	Počiatočný stav	Nový stav bez DPH
Náklady na realizáciu	tis. Kč	-	<b>3106,15</b>
z toho:			
náklady na technológiu a stavbu	tis. Kč	-	2956,15
náklady na prípravu projektu	tis. Kč	-	150,00
<b>Celkové náklady na reinvestície za dobu hodnotenia</b>	tis. Kč	-	<b>278,31</b>
z toho:			
reinvestícia po 10 rokoch	tis. Kč	-	34,75
reinvestícia po 15 rokoch	tis. Kč	-	243,56
<b>Prevádzkové náklady</b>	tis. Kč/rok	<b>535,07</b>	<b>363,35</b>
z toho:			
náklady na energie	tis. Kč/rok	487,77	311,33
osobné náklady (mzdy, poisťné)	tis. Kč/rok	-	-
ostatné prevádzkové náklady	tis. Kč/rok	47,30	52,03
náklady na emisie a odpady	tis. Kč/rok	-	-
<b>Prínosy projektu</b>	tis. Kč/rok	-	-
z toho:			
zmena tržieb (za predaj tepla, elektriny, využitia odpadov)	tis. Kč/rok	-	-
ostatné prínosy	tis. Kč/rok	-	-
<b>Celková zostatková hodnota</b>	tis. Kč	-	<b>118,68</b>
z toho:			
prvky so životnosťou 10 rokov	tis. Kč	-	0
prvky so životnosťou 15 rokov	tis. Kč	-	89,90
prvky so životnosťou 20 rokov	tis. Kč	-	0
prvky so životnosťou 25 rokov	tis. Kč	-	3,38
prvky so životnosťou 30 rokov	tis. Kč	-	25,40
Doba hodnotenia (T <sub>n</sub> )	rok	-	20
Diskont (d)	%	-	3
Index rastu cien energií	%	-	0
Index rastu ostatných prevádzkových cien	%	-	0
Reálna doba návratnosti (T <sub>d</sub> )	rok	-	<b>&gt;20</b>
Čistá súčasná hodnota (NPV)	tis. Kč	-	<b>-609,65</b>
Vnútorne výnosové percento (IRR)	%	-	<b>0,98</b>

Z ekonomického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **neodporúča** vyhotoviť. Výsledkom energetického vyhodnotenia je že reálna doba návratnosti vychádza vyššia ako 20 rokov a čistá súčasná hodnota je záporná NPV = -609 650 Kč.. Vypočítané vnútorné výnosové percento (IRR) bolo vyčíslené na 0,98 %, čo je nižšie ako diskontná sadzba. Z týchto ukazovateľov vyplýva, že investícia do predmetu energetického posudku je v hodnotenej dobe nenávratná.

### 8.3 Ekologické vyhodnotenie

Ekologické vyhodnotenie sa vyhotovuje na základe výšky emisií CO<sub>2</sub> počiatočného stavu a stavu po realizácii navrhnutých opatrení, ako to určuje vyhláška 141/2021 [14]. Vo vyhláške sa nachádzajú emisné faktory uhlíku, ktoré uvádzajú množstvo oxidu uhličitého na jednotku energie v spaľovanom palivu. Pre elektrickú energiu je emisný faktor uhlíku daný na

0,860 t CO<sub>2</sub>/MWh a pre zemný plyn je daný na 0,200 t CO<sub>2</sub>/MWh. Ekologické vyhodnotenie je zobrazené v tabuľke 8.13 na ďalšej strane.

Tabuľka 8.13 - Ekologické vyhodnotenie

Energonositeľ	Emisný faktor	Počiatočný stav		Nový stav		Rozdiel
	ton CO <sub>2</sub> /MWh	MWh/rok	ton CO <sub>2</sub> /rok	MWh/rok	ton CO <sub>2</sub> /rok	ton CO <sub>2</sub> /rok
Zemný plyn	0,20	170,99	34,20	0,00	0,00	34,20
Elektrická energia	0,86	15,64	13,45	65,47	56,30	-42,85
Spolu		<b>186,63</b>	<b>47,65</b>	<b>65,47</b>	<b>56,30</b>	<b>-8,66</b>

Z ekologického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **neodporúča** vyhotoviť. Predmet energetického posudku bude po realizácii úsporných opatrení produkovať väčšie množstvo oxidu uhličitého ako pred realizáciou projektu. Celkovo sa množstvo vyprodukovaného CO<sub>2</sub> zvýši o 8,66 ton za rok, z počiatočných 47,65 na 56,30 ton CO<sub>2</sub>. Produkcia CO<sub>2</sub> zo zemného plynu klesla na 0 ton CO<sub>2</sub>, ale produkcia uhlíku z elektrickej energia vzrástla o 42,85 ton CO<sub>2</sub> za rok. Celkový nárast produkcie CO<sub>2</sub> sa zvýšil o približne 15 %. Tento nárast je aj navzdory zníženiu celkovej dodanej energie o 65 %.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## C – ENERGETICKÝ POSUDEK

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTERS'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ján Kozla

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2024

## C ENERGETICKÝ POSUDEK

### 9 TITULNÝ LIST

Podľa §3 vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie.

#### 9.1 Účel spracovania

Podľa §9a, odstavec 2 písm. b) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, sa jedná o "Energetický posudek pro doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy."

#### 9.2 Identifikačné údaje o vlastníkovi predmetu energetického posudku

Meno (mená) a priezvisko/názov alebo obchodná firma vlastníka predmetu EP:

DRUŽIVANČICE, stavebné bytové družstvo

Adresa trvalého bydliska/sídlo, poprípade adresa pre doručenie:

Na úvoze 1111/22, 664 91 Ivančice

Identifikačné číslo osoby (IČO), ak bolo zadané:

IČO – 00000000

Údaje o štatutárnom orgáne:

Adresa: Na úvoze 1111/22, 664 91 Ivančice

Predseda: Ing. Marek Marek

Kontakt: +420 20 20 20

[marekmarek@druzivanice.cz](mailto:marekmarek@druzivanice.cz)

#### 9.3 Identifikačné údaje o predmete energetického posudku

Názov predmetu energetického posudku:

Energetický posudok – prechod na obnoviteľný zdroj energie, bytový dom Ivančice.

Adresa alebo umiestnenie predmetu energetického posudku:

Bytový dom Ivančice č.22, DRUŽIVANČICE. Stavebné bytové družstvo

Luční 999/66, Ivančice 664 91

#### Popis energetického posudku:

Predmetom energetického posudku je posúdenie vyhotovenia projektu týkajúceho sa zníženia energetickej náročnosti budovy, zníženia emisií zo spaľovacích zdrojov a využitie obnoviteľných zdrojov v budove bytového domu stavebného a bytového družstva DRUŽIVANČICE. Požiadavkou zadávateľa je výmena kondenzačných plynových kotlov za tepelné čerpadlo v prevedení vzduch/voda a výmena zastaralých zariadení v technickej miestnosti bytového domu. Predmetom bude posúdenie technického, ekonomického a environmentálne vyhotovenia hodnotených opatrení.

### **9.4 Identifikačné údaje energetického špecialistu**

Meno: Ján  
Priezvisko: Kozla  
Telefón: +421 999 888 777  
E-mail: [212077@vutbr.cz](mailto:212077@vutbr.cz)  
IČO: 23232323  
Číslo oprávnenia: 0000  
Dátum vydania oprávnenia: 06.04.2000

### **9.5 Dátum spracovania energetického posudku**

01.01.2024

### **9.6 Evidenční číslo energetického posudku**

454545.0

## **10 SÚHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU**

Podľa prílohy č. 1 k vyhláške č. 141/2021 Sb. o energetickom posudku a o údajích vedených v Systéme monitoringu spotreby energie.

### **10.1 Prehľad energeticko-ekonomických ukazovateľov hodnotených (súborov) energetických opatrení**

Tabuľka 10.1 - Prehľad energo-ekonomických ukazovateľov hodnoteného súboru úsporných opatrení

Označenie opatrenia	Identifikácia rozsahu navrhnutých opatrení	Náklady na realizáciu	Orientačná výška dotácie	Úspora energie		Prínosy projektu	NPV(20)
		tis. Kč	tis. Kč.	[MWh/rok]	[%]	tis. Kč/rok	tis. Kč
1	Výmena hlavného zdroja výroby tepla	1779,06	0	81,49	69,46	121,49	-
2	Modernizácia prvkov pre prípravu TV	680,81	0	39,90	67,26	56,04	-
3	Modernizácia technickej miestnosti	1298,57	0	0	0	0	-
Spolu		3758,45	0	121,16	64,92	172,81	-609,65

## 10.2 Stanovisko energetického špecialistu

Cieľom energetického posudku je preukázať, technické, ekonomické a ekologické vyhotovenie hodnotených opatrení.

- Technické vyhodnotenie – Technického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **odporúča** vyhotoviť.  
Technickým prínosom je zvýšenie energetickej efektívnosti výroby tepla pre systém vykurovania a prípravy teplej vody. Energetická náročnosť sa, výmenou hlavného zdroja tepla a modernizáciou prvku v technickej miestnosti, znížila o 64,9 % zo 186,63 MWh/rok na 65,47 MWh/rok dodanej energie.  
Výroba tepla je zo 62 % vyrábanom pomocou OZE, kde pri počiatocnom stave nebola využívaná energia vyrobená z obnoviteľných zdrojov. Opatrením výmeny plynových kotlov za TČ, sme dosiahli v mieste objektu výrobu tepla bezemisným spôsobom.
- Ekonomické vyhodnotenie – ekonomického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **neodporúča** vyhotoviť.  
Reálna doba návratnosti predmetu je viac ako 20 rokov. Doba návratnosti presahuje dobu životnosti použitých prvkov navrhnutých v objekte, čo znamená, že predmet EP je nenávratný. Čistá súčasná hodnota (NPV = -609,65 tis. Kč) vychádza záporné a vnútorné výnosné percento (IRR = 0,98 %) vychádza menšie ako diskontná sadzba 3%. Projekt je investične nevýnosný.
- Ekologické vyhodnotenie – ekologického vyhodnotenia sa predmet energetického posudku **neodporúča** vyhotoviť.  
Hlavným energonositeľom pri navrhnutom stave je elektrina, ktorá produkuje väčšie množstvo ton CO<sub>2</sub>/MWh, ako zemný plyn. Úspornými opatreniami dosiahneme zníženie množstva dodanej energie, avšak množstvo produkovaného CO<sub>2</sub> sa navýši o 15,4 % (8,66 ton CO<sub>2</sub>/MWh). Výhodou realizácie súboru opatrení je bezemisná výroba tepla v mieste spotreby. Výroba emisií sa presunie do elektrární.

## 10.3 Naplnenie kritérií programu podpory pre spolufinancovanie

Projekt nebude spolufinancovaný z programu podpory. Predmetom posudku je zámena kondenzačných plynových kotlov za tepelné čerpadlo vzduch/voda. Pre tento typ energetického úsporného opatrenia existuje podprogram podpory Nová zelená úsporám program HO-USEnerg pre bytové domy. Jedným z bodom je výmena hlavného zdroja tepla za TČ vzduch/voda. Výška tejto podpory by vychádzala pre posudzovaný predmet na 50 000 Kč./b.j. (24 bytových jednotiek x 50 000 Kč./b.j. = 1 200 000 Kč.). Avšak táto podpora sa týka výmeny zariadení starších ako 20 rokov. Táto požiadavka je pre posudzovaný predmet vylučujúca.



## 11 PODROBNOSTI ENERGETICKÉHO POSUDKU

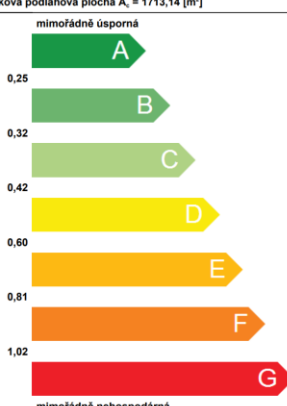
Podľa §4 písmena b) c) a g) vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie.

### 11.1 Počiatkový stav predmetu energetického posudku

Bytový dom na ulici Lúční je súčasťou sídliskovej radovej zástavby bytových domov rovnakého typu. Dom pozostáva z dvoch samostatných vstupov po 12 bytoch, celkovo obsahuje 24 bytových jednotiek. Bytový dom má 5 podlaží, z toho jedno pozemné podlažie a 4 nadzemné podlažia. Podzemné podlažia obsahuje technické a skladovacie zázemie objektu a v nadzemných podlažiach sa nachádzajú bytové jednotky s balkónmi. Bytový dom má obdĺžnikový tvar s rozmermi 37,5 m a 10,5m. Objekt má plochú strechu. Dom bol postavený v roku 1967 a v roku 2015 prešla rekonštrukciou obálka budovy, pri ktorej bol bytový dom zateplený a boli vymenené výplne otvorov.

Konštrukčne je bytový dom pozdĺžny dvojtrak s priečnymi nosnými múrmi. Zvislé nosné konštrukcie sú z keramických tehál typu CDM 240/375/500, Stropy a strecha sú z prefabrikovaných panelov hr. 225 mm. Schodiskové panely sú z prefabrikovaných dielov. Strecha je tepelne zaizolovaná expandovaným polystyrénom EPS hr. 200 mm. Zvislé vonkajšie konštrukcie sú tepelne izolované pomocou expandovaného polystyrénu EPS hr. 140 mm a na soklovej časti je hr. 120 mm. Zvislé nosné konštrukcie sú tepelne izolované do hĺbky 0,8 m pod upravený terén pomocou extrudovaného polystyrénu XPS hr. 80 mm. Strop nad 1. nadzemným podlažím je tepelne izolovaný expandovaným polystyrénom EPS hr. 100 mm. Výplne otvorov sú nové a splňujú požadovanú hodnotu súčiniteľa prestupu tepla.

Existujúci systém zateplenia je klasifikovaný do triedy C ako úsporný, s priemerným súčiniteľom prestupu tepla budovy 0,405 W/(m<sup>2</sup>.K).

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	, Ivančice		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha A <sub>n</sub> = 1713,14 [m <sup>2</sup> ]		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná 		0,405	
KLASIFIKACE		C	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U <sub>s</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)] U <sub>s</sub> =H <sub>1</sub> /A		0,405	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U <sub>s,ref</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)] typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,351	-
Přítomnost štítků do (datum):	05.04.2033 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:	Ján Kozla		

Obrázok 11.1 - Klasifikácia priemerného súčiniteľa prestupu tepla obálky budovy

Zdrojom tepla pre vykurovanie sú dva plynové kondenzačné kotle BAXI s výkonom 33,8 kW a menovitou účinnosťou 105% (sezónna účinnosť 92%). Kondenzačné kotle sú zapojené do kaskády. V technickej miestnosti nie je inštalovaná akumulčná nádrž. Obehové čerpadlá, odvzdušnenie a poistné ventily sú súčasťou plynového kotlu. Súčasťou zariadení technickej miestnosti sú expanzná nádrž, rozdeľovač a zberač a obehové čerpadlá jednotlivých vetiev. Obehové čerpadlá sú pôvodne a nízko efektívne.

Sústava kúrenia je zložená zo 6 vetiev ústredného vykurovania. Sústava je dvojtrubková, v obytných častiach neizolovaná. Rozvodné potrubie je izolované v 1.PP. Každá vetva má samostatné obehové čerpadlo s jednotáčkovým chodom. Ako vykurovacie telesá sú nainštalované pôvodné liatinové článkové telesá. Počas rekonštrukcií bytov sa na telesá pridávali regulačné hlavice. Vetvy vykurovania sú v dobrom stave.

Ohrev vody je zaistený hlavným zdrojom tepla v budove a to plynovými kondenzačnými kotlami vo dvoch pôvodných zásobníkoch teplej vody s objemom približne 750 l. Rozvody teplej vody sú v dobrom stave. Na rozvodoch teplej vody sú umiestnené 2 staršie cirkulačné čerpadlá s jednotáčkovým pohonom. Zásobníky TV nie sú dostatočne izolované.

Predmetom energetického posudku je výmena hlavného zdroja tepla (plynových kondenzačných kotlov) za tepelné čerpadlo v prevedení vzduch/voda a modernizácia zariadení v technickej miestnosti bytového domu. Výmena nízko účinných obehových čerpadiel, výmena regulačných prvkov a zásobníkových ohrievačov teplej vody.

## 11.2 Energetické vstupy – potreba palív a energií

Hlavnými zdrojmi sú zemný plyn a elektrická energia. Zemný plyn sa využíva na výrobu tepla v plynových kondenzačných kotloch. Elektrická energia sa využíva pre osvetlenie, spotrebiče v objekte a technológiu sústavy vykurovania a výroby teplej vody (v EP nebude počítané s elektrickou energiou pre spotrebiče).

Spotreby energií boli získané z výpočtového softwaru DekSoft – Energetika. Pre výpočet boli využité reálne klimatické dáta (rok 2015) a bola použitá hodinová metóda výpočtu. Výsledky vypočítaných spotrieb bytového domu sú zobrazené v tabuľke:

Tabuľka 11.1 - Spotreba energií podľa účelu a energonositeľov

Mesiac	Vykurovanie		Príprava TV		Osvetlenie	Celkom
	Zemný plyn	Elektrina	Zemný plyn	Elektrina	Elektrina	
1	27,21	0,71	4,89	0,13	1,11	34,05
2	19,10	0,54	4,40	0,12	0,86	25,02
3	13,04	0,45	4,86	0,17	0,85	19,37
4	3,49	0,15	4,68	0,20	0,71	9,23
5	1,86	0,08	4,83	0,22	0,66	7,65
6	0,00	0,00	4,70	0,19	0,59	5,48
7	0,00	0,00	4,86	0,19	0,63	5,68
8	0,00	0,00	4,86	0,20	0,69	5,75
9	0,94	0,05	4,67	0,22	0,79	6,67
10	12,35	0,50	4,85	0,19	0,96	18,85
11	9,50	0,33	4,70	0,16	1,00	15,69
12	26,32	0,72	4,88	0,13	1,14	33,19
Celkom	<b>113,81</b>	<b>3,52</b>	<b>57,18</b>	<b>2,13</b>	<b>9,99</b>	<b>186,63</b>

Vypočítaná spotreba zemného plynu pre vykurovanie je v Tabuľke 11.2 porovnaná s dennostupňovou metódou pre Normál 1961-1990 (Praha – Karlov) a pre klimatické dáta z roku 2015 pre Brno. Celková vypočítaná spotreba energie pre vykurovanie bola validovaná ku klimatickým dátam meteorologickej stanice Brno Tuřany k roku 2015. Výpočtová spotreba sa voči hodnotám dennostupňovej metódy líši o necelé 3%. Preto sú vypočítané hodnoty považované za správne a bolo možné ich využiť vo výpočte energetického posudku.

Tabuľka 11.2 - Porovnanie spotreby tepla na vykurovanie s výpočtom dennostupňovej metódy

Mesiac	Potreba tepla pre Brno 2015		Potreba tepla Normál 1967 - 1990		Spotreba energie pre vykurovanie E [MWh]	Percentuálny pomer E <sub>B,r</sub> / E [%]
	Počet dennostupňov	Potreba tepla	Počet dennostupňov	Potreba tepla		
	D <sub>B,20,5</sub> [D.K]	E <sub>B,r</sub> [MWh]	D <sub>N,20,5</sub> [D.K]	E <sub>N,r</sub> [MWh]		
1	584,70	20,31	662,80	23,02	27,90	72,80
2	533,00	18,51	570,80	19,83	19,70	93,98
3	458,00	15,91	493,20	17,13	13,50	117,84
4	296,10	10,29	337,60	11,73	3,64	282,56
5	108,90	3,78	61,10	2,12	1,94	194,99
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
9	9,80	0,34	23,00	0,80	0,99	34,38
10	315,60	10,96	334,80	11,63	12,80	85,65
11	451,00	15,67	482,70	16,77	9,86	158,88
12	540,50	18,77	607,10	21,09	27,00	69,54
Celkem	-	<b>114,54</b>	-	124,11	<b>117,33</b>	<b>97,63</b>

Ceny elektrickej energie a zemného plynu boli vykalkulované ako priemerná cena z aktuálnych cien dostupných na trhu, od rôznych dodávateľov na území ČR a od rôznych typov produktov, ktoré tieto spoločnosti ponúkajú. Údaje boli získané z dostupných zdrojov z portálov tzb-info.cz a verejne dostupných cenníkov dodávateľov energií. Výpočtová cena zemného plynu predstavuje 2,42 Kč/kWh vrátane DPH a cena elektrickej energie 4,76 Kč/kWh vrátane DPH.

Tabuľka 11.3 - Ročné náklady na spotrebu energií pre pôvodný stav objektu

Názov energonositeľa	Elektrická energia		Plynné fosílné palivá		Celkom	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkom rok	<b>15,64</b>	<b>74,37</b>	<b>170,99</b>	<b>413,40</b>	<b>186,63</b>	<b>487,77</b>
01	1,95	9,27	32,10	77,61	34,05	86,88
02	1,52	7,23	23,50	56,81	25,02	64,04
03	1,47	6,99	17,90	43,28	19,37	50,27
04	1,06	5,04	8,17	19,75	9,23	24,79
05	0,96	4,57	6,69	16,17	7,65	20,74
06	0,78	3,71	4,70	11,36	5,48	15,07
07	0,82	3,90	4,86	11,75	5,68	15,65
08	0,89	4,23	4,86	11,75	5,75	15,98
09	1,06	5,04	5,61	13,56	6,67	18,60
10	1,65	7,85	17,20	41,58	18,85	49,43
11	1,49	7,09	14,20	34,33	15,69	41,42
12	1,99	9,46	31,20	75,43	33,19	84,89

Tabuľka 11.4 - Ostatné prevádzkové náklady pre pôvodný stav

Prvok	Doba životnosti	Vstupné náklady	Ročné náklady na údržbu	Počet	Spolu ostatné prevádzkové náklady	
	(rok)	(Kč.)	(Kč./rok)	(KS)	(Kč.)	
<b>Regulačné ventily, automatické</b>					<b>7</b>	<b>18 480,00 Kč</b>
Trojcestný ventil	15	-	2 640 Kč	7	18 480,00 Kč	
<b>Kotel - kondenzačný</b>					<b>2</b>	<b>2 560,00 Kč</b>
Kondenzačný kotel BAXI	20	64 000,00 Kč	1 280 Kč	2	2 560,00 Kč	
<b>Expanzná nádoba</b>					<b>1</b>	<b>125,62 Kč</b>
Expanzná nádoba	15	-	126 Kč	1	125,62 Kč	
<b>Komín</b>					<b>1</b>	<b>4 500,00 Kč</b>
Meranie, čistenie, revízia,...	-	-	-	1	4 500,00 Kč	
<b>Meracie zariadenia</b>					<b>17</b>	<b>399,33 Kč</b>
Manometer s pripojením	10	-	23 Kč	17	399,33 Kč	
<b>Ventily</b>					<b>14</b>	<b>881,03 Kč</b>
Poistný ventil	10	-	87 Kč	2	174,00 Kč	
Vyvažovacie ventily	10	-	108 Kč	5	537,83 Kč	
Spetná klapka	10	-	24 Kč	7	169,21 Kč	
<b>Potrubie, ocelové</b>					<b>40</b>	<b>714,15 Kč</b>
Potrubie	30	-	18 Kč	40	714,15 Kč	
<b>Obehové čerpadla</b>					<b>8</b>	<b>12 000,00 Kč</b>
Sigma 50	20	-	1 500 Kč	3	4 500,00 Kč	
Sigma 40	20	-	1 500 Kč	5	7 500,00 Kč	
<b>Uzavieracie ventily</b>					<b>60</b>	<b>1 415,98 Kč</b>
KK	30	-	38 Kč	30	1 131,00 Kč	
KK s filtrom	30	-	30 Kč	7	210,00 Kč	
Vypúšťacú kohút	30	-	3 Kč	23	74,98 Kč	
<b>Zásobníky vody</b>					<b>2</b>	<b>6 351,00 Kč</b>
Zásobníkový ohrievač TV	20	-	2 426 Kč	2	4 851,00 Kč	
Anuloid	20	-	1 500 Kč	1	1 500,00 Kč	
<b>Celkom</b>						<b>47 427,11 Kč</b>

Prevádzkové náklady bytového domu spolu tvoria 535,20 tis. Kč za rok. Prevádzkové náklady sú tvorené nákladmi na energiu 487,77 tis. Kč a ostatnými prevádzkovými nákladmi (údržby, revízie, povinné kontroly, servis atď.) 47,43 tis. Kč. za rok. Červeno označené náklady na prevádzku sú zariadenia, ktoré majú životnosť nižšiu ako je doba od inštalácie prvku. Preto boli náklady na údržbu a servis pomerovo zvýšené k 30 rokom.

## 11.3 Návrh a hodnotenie opatrení

### 11.3.1 Popis navrhnutých opatrení

#### *Výmena hlavného zdroja výroby tepla*

Hlavným predmetom energetického posudku je výmena hlavného zdroja tepla za alternatívny zdroj z nižšou energetickou náročnosťou, z nižšou mierou výroby emisií zo spaľovania a s využitím obnoviteľných zdrojov. Za hlavný zdroj tepla pre bytový dom bolo navrhnuté tepelné čerpadlo vzduch/voda typu Heliotherm Sensor Solid Compact S55L-M-CC s menovitým výkonom 55 kW. Tepelné čerpadlo je typu monoblock. Tepelné čerpadlo bude prevádzkované v teplotnom spáde 45/35. Ako bivalntný zdroj bude použitý závesný elektrokotel Protherm RAY 28 KE s plynulou reguláciou. Elektrokotel obsahujem samostatné obehové čerpadlo a poisťovací ventil.

## TEPELNÉ ČERPADLO HELIOTHERM

A2 / W35 .....	58,01 kW
COP pri A2 / W35.....	4,2
A-10 / W35.....	45,24 kW
SCOP pdl. vykurovanie / radiátory .....	3,45
Max. príkon kompresoru.....	19,9 W
Príkon ventilátorov max / min .....	180 / 570 W
Hladina akustického výkonu.....	68 dB(A)
Min/Max objemový prietok .....	4,4 – 9,3 m <sup>3</sup> /h
Max. povolený tlak vody.....	10 bar
Rozmery.....	1 516 x 3 900 x 1136
Hmotnosť.....	1100 kg

## ELEKTROKOTOL RAY 28 KE

Výkon .....	28 kW
Články .....	4 x 7 kW
Menovitý objemový tok .....	2 408 l/h
Rozmery.....	410 x 740 x 315 mm
Hmotnosť.....	27 kg

### *Výmena zastaralých zariadení v technickej miestnosti*

V technickej miestnosti bytového domu sú využívané pôvodné zariadenia, ktoré je nutné vymeniť za efektívnejšie náhrady. Z požiadaviek zadávateľa vychádza celková rekonštrukcia technickej miestnosti. Dôjde k výmene expanznej nádoby a poistných zariadení, obehových a cirkulačných čerpadiel, zásobníkov vody pre ohrev teplej vody, potrubí s tepelnými izoláciami a armatúr. V technickej miestnosti budú inštalované nové regulačné prvky a akumulčná nádrž.

## ZÁSOBNÍKOVÝ OHRIEVAČ TV – Regulus RBC 1500

Celkový objem nádrže.....	1 492 l
Plocha výmenníku.....	4,2 m <sup>2</sup>
Statická strata zásobníku.....	153 W
Rozmery.....	1 000x2 280 mm
Hmotnosť .....	394 kg

## Akumulačná nádrž – Regulus PS 1100 N+

Celkový objem nádrže.....	1 040 l
Statická strata zásobníku.....	140 W
Rozmery.....	850 x 2 080 mm
Hmotnosť .....	128 kg

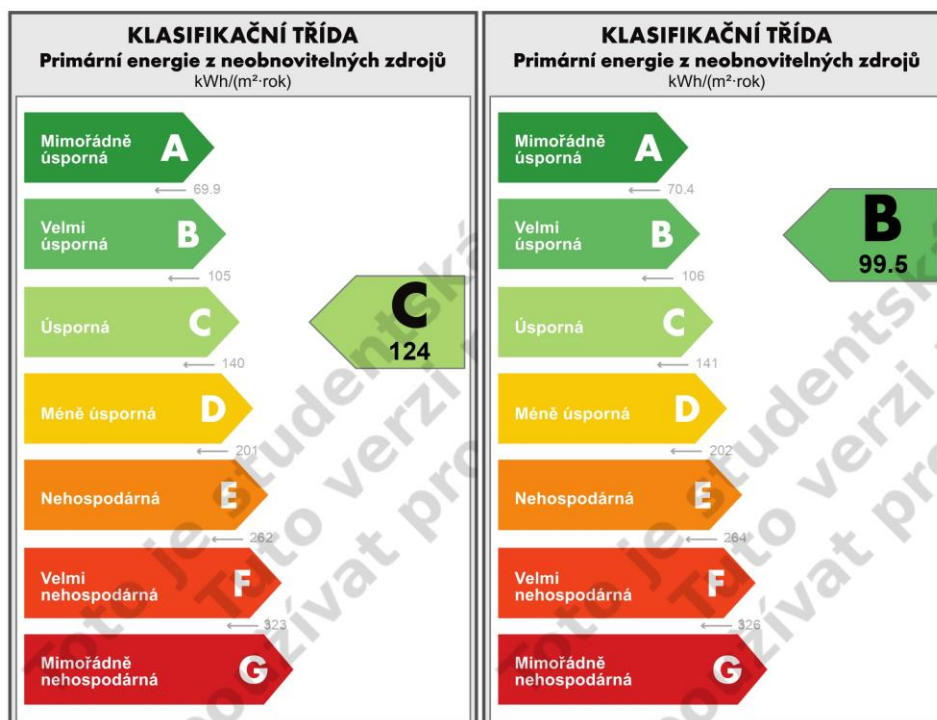
### 11.3.2 Vyhodnotenie navrhnutých opatrení

Tabuľka 11.5 - Bilancia prínosov projektu podľa nákladov na spotrebu energií

Bilancia prínosov projektu							
Štruktúra spotreby energie	Spotreba energií						
	Počiatočný stav		Návrhový stav		Rozdiel bilancíí		
	MWh/rok	tis. KČ/rok	MWh/rok	tis. KČ/rok	MWh/rok	tis. KČ/rok	
Celkom	186,63	487,77 KČ	65,47	311,33 KČ	-121,16	-176,44 KČ	
Analýza podľa energonositeľov							
Elektrická energia	15,64	74,37 KČ	65,47	311,33 KČ	49,83	236,95 KČ	
Zemný plyn	170,99	413,40 KČ	0	0,00 KČ	-170,99	-413,40 KČ	
Analýza podľa spôsobu užitia energie/spotrebičov							
1	Elektrická energia	15,64	74,37 KČ	65,47	311,33 KČ	49,83	236,95 KČ
	1.1 Osvetlenia	9,99	47,50 KČ	9,99	47,50 KČ	0,00	0,00 KČ
	1.2 Vykurovanie	3,52	16,73 KČ	35,83	170,39 KČ	32,31	153,66 KČ
	1.3 Výroba teplej vody	2,13	10,14 KČ	19,42	92,34 KČ	17,29	82,20 KČ
2	Zemný plyn	170,99	413,40 KČ	0	0,00 KČ	-170,99	-413,40 KČ
	2.1 Vykurovanie	113,81	275,15 KČ	0	0,00 KČ	-113,81	-275,15 KČ
	2.2 Výroba teplej vody	57,18	138,25 KČ	0	0,00 KČ	-57,18	-138,25 KČ

Celková spotreba dodaných energií sa znížila o 121,16 MWh/rok, čo v prepočte na výpočtové ceny energií znamená úsporu 176,44 tis. KČ za rok. Technológia pri novom stave nevyužíva zemný plyn ako energonositeľ, preto sa spotreba zemného plynu znížila na 0. Využitím nových technológií sa zvýšila spotreba elektrickej energie, čo spôsobilo aj nárast nákladov na elektrinu o 236,95 tis. KČ za rok.

Úspora energií podľa účelu spotreby vznikla pri vykurovaní (121,49 tis. KČ/rok) a pri príprave teplej vody (56,05 tis. KČ/rok). Úspora na osvetlení nie je žiadna, pretože osvetlenie nebolo súčasťou opatrení.



Obrázok 11.2 - Porovnanie klasifikačnej triedy primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov - pôvodný stav (vľavo), nový stav (vpravo)

Z výsledkov je zrejmé, že sa znížila spotreba primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov zo 122,0 na 93,5 kWh/(m<sup>2</sup>.rok). Po realizácii sa objekt preklasifikoval z pôvodnej triedy C na triedu B.

## 11.4 Spolufinancovanie opatrení z programov podpory

Projekt nebude spolufinancovaný z programu podpory. Predmetom posudku je zámena kondenzačných plynových kotlov za tepelné čerpadlo vzduch/voda. Pre tento typ energetického úsporného opatrenia existuje podprogram podpory Nová zelená úsporám program HO-USEnerg pre bytové domy. Jedným z bodov je výmena hlavného zdroja tepla za TČ vzduch/voda. Výška tejto podpory by vychádzala pre posudzovaný predmet 50 000 Kč./b.j. (24 bytových jednotiek x 50 000 Kč./b.j. = 1 200 000 Kč.). Avšak táto podpora sa týka výmeny zariadení starších ako 20 rokov. Táto požiadavka je pre posudzovaný predmet vylučujúci.

## 11.5 Realizačné a prevádzkové náklady

Tabuľka 11.6 - Realizačné náklady podľa oblastí z výkazu výmer

Hlavné oblasti realizačných nákladov podľa výkazu výmer	Náklady (tis. Kč)
Zdroj tepla, akumulácia, prvky TU a príslušenstvo	1 913,93 Kč
Poistné zariadenia	24,76 Kč
Armatúry	171,45 Kč
Potrubie	126,21 Kč
Tepelná izolácia potrubia	9,81 Kč
Obehové čerpadlá	160,50 Kč
Ostatné	699,50 Kč
Celková cena bez DPH	<b>3 106,15 Kč</b>
DPH (21%)	652,29 Kč
Celková cena s DPH	<b>3 758,45 Kč</b>

Ceny materiálov a práce boli získané z verejne aj neverejne dostupných cenníkov. Prvky boli necenené podľa aktuálnych cien na trhu. Verejne dostupné ceny pochádzajú prevažne z internetových stránok výrobcov alebo predajcov. Neverejné ceny pochádzajú z interných cenníkov obchodníkov, z cenových ponúk od výrobcov alebo od stavebných firiem. Podrobný ocenený výkaz výmer je v prílohách energetického posudku. Celkové náklady na realizáciu sú 3 758 450 Kč s DPH.

Tabuľka 11.7 - Realizačné náklady približne rozdelené medzi navrhované úsporné opatrenia

Približné realizačné náklady podľa úsporných opatrení	Náklady (tis. Kč)
Modernizácia technickej miestnosti	1 023,20 Kč
Výmena zdroja tepla	1 420,30 Kč
Modernizácia prvkov pre prípravu TV	512,65 Kč
Projekčná činnosť	150,00 Kč
Celková cena bez DPH	<b>3 106,15 Kč</b>
DPH (21%)	652,29 Kč
Celková cena s DPH	<b>3 758,45 Kč</b>

Podľa ocenenia je najdrahším opatrením výmena hlavného zdroja tepla v hodnote 1,42 milióna korún. Projekčná činnosť a vyhotovenie energetického posudku boli nacenené na 150.000 Kč bez DPH.

Tabuľka 11.8 - Ročné ostatné prevádzkové náklady pre nový stav

Prvok	Doba životnosti	Vstupné náklady	Ročné náklady na údržbu	Počet	Spolu ostatné prevádzkových nákladov
	(rok)				
Regulačné ventily s reguláciou (4%)				<b>7</b>	<b>9 240,00 Kč</b>
Trojcestný ventil	15	33 000,00 Kč	1 320 Kč	7	9 240,00 Kč
Elektrický ohrievač (1%)				<b>1</b>	<b>305,00 Kč</b>
Elektrokotel	25	30 500,00 Kč	305 Kč	1	305,00 Kč
Expanzná nádoba (0,5%)				<b>1</b>	<b>62,81 Kč</b>
Expanzná nádoba	15	12 562,20 Kč	63 Kč	1	62,81 Kč
Tepelné čerpadlo (2%)				<b>1</b>	<b>27 200,00 Kč</b>
TČ monoblock Heliotherm	20	1 360 000,00 Kč	27 200 Kč	1	27 200,00 Kč
Meracie zariadenia (1%)				<b>6</b>	<b>46,98 Kč</b>
Manometer s pripojením	10	783,00 Kč	8 Kč	6	46,98 Kč
Ventily (1%)				<b>14</b>	<b>300,53 Kč</b>
Poistný ventil	10	2 900,00 Kč	29 Kč	1	29,00 Kč
STAD	10	3 585,50 Kč	36 Kč	6	215,13 Kč
Spätná klapka	10	805,75 Kč	8 Kč	7	56,40 Kč
Potrubie, medené (1%)				<b>62</b>	<b>898,07 Kč</b>
Cu 28x1	30	437,00 Kč	4 Kč	1	4,37 Kč
Cu 35x1,5	30	564,08 Kč	6 Kč	3	16,92 Kč
Cu 45x1,5	30	692,88 Kč	7 Kč	9	62,36 Kč
Cu64x2	30	1 114,06 Kč	11 Kč	9	100,27 Kč
Cu64x2	30	1 785,38 Kč	18 Kč	40	714,15 Kč
Obehové čerpadla (2%)				<b>9</b>	<b>9 210,00 Kč</b>
Čerpadlo - Stratos MAXO	20	50 000,00 Kč	1 000 Kč	6	6 000,00 Kč
MAGNA 1	20	51 250,00 Kč	1 025 Kč	2	2 050,00 Kč
MAGNA 3	20	58 000,00 Kč	1 160 Kč	1	1 160,00 Kč
Uzavieracie ventily (2%)				<b>66</b>	<b>1 157,14 Kč</b>
KK DN32	30	615,00 Kč	12 Kč	10	123,00 Kč
KK DN40	30	910,00 Kč	18 Kč	6	109,20 Kč
KK DN50	30	1 400,00 Kč	28 Kč	9	252,00 Kč
KK DN65	30	1 885,00 Kč	38 Kč	11	414,70 Kč
KK s filtrom	30	1 500,00 Kč	30 Kč	6	180,00 Kč
Vypúšťací kohút	30	163,00 Kč	3 Kč	24	78,24 Kč
Zásobníky teplej vody (1%)				<b>3</b>	<b>3 606,00 Kč</b>
Akumulačná nádrž	20	37 200,00 Kč	372 Kč	1	372,00 Kč
Zásobníkový ohrievač TV	20	161 700,00 Kč	1 617 Kč	2	3 234,00 Kč
				<b>Celkom</b>	<b>52 026,53 Kč</b>

Predpokladané prevádzkové náklady na údržbu za jeden rok sú vo výške 52 027 Kč. Údaje boli vypočítané podľa normy ČSN EN 14459-1 Energetická náročnosť budov – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách – Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14 a z cien z rozpočtu vid'. Príloha č. 16.

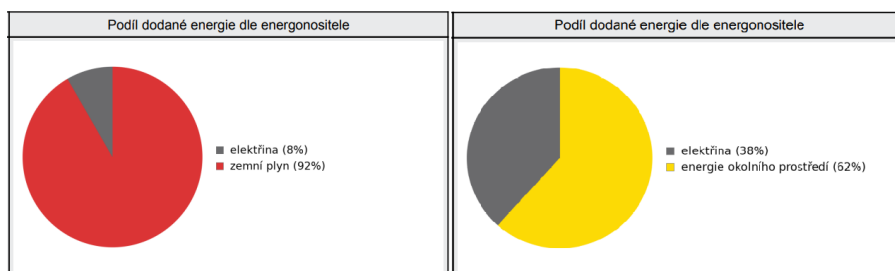
## 11.6 Prínosy navrhnutých opatrení

Najväčším prínosom je zníženie dodanej energie z neobnoviteľných zdrojov o 65 % z pôvodných 186,63 MWh/rok na 65,47 MWh/rok, na výrobu teplej vody, vykurovanie a osvetlenie v bytovom dome. Hlavným prvkom tohto prínosu je zmena hlavného zdroja tepla z plynového kotla na TČ vzduch/voda.

Zmenou zdroja tepla sa taktiež zvýšilo využitie obnoviteľných zdrojov energie a to energie prostredia. Kde pri pôvodnom zdroji bolo využitých 0% z obnoviteľných zdrojov, pri novom



navrhnutom stave sa využíva až 62% dodanej energie z obnoviteľných zdrojov (104,52 MWh/rok).



Graf 11.1 - Pomer dodanej energie podľa energonositeľov - pôvodný stav (vľavo) a nový stav (vpravo)

Využitím energie z okolia a elektrickej energie na vykurovanie a prípravu teplej vody, už nie je nutné spaľovať zemný plyn v budove bytového domu. Toto opatrenie preto znižuje vznik emisií v mieste bytového domu na 0 t CO<sub>2</sub>/MWh. Inštalácia tepelného čerpadla presúva vznik škodlivín v ovzduší z miesta výroby tepla na miesto výroby elektrickej energie (do elektrárni).

Modernizáciu technickej miestnosti sme prispeli k zvýšeniu hodnoty celého bytového domu a predĺženiu životnosti.

## 11.7 Ekonomické posúdenie

Tabuľka 11.9 - Zhrnutie ekonomického vyhodnotenia

Parameter	Jednotka	Počiatočný stav	Nový stav bez DPH
Náklady na realizáciu	tis. Kč	-	<b>3106,15</b>
z toho:			
náklady na technológiu a stavbu	tis. Kč	-	2956,15
náklady na prípravu projektu	tis. Kč	-	150,00
<b>Celkové náklady na reinvestície za dobu hodnotenia</b>	tis. Kč	-	<b>278,31</b>
z toho:			
reinvestícia po 10 rokoch	tis. Kč	-	34,75
reinvestícia po 15 rokoch	tis. Kč	-	243,56
<b>Prevádzkové náklady</b>	tis. Kč/rok	<b>535,19</b>	<b>363,35</b>
z toho:			
náklady na energiu	tis. Kč/rok	487,77	311,33
osobné náklady (mzdy, poisťné)	tis. Kč/rok	-	-
ostatné prevádzkové náklady	tis. Kč/rok	47,43	52,03
náklady na emisie a odpady	tis. Kč/rok	-	-
<b>Prínosy projektu</b>	tis. Kč/rok	-	-
z toho:			
zmena tržieb (za predaj tepla, elektriny, využitia odpadov)	tis. Kč/rok	-	-
ostatné príjmy	tis. Kč/rok	-	-
<b>Celková zostatková hodnota</b>	tis. Kč	-	<b>118,68</b>
z toho:			
prvky so životnosťou 10 rokov	tis. Kč	-	0
prvky so životnosťou 15 rokov	tis. Kč	-	89,90
prvky so životnosťou 20 rokov	tis. Kč	-	0
prvky so životnosťou 25 rokov	tis. Kč	-	3,38
prvky so životnosťou 30 rokov	tis. Kč	-	25,40
Doba hodnotenia (T <sub>r</sub> )	rok	-	20
Diskont (d)	%	-	3
Index rastu cien energií	%	-	0
Index rastu ostatných prevádzkových cien	%	-	0
Reálna doba návratnosti (T <sub>d</sub> )	rok	-	<b>&gt;20</b>
Čistá súčasná hodnota (NPV)	tis. Kč	-	<b>-607,78</b>
Vnútročné výnosové percento (IRR)	%	-	<b>0,98</b>

Podľa prílohy č. 8 vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickom posudku a o údajích vedených v Systéme monitoringu spotřeby energie.

Reálna doba návratnosti je vyššia ako doba životnosti hlavných prvkov energetického posudku a čistá súčasná hodnota NPV je záporná. Vypočítané vnútorné výnosné percento (IRR) bolo vyčíslené na 0,98 %, čo je nižšie ako diskontná sadzba. Predmet energetického posudku nie je návratný po 20 rokoch prevádzky.

## 11.8 Ekologické hodnotenie

Podľa prílohy č. 9 vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickom posudku a o údajích vedených v Systéme monitoringu spotřeby energie.

Tabuľka 11.10 – Ekologické zhrnutie navrhnutých opatrení predmetu energetického posudku

Energonositeľ	Emisný faktor	Počiatočný stav		Nový stav		rozdiel
	t CO <sub>2</sub> /MWh	MWh/rok	ton CO <sub>2</sub> /rok	MWh/rok	ton CO <sub>2</sub> /rok	ton CO <sub>2</sub> /rok
Zemný plyn	0,20	170,99	34,20	0,00	0,00	34,20
Elektrická energia	0,86	15,64	13,45	65,47	56,30	-42,85
Spolu		<b>186,63</b>	<b>47,65</b>	<b>65,47</b>	<b>56,30</b>	<b>-8,66</b>

Pri reálnom poklese energetickej náročnosti realizáciou energetických opatrení sa zmenou energonositeľa zo zemného plynu na elektrickú energiu zvýšila výroba emisií CO<sub>2</sub> o 15 %. Výroba nežiadúcich plynov a čiaščiek znečisťujúcich ovzdušie je však presunutá do miesta výroby elektrickej energie (elektrárne).

## ZÁVER

V úvodnej časti diplomovej práci som sa venoval legislatívnemu základu. Teoretická časť sa bližšie pozrela na zedefinovanie a implementáciu opatrení pre zvyšovanie energetickej efektívnosti. V skratke predstavila aktuálne štátne programy na podporu úspor energií, povinnosti ktoré vyplývajú zo zákona pri znižovaní energetickej náročnosti a taktiež ukázala aktuálne zmeny pri energetických štítkoch a ekodesigne. Ďalej sa diplomová práca podrobnejšie venovala právnym predpisom pre energetický audit, PENB a energetický posudok. Pri energetickom posudku bol spísaný teoretický základ pre vyhotovenie energetického posudku pre predmet skúmania.

Cieľom výpočtovej časti bolo predstaviť posudzovaný predmet, ktorým bol bytový dom zo 60 rokov. Celkový stav obálky bytového domu bol v dostatočne dobrom stave pre možnosť inštalácie nového zdroja. Stav zariadení technickej miestnosti v bytovom dome bol nedostatočný a zastaralý, preto bola zvolená kompletná výmena prvku technickej miestnosti. V ďalšej časti výpočtu bolo navrhnuté nové tepelné čerpadlo, zásobníky teplej vody, obehové čerpadlá, bivalentný zdroj a akumulčná nádrž, ako súbor opatrení. V poslednej časti bol súbor opatrení zanalyzovaný a vyhodnotený. Analýza bola zameraná na technické a energetické vyhotovenie opatrení, ktoré preukázalo zníženie energetickej náročnosti budovy, a preto z tohto hľadiska sa opatrenia odporúčajú realizovať. Avšak z ekonomického hľadiska sa investícia výmeny plynových kotlov za tepelné čerpadlo nevyplatí. Výsledné ukazovatele výnosnosti tejto investície nespĺnili predom stanovené podmienky. Ekologické vyhodnotenie preukazuje nárast produkcie CO<sub>2</sub> pri realizácii opatrení. Z výpočtovej časti sa teda dá konštatovať, že pri stanovených podmienkach a pri použitých zariadeniach sa neodporúča výmena plynových kondenzačných kotlov za tepelné čerpadlo. Avšak jedným z cieľov bolo zníženie energetickej náročnosti budovy a využívanie obnoviteľných zdrojov. Realizáciou opatrení sa znížila spotreba celkovej dodanej energie z neobnoviteľných zdrojov o 65 % a v budove sa na systémy vykurovania, výroby teplej vody a osvetlenie využíva viac ako 60 % obnoviteľnej energie.

V poslednej časti diplomovej práce je vytvorený energetický posudok, ktorý zhrnuje výsledky z výpočtovej časti. Energetický posudok bol vypracovaný podľa aktuálne platných právnych predpisov, podľa zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

## POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ČESKO. Zákon č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií. AION CS. *Zákony pro lidi* [online]. 2000-2024, aktuální znění 01.01.2024 (verze 30) [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406/zneni-20240101>
- [2] Přehled dotačních programů. In: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU – ODBOR ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A ÚSPOR 41300. *Mpo* [online]. 27.11.2023 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/dotace-na-uspory-energie/prehled-dotacnich-programu-na-podporu-energeticke-ucinnosti--271831/>
- [3] STÁTNI FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Nová zelená úsporám* [online]. 2024 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>
- [4] STÁTNI FOND PODPORY INVESTIC. *PANEL 2013+* [online]. 2013, 11.4.2022 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://sfpi.cz/program-panel-2013/>
- [5] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU – SEKCE FONDŮ EU. *Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OPTAK)* [online]. 2024 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://www.optak.cz/>
- [6] MŽP A MMR. *Operační program Spravedlivá transformace* [online]. 2024 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: <https://opst.cz/spravedliva-transformace/>
- [7] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČESKÉ REPUBLIKY. *MPO Efekt energie* [online]. 2005-2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/>
- [8] *Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2023. ISBN 978-80-7653-060-7 (pdf)
- [9] EUROPEAN UNION, DIRECTORATE-GENERAL FOR COMMUNICATION. Energy label and ecodesign. *European Commission* [online]. 2024, 1995-2024 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign\\_en](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign_en)
- [10] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. MPO Efekt energie. ČESKÁ REPUBLIKA. *MPO* [online]. 2008 [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticka-ucinnost-v-praxi/energeticky-audit-a-energeticky-posudek>
- [11] Energetický audit a posudek. In: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU – ODBOR ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A ÚSPOR 41300. *Mpo* [online]. 17.10.2023 [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/uspory-energie/uspory-v-praxi/energeticky-audit-a-posudek/energeticky-audit-a-posudek--277420/>

- [12] Vyhláška č. 140/2021 Sb.: Vyhláška o energetickém auditu. In: AION CS. *Zákony pro lidi* [online]. 2010–2024, Aktuální znění 01.04.2021 [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-140>
- [13] ČESKO. Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov. AION CS. *Zákony pro lidi* [online]. 2020, aktuální znění 01.01.2023 (verze2) [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>
- [14] Vyhláška č. 141/2021 Sb.: Vyhláška o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie. In: AION CS. *Zákony pro lidi* [online]. 2024, aktuální znění 01.02.2022 (verze 2) [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-141>
- [15] Ján Kozla Energetická optimalizace budovy. Brno, 2022. 126 s., 8 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
- [16] HEMZAL, Karel, Zdeněk REINBERK a Ladislav TINTĚRA. Výpočet denostupňů. In: TOPINFO S.R.O. *Tzb info* [online]. 2001–2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/103-vypocet-denostupnu>
- [17] VALENTY, Vladimír a kolektiv. *Topenářská příručka 3*. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-13-2.
- [18] MATUŠKA, Tomáš. Tepelná čerpadla – základy. In: ČVUT – ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ. *Tomáš Matuška* [online]. 2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: [https://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P5-tepelna\\_cerpadla\\_zaklady.pdf](https://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P5-tepelna_cerpadla_zaklady.pdf)
- [19] HELIOTHERM SOLID COMPACT S. In: GT ENERGY S.R.O. *Projektuj tepelná čerpadla* [online]. 2024, 2019-2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/heliotherm-solid-compact-s>
- [20] AKUMULAČNÍ (TAKTOVACÍ) NÁDOBA PRO TEPELNÉ ČERPADLO. In: GT ENERGY S.R.O. *Projektuj tepelná čerpadla* [online]. 2024, 2019-2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/akumulacni-taktovaci-nadoba-pro-tepelne-cerpadlo>
- [21] REGULUS S R.O. *Regulus – úsporné topení* [online]. 2014–2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/>
- [22] VRÁNA, Jakub. *Doplňkové učební texty pro předměty BTA001 – Technická zařízení budov 1, BTA013 – Zdravotně technické instalace, BTA023 Technická zařízení budov a technická infrastruktura 1, BT005 Technická zařízení budov (E), BT04 Technická zařízení budov (M), BT057 Zdravotně technické a plynovodní instalace a NTB028 Vybrané statě ze zdravotní techniky* [online]. [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j/>

- [23] WILO SE. *Wilo* [online]. 2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://wilo.com/cz/cs/>
- [24] GRUNDFOS SALES CZECHIA AND SLOVAKIA S.R.O. *Grundfos* [online]. [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.grundfos.com/cz>
- [25] TOPINFO S.R.O. Cena elektřiny 2024 - srovnání E.ON, PRE, ČEZ. TOPINFO S.R.O. *Tzb info* [online]. 2001–2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/14-ceny-elektriny#D56d>
- [26] TOPINFO S.R.O. Cena plynu 2024 - srovnání innogy, E.ON, Pražská plynárenská. TOPINFO S.R.O. *Tzb info* [online]. 2001–2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/13-prehled-cen-zemniho-plynu>

### ***Zákony, vyhlášky, normy smernice***

- [N.1] Zákon č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií
- [N.2] Vyhláška č. 140/2021 Sb. Vyhláška o energetickém auditu
- [N.3] Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov
- [N.4] Vyhláška č. 140/2021 Sb. Vyhláška o energetickém posudku a údajích v Systému monitoringu spotřeby energie
- [N.5] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody; účinná od 07/2005
- [N.6] ČSN 73 0540-2 (730540) Tepelní ochrana budov – Část 2: Požadavky; účinná od 11/2011
- [N.7] ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data; účinná od 10/2020
- [N.8] ČSN EN ISO 52000-1 (730334) Energetická náročnost budov – Základní zásady pro soubor norem ENB – Část 1: Obecný rámec a postupy; účinná od 12/2018
- [N.9] ČSN 06 0320 (060320) Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody. Navrhování a projektování; účinná od 10/2006
- [N.10] ČSN EN 15459-1 (060405) Energetická náročnost budov – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách – Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14; účinná od 05/2018

# ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

## *Skratky*

- BD - Bytový dom
- COP - Coefficient of performance (vykurovací faktor)
- ČR - Česká republika
- DPH - Daň z pridanej hodnoty
- EA - Energetický audit
- EPREL - Európsky register produktov pre energetické štítkovanie
- EP - Energetický posudok
- EPS - Expandovaný polystyrén
- EŠ - Energetický špecialista
- ETICS - exteriérový tepelne izolovaný kompozitný systém
- EU - Európska Únia
- CHMI - Český hydrometeorologický inštitút
- IRR - Vnútorne výnosné percento investície
- KVET - Kombinovaná výroba elektriny a tepla
- NP - Nadzemné podlažie
- NPV - Čistá súčasná hodnota projektu
- NZÚ - Nová zelená úsporám
- OPAK - Operačný program Technológie a aplikácie pre konkurencieschopnosť
- OPŽP - Operačný program životné prostredie
- PENB - Preukaz energetickej náročnosti budovy
- PP - Podzemné podlažie
- RD - Rodinný dom
- SCOP - Priemerný COP za celú sezónu
- TČ - Tepelné čerpadlo
- TV - Teplá voda
- TZB - Technické zariadenie budov
- VV - výkaz výmer
- XPA - Extrudovaný polystyrén

## *Fyzikálne veličiny*

- d - Hrúbka vrstvy [m]
- $D_{in}$  - Počet dennostupňov [den.K]
- E - Energia [Wh]
- IN - Náklady na realizáciu [Kč]
- $IN_{r,t}$  - Reinvestície a jednorazové obnovovacie výdaje [Kč]
- IRR - Vnútorne výnosné percento [%]
- l - dĺžka [m]
- M - Hmotnostný prietok [kg/h]
- $N_p$  - Prevádzkové výdaje [Kč]
- $NPV_{Th}$  - Čistá súčasná hodnota [Kč]
- $N_{zu}$  - Posledná započítaná reinvestícia [Kč]



$N_{zux}$  - Zostatková hodnota zariadenia [Kč]  
P - Primárna energia [Wh]  
per - Časová jednotka [h]  
q - Tepelná strata na potrubí [W]  
Q - Teplo [Wh]  
Q - Výkon [W]  
 $q_t$  - Dĺžková tepelná strata [W/m]  
r - Diskontná sadzba [%]  
R - Tepelný odpor konštrukcie pri prechode [(m<sup>2</sup>.K)/W]  
R - Tepelný odpor konštrukcie pri prestupe [(m<sup>2</sup>.K)/W]  
R - Tlaková strata [Pa/m]  
T - Doba [rok]  
t - Teplota [°C]  
T - Teplota [°C]  
U - Súčiniteľ prestupu tepla [W/(m<sup>2</sup>.K)]  
V - Objem [m<sup>3</sup>]  
V - Výnos [Kč]  
w - Rýchlosť [m/s]  
 $\Delta p$  - Tlak [Pa]  
 $\Delta t$  - stredná teplota výmenníku [-]  
 $\Delta U$  - prirážka na tepelné väzby [W/(m<sup>2</sup>.K)]  
 $\lambda$  - súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu [W/(m.K)]

# ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

## *Obrázky*

Obrázok 1.1 - Prehľad dotačných programov pre domácnosti [2] .....	14
Obrázok 1.2 - Prehľad dotačných programov pre verejný sektor [2] .....	15
Obrázok 1.3 - Vývoj imisných charakteristík vybraných znečisťujúcich látok (častice PM10, PM2,5, benzo[a]pyren, NO2, SO2, O3) [8] .....	16
Obrázok 1.4 - vývoj imisných charakteristík vybraných znečisťujúcich látok (benzén, As, Cd, Ni, Pb), 2012-2022 [8] .....	17
Obrázok 1.5 - Porovnanie pôvodných a nových štítkov [9] .....	18
Obrázok 2.1 - Grafické znázornenie PENB [9] .....	20
Obrázok 3.1 - Tabuľka energeticko-ekonomického vyhodnotenia opatrení [14] .....	24
Obrázok 3.2 - Zoznam emisných faktorov [14] .....	27
Obrázok 4.1 - Fotografia južnej strany bytového domu .....	29
Obrázok 4.2 Fotografia severnej strany bytového domu.....	30
Obrázok 5.1 Pravidlá pre stanovenie horizontálnych rozmerov [N.7] .....	36
Obrázok 5.2 Pravidlá pre stanovenie vertikálnych rozmerov [N.7] .....	36
Obrázok 5.3 - Grafické zobrazenie zónovania v 3D modeli.....	37
Obrázok 5.4 - Legenda plôch zónovania.....	37
Obrázok 5.5 – Schéma zónovania 1. podzemného podlažia .....	37
Obrázok 5.6 – Schéma zónovania 1. nadzemného podlažia .....	38
Obrázok 5.7 - Schéma zónovania 2. až 4. nadzemného podlažia .....	38
Obrázok 6.1 - Klasifikácia priemerného súčiniteľa prestupu tepla obálky budovy .....	41
Obrázok 6.2 - Grafické znázornenie troch faktorov primárnej energie [N.8] .....	43
Obrázok 7.1 - Typ prevádzkového režimu tepelného čerpadla - bivalenté paralelne [18] .....	47
Obrázok 7.2 - Navrhovanie tepelného čerpadla typu vzduch/voda [18].....	48
Obrázok 7.3 - Heliotherm Sensor solid Compact S55 [19] .....	48
Obrázok 7.4 - Závesný elektrokotol RAY 28 KE .....	50
Obrázok 7.5 - Akumulačná nádrž Regulus PS 1100 N+ [21] .....	51
Obrázok 7.6 - Zásobníkový ohrievač Regulus RBC 1500 [21] .....	54
Obrázok 7.7 - Schéma dimenzovanej vetvy s popisom .....	55
Obrázok 7.8 - Expanzná nádoba Reflex N.....	57
Obrázok 11.1 - Klasifikácia priemerného súčiniteľa prestupu tepla obálky budovy .....	73
Obrázok 11.2 - Porovnanie klasifikačnej triedy primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov - pôvodný stav (vľavo), nový stav (vpravo) .....	78

## *Tabuľky*

Tabuľka 4.1 - Skladba NS01 - Obvodový plášť .....	32
Tabuľka 4.2 - Skladba NS02 - Obvodový plášť - soklové murivo.....	32
Tabuľka 4.3 - Skladba NS03 - Zateplené murivo v styku so zemou .....	32
Tabuľka 4.4 - Skladba NS04 - Nezateplené murivo v styku so zemou.....	32
Tabuľka 4.5 - NS05 - Nosná stena medzi zónami.....	32
Tabuľka 4.6 - S01 - Priečka medzi zónami.....	33

Tabuľka 4.7 - STR01 - Strešná konštrukcia .....	33
Tabuľka 4.8 - ST01 - Zateplený strop nad 1.PP .....	33
Tabuľka 4.9 - ST02 - Pôvodná podlaha v suteréne .....	33
Tabuľka 4.10 - Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla s normovými požiadavkami .....	34
Tabuľka 6.1 – Dodaná energia podľa účelu spotreby v mesiacoch .....	42
Tabuľka 6.2 - Porovnanie spotreby tepla na vykurovanie s výpočtom dennostupňovej metódy.....	44
Tabuľka 7.1 - Výpočet tepelnej straty na sústave TV.....	52
Tabuľka 7.2 - Dimenzačná tabuľka vybranej vetvy systému vykurovania .....	55
Tabuľka 8.1 - Celková dodaná energia podľa účelu spotreby v mesiacoch.....	59
Tabuľka 8.2 - Porovnanie pôvodného stavu a nového stavu podľa druhu energie .....	60
Tabuľka 8.3 - Porovnanie a vyhodnotenie priemernej ceny zemného plynu [stránky distribútorov].....	62
Tabuľka 8.4 - Porovnanie a vyhodnotenie priemernej ceny elektrickej energie [stránky distribútorov].....	63
Tabuľka 8.5 - Kalkulácia ročných nákladov na energie pôvodného stavu objektu .....	63
Tabuľka 8.6 - Kalkulácia ročných nákladov na energie nového stavu objektu .....	64
Tabuľka 8.7 - Bilancia prínosov projektu podľa nákladov na spotrebu energií .....	64
Tabuľka 8.8 - Realizačné náklady podľa oblastí z výkazu výmer .....	65
Tabuľka 8.9 - Realizačné náklady približne rozdelené medzi navrhnuté úsporné opatrenia	65
Tabuľka 8.10 - Ostatné prevádzkové náklady - Pôvodný stav.....	66
Tabuľka 8.11 - Ostatné prevádzkové náklady - Nový stav.....	66
Tabuľka 8.12 - Zhrnutie ekonomického vyhodnotenia.....	67
Tabuľka 8.13 - Ekologické vyhodnotenie .....	68
Tabuľka 10.1 - Prehľad energo-ekonomických ukazovateľov hodnoteného súboru úsporných opatrení.....	71
Tabuľka 11.1 - Spotreba energií podľa účelu a energonositeľov.....	74
Tabuľka 11.2 - Porovnanie spotreby tepla na vykurovanie s výpočtom dennostupňovej metódy.....	75
Tabuľka 11.3 - Ročné náklady na spotrebu energií pre pôvodný stav objektu.....	75
Tabuľka 11.4 - Ostatné prevádzkové náklady pre pôvodný stav .....	76
Tabuľka 11.5 - Bilancia prínosov projektu podľa nákladov na spotrebu energií .....	78
Tabuľka 11.6 - Realizačné náklady podľa oblastí z výkazu výmer .....	79
Tabuľka 11.7 - Realizačné náklady približne rozdelené medzi navrhované úsporné opatrenia .....	79
Tabuľka 11.8 - Ročné ostatné prevádzkové náklady pre nový stav .....	80
Tabuľka 11.9 - Zhrnutie ekonomického vyhodnotenia.....	81
Tabuľka 11.10 – Ekologické zhrnutie navrhnutých opatrení predmetu energetického posudku .....	82

### **Grafy**

Graf 6.1 - Tepelné straty a zisky obálky bytového domu .....	40
Graf 6.2 - Podiel dodanej energie podľa účelu a energonositeľa .....	41

Graf 6.3 – Ročný priebeh dodanej energie podľa energonositeľov .....	42
Graf 6.4 - Porovnanie dodanej a primárnej energie .....	43
Graf 6.5 - Porovnanie dvoch rôznych metód výpočtu energie na vykurovanie a ich trendy .	45
Graf 7.1 - Grafické určenie bivalentného bodu.....	49
Graf 7.2 - Krivky dodávky a odberu tepla pri ohreve teplej vody .....	52
Graf 7.3 Charakteristika obehového čerpadla WILLO Stratos [23] .....	56
Graf 7.4 - Charakteristika obehového čerpadla Grundfos MAGNA3 [24].....	56
Graf 8.1 - Podiel dodanej energie podľa účelu a energonositeľov .....	58
Graf 8.2 - Ročný priebeh dodanej energie podľa energonositeľov .....	58
Graf 8.3 - Porovnanie primárnej a dodanej energie nového stavu.....	59
Graf 8.4 - Porovnanie energie pôvodného a nového stavu.....	60
Graf 8.5 - Porovnanie dodanej a primárnej energie podľa energonositeľov pre pôvodný stav (vľavo) a nový stav (vpravo) .....	61
Graf 11.1 - Pomer dodanej energie podľa energonositeľov - pôvodný stav (vľavo) a nový stav (vpravo) .....	81

## PRÍLOHY

### *Zoznam príloh:*

- Príloha č. 1 Stavebný výkres formátu A3 – Pôdorys 1.PP v mierke 1:100
- Príloha č. 2 Stavebný výkres formátu A3 – Pôdorys 1.NP v mierke 1:100
- Príloha č. 3 Stavebný výkres formátu A3 – Pôdorys 2. – 4.NP v mierke 1:100
- Príloha č. 4 Stavebný výkres formátu A3 – Rez a západný pohľad v mierke 1:100
- Príloha č. 5 Stavebný výkres formátu A3 – Severný pohľad v mierke 1:100
- Príloha č. 6 Stavebný výkres formátu A3 – Južný pohľad v mierke 1:100
- Príloha č. 7 Stavebný výkres formátu A3 – Výkres technickej miestnosti pred realizáciou opatrení v mierke 1:50
- Príloha č. 8 Stavebný výkres formátu A3 – Schéma zapojenia pred realizáciou opatrení
- Príloha č. 9 Stavebný výkres formátu A3.1 – Výkres technickej miestnosti navrhnutého stavu v mierke 1:50
- Príloha č. 10 Stavebný výkres formátu A3 – Schéma zapojenia navrhnutého stavu
- Príloha č. 11 Technický list – Plynový kondenzačný kotol BAXI
- Príloha č. 12 Porovnanie rôznych druhov výpočtových energií s referenčnou budovou stavu pred realizáciou
- Príloha č. 13 Porovnanie rôznych druhov výpočtových energií s referenčnou budovou navrhnutého stavu
- Príloha č. 14 Technický list – Tepelné čerpadlo Heliotherm
- Príloha č. 15 Technický list – Zásobníkového ohrievaču Regulus
- Príloha č. 16 Ohodnotený výkaz výmer
- Príloha č. 17 Rozpis ostatných prevádzkových nákladov stavu pred realizáciou
- Príloha č. 18 Rozpis ostatných prevádzkových nákladov navrhnutého stavu
- Príloha č. 19 Tabuľka ekonomického vyhodnotenia

## 20. TECHNICKÉ ÚDAJE

Model: LUNA DUO-TEC MP+		1.35	1.50	1.60	1.70
Kategorie		II2H3P			
Druh plynu	-	G20 - G31			
Jmenovitý tepelný příkon	kW	34,8	46,3	56,6	66,9
Minimální tepelný příkon	kW	5,1	5,1	6,3	7,4
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	33,8	45	55	65
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	36,5	48,6	59,4	70,2
Minimální tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	5,0	5,0	6,1	7,2
Minimální tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	5,4	5,4	6,6	7,8
Jmenovitá účinnost 50/30 °C	%	105,0	105,0	105,0	105,0
Maximální přetlak vody v topném okruhu	bar	4			
Minimální přetlak vody v topném okruhu	bar	0,5			
Rozsah teploty v topném okruhu	°C	25+80			
Typ odkouření	-	C13 - C33 - C43 - C53 - C63 - C83 - C93 - B23			
Průměr vedení koax. odkouření	mm	80/125			
Průměr vedení děleného odkouření	mm	80/80			
Max. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,016	0,021	0,026	0,031
Min. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,002	0,002	0,003	0,004
Max. teplota spalin	°C	76	80	80	74
Třída NOx	-	6			
Připojovací přetlak zemní plyn 2H	mbar	20			
Připojovací přetlak propan 3P	mbar	37			
Elektrické napětí	V	230			
Elektrická frekvence	Hz	50			
Jmenovitý elektrický příkon	W	180	230	230	230
Hmotnost netto	kg	40	40	40	50
Rozměry - výška	mm	766			
- šířka	mm	450			
- hloubka	mm	377	377	377	505
Elektrické krytí (EN 60529)	-	IPX5D			
Objem vody	l	4	4	5	6
Certifikát CE	č.	0085CM0128			

### SPOTŘEBA PŘI MAX. A MIN. TEPELNÉM PŘÍKONU (Qmax e Qmin)

Qmax (G20) - 2H	m³/h	3,68	4,90	5,98	7,07
Qmin (G20) - 2H	m³/h	0,54	0,54	0,67	0,78
Qmax (G31) - 3P	kg/h	2,70	3,60	4,40	5,20
Qmin (G31) - 3P	kg/h	0,40	0,40	0,49	0,57

ČÁST INSTALATÉR (CS)

## 21. TECHNICKÉ PARAMETRY

BAXI LUNA DUO-TEC MP+			1.35	1.50	1.60	1.70
Kondenzační kotel			Ano	Ano	Ano	Ano
Nízkoteplotní kotel <sup>(1)</sup>			Ne	Ne	Ne	Ne
Kotel typu B11			Ne	Ne	Ne	Ne
Kogenerační ohřivač pro vytápění vnitřních prostorů			Ne	Ne	Ne	Ne
Kombinovaný ohřivač			Ne	Ne	Ne	Ne
<b>Jmenovitý tepelný výkon</b>	<i>P<sub>rated</sub></i>	kW	34	45	55	65
Užitečný tepelný výkon při jmenovitém tepelném výkonu a ve vysokoteplotním režimu <sup>(2)</sup>	<i>P<sub>4</sub></i>	kW	33.8	45.0	55.0	65.0
Užitečný tepelný výkon při 30 % jmenovitého tepelného výkonu a v nízkoteplotním režimu <sup>(1)</sup>	<i>P<sub>1</sub></i>	kW	11.2	14.9	18.2	21.5
<b>Sezónní energetická účinnost vytápění</b>	<i>η<sub>s</sub></i>	%	92	92	92	92
Užitečná účinnost při jmenovitém tepelném výkonu a ve vysokoteplotním režimu <sup>(2)</sup>	<i>η<sub>4</sub></i>	%	87.7	87.7	87.6	87.6
Užitečná účinnost při 30 % jmenovitého tepelného výkonu a v nízkoteplotním režimu <sup>(1)</sup>	<i>η<sub>1</sub></i>	%	97	97.1	96.8	96.5
<b>Spotřeba pomocné elektrické energie</b>						
Plné zatížení	<i>e<sub>lmax</sub></i>	kW	0.070	0.080	0.095	0.095
Částečné zatížení	<i>e<sub>lmin</sub></i>	kW	0.020	0.020	0.020	0.020
Pohotovostní režim	<i>P<sub>SB</sub></i>	kW	0.003	0.003	0.003	0.003
<b>Další položky</b>						
Tepelná ztráta v pohotovostním režimu	<i>P<sub>stby</sub></i>	kW	0.064	0.064	0.070	0.075
Spotřeba elektrické energie zapalovacího hořáku	<i>P<sub>ign</sub></i>	kW	0.000	0.000	0.000	0.000
Roční spotřeba energie	<i>Q<sub>HE</sub></i>	GJ	106	141	172	203
Hladina akustického výkonu ve vnitřním prostoru	<i>L<sub>WA</sub></i>	dB	58	62	59	62
Emise oxidů dusíku	NO <sub>x</sub>	mg/kWh	29	29	31	31
<b>Parametry teplé vody pro domácnosti</b>						
<b>Deklarovaný zátěžový profil</b>						
Denní spotřeba elektrické energie	<i>Q<sub>elec</sub></i>	kWh				
Roční spotřeba elektrické energie	<i>AEC</i>	kWh				
<b>Energetická účinnost ohřevu vody</b>	<i>η<sub>wh</sub></i>	%				
Denní spotřeba paliva	<i>Q<sub>fuel</sub></i>	kWh				
Roční spotřeba paliva	<i>AFC</i>	GJ				
(1) Nízkou teplotou se u kondenzačních kotlů rozumí návratová teplota 30 °C, u nízkoteplotních kotlů teplota 37 °C a u ostatních ohřivačů 50 °C (na vstupu do ohřivače).						
(2) Vysokoteplotním režimem se rozumí návratová teplota 60 °C na vstupu do ohřivače a vstupní teplota 80 °C na výstupu ohřivače.						

## 22. INFORMAČNÍ LIST VÝROBKU

BAXI LUNA DUO-TEC MP+		1.35	1.50	1.60	1.70
Vytápění vnitřních prostorů – teplotní aplikace		Střední	Střední	Střední	Střední
Ohřev vody – deklarovaný zátěžový profil					
Třída sezonní energetické účinnosti vytápění		A	A	A	A
Třída energetické účinnosti ohřevu vody					
Jmenovitý tepelný výkon ( <i>Prated nebo Psup</i> )	kW	34	45	55	65
Vytápění vnitřních prostorů – roční spotřeba energie	GJ	106	141	172	203
Ohřev vody – roční spotřeba energie	kWh <sup>(1)</sup> GJ <sup>(2)</sup>				
Sezónní energetická účinnost vytápění	%	92	92	92	92
Energetická účinnost ohřevu vody	%				
Hladina akustického výkonu L <sub>WA</sub> ve vnitřním prostoru	dB	58	62	59	62
(1) Elektrické energie (2) Paliva					

Část INSTALATÉR (cs)



Príloha č. 12 - Porovnanie rôznych druhov výpočtových energií s referenčnou budovou stavu pred realizáciou

program ENERGETIKA  
verze 7.1.6

III DEKSOFT®

Typ budovy	průměrný součinitel prostupu tepla	potřeba energie	spotřeba energie	pomocná energie	celkem dodaná energie	měrná dodaná energie	navýšení spotřeby vůči potřebě
	W/m <sup>2</sup> .K	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .a	%
<b>Hodnocená budova</b>							
vytápění	0,40	81 106	113 841	3 517,0	117 358	68,50	40,4
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	57 203	2 123,8	59 327	34,63	93,1
umělé osvětlení		-	9 982,9	-	9 982,9	5,83	-
celkem energie		110 733	181 027	5 640,8	186 668	108,96	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	211 666	123,55	-
<b>Referenční budova pro požadavek - dokončená budova a její změna od 1.1.2022</b>							
vytápění	0,49	111 857	153 515	3 225,8	156 741	91,49	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	56 406	1 425,6	57 832	33,76	90,4
umělé osvětlení		-	24 480	-	24 480	14,29	-
celkem energie		141 484	234 402	4 651,4	239 053	139,54	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	277 094	161,75	-
<b>Referenční budova pro klasifikaci - budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022</b>							
vytápění	0,35	86 918	119 288	3 093,5	122 382	71,44	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	56 406	1 437,8	57 844	33,77	90,4
umělé osvětlení		-	24 480	-	24 480	14,29	-
celkem energie		116 545	200 175	4 531,3	204 707	119,49	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	149 751	87,41	-

Príloha č. 13 - Porovnanie rôznych druhov výpočtových energií s referenčnou budovou na vrhnutého stavu

program ENERGETIKA  
verze 7.1.6

III DEKSOFT®

Typ budovy	průměrný součinitel prostupu tepla	potřeba energie	spotřeba energie	pomocná energie	celkem dodaná energie	měrná dodaná energie	navýšení spotřeby vůči potřebě
	W/m².K	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/m².a	%
<b>Hodnocená budova</b>							
vytápění	0,40	80 874	104 696	2 189,5	106 885	62,39	29,5
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	51 948	1 526,5	53 474	31,21	75,3
umělé osvětlení		-	9 985,9	-	9 985,9	5,83	-
celkem energie		110 501	166 629	3 716,0	170 345	99,43	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	170 380	99,46	-
<b>Referenční budova pro požadavek - dokončená budova a její změna od 1.1.2022</b>							
vytápění	0,49	111 658	153 242	3 012,2	156 254	91,21	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	59 376	1 146,5	60 523	35,33	100,4
umělé osvětlení		-	24 484	-	24 484	14,29	-
celkem energie		141 285	237 103	4 158,7	241 261	140,83	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	278 477	162,55	-
<b>Referenční budova pro klasifikaci - budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022</b>							
vytápění	0,35	86 729	119 029	2 885,5	121 915	71,16	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		29 627	59 376	1 160,5	60 537	35,34	100,4
umělé osvětlení		-	24 484	-	24 484	14,29	-
celkem energie		116 356	202 889	4 046,0	206 935	120,79	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	150 760	88,00	-

## Technický list - HELIOTHERM SOLID M COMPACT vzduch/voda

- Mimořádně tiché tepelné čerpadlo s elegantním designem
- Pro vytápění, ohřev vody a chlazení větších budov
- Optimalizováno pro nízkoteplotní sálavé topné systémy

SOLID M COMPACT	S30L-M-Solid-Compact	S40L-M-Solid-Compact	S55L-M-Solid-Compact
Energetická třída - produkt	A+++	A+++	A+++
<b>Topný výkon při A2 / W35</b>	<b>38,67 kW</b>	<b>44,86 kW</b>	<b>58,01 kW</b>
COP při A2 / W35	4,3	4,4	4,2
<b>Topný výkon při A-10 / W35 při 100%</b>	<b>27,62 kW</b>	<b>38,56 kW</b>	<b>45,24 kW</b>
SCOP podl. topení / radiátory (průměrné klima)	5,15 / 3,45	5,01 / 3,45	5,15 / 3,45
Chladicí výkon při A35 / W18 při 100%	27,97 kW	45,96 kW	55,94 kW
EER při A35 / W18 při 100%	4,21	4,18	4,21
Chladicí výkon při A35 / W7 při 100%	28,20 kW	43,65 kW	56,40 kW
EER při A35 / W7 při 100%	4,02	3,99	4,02
SEER (fan-coily) / SEER (plošné chlazení)	6,14 / 6,5	5,38 / 6,15	6,14 / 6,5
Elektrické napájení	400 V, 3N, 50 Hz + 230 V, 1N, 50 Hz (pro regulaci)		
Maximální proud	26 A	31 A	52 A
Maximální rozběhový proud	10 A	12 A	15 A
Maximální příkon kompresoru	13,0 kW	14,4 kW	19,9 kW
Příkon ventilátoru (min. – max.)	120 – 380 W		180 – 570 W
Doporučené jištění	3 x 32 A/C (TČ) + 1 x 16 A/B (regulace)	3 x 40 A/C (TČ) + 1 x 16 A/B (regulace)	3 x 63 A/C (TČ) + 1 x 16 A/B (regulace)
Elektrické krytí	IP 45		
Hladina akustického výkonu (7/35°C, EN 12102)	64 dB(A)	66 dB(A)	68 dB(A)
Množství chladiva (R-410A) pro potrubí do 10m	12 kg	18 kg	28 kg
Množství oleje	2,3 l	4,6 l	4,6 l
Kompresor	Scroll - frekvenčně řízený		
Odtávání	horkým plynem		
Minimální a max. průtok kondenzátorem	2,2 - 4,7 m3/h	3,1 - 6,9 m3/h	4,4 - 9,3 m3/h
Maximální dovolený tlak vody	10 bar		
Maximální teplota topné vody při A 0°C	62°C		
Interní tlaková ztráta	28 kPa	29 kPa	31 kPa
Připojení topného okruhu (vnější závit)	6/4 "	2 "	2 1/2 "
Rozměry (výška x délka x hloubka) mm	1.516 x 2 948 x 1.136	1.516 x 2 948 x 1.136	1.516 x 3 900 x 1.136
Hmotnost	500 kg	850 kg	1100 kg
<b>Provozní rozsah venkovních teplot</b>	<b>-25°C až + 45°C</b>		
Max. průtok vzduchu	4.000 - 10.000 m3/h		6.000 - 15.000 m3/h
Připojení odvodu kondenzátu	vsakovací šachta (volitelné)		



v1.6\_03/2022  
1/2

## TECHNICKÝ LIST Zásobník RBC 1500



Základní charakteristika	
Použití	Zásobník s integrovaným smaltovaným výměníkem slouží pro přípravu teplé vody. Je dodáván včetně izolace a magneziové anody, která chrání vnitřní povrchy zásobníku proti korozi. Volitelně lze místo magneziové anody instalovat elektronickou anodu, objednávací kód viz tabulka Příslušenství. V případě potřeby je možné do zásobníku instalovat elektrické topné těleso.
Pracovní kapalina	voda (zásobník), voda, směs voda-glykol nebo směs voda-glycerín (max. 2:1) (výměník)
Objednávací kód	<b>16710</b>
Energetické parametry [dle Nařízení Komise (EU) č. 812/2013]	
Třída energetické účinnosti	neudává se
Statická ztráta	153 W
Užitný objem	1466 l

Technické údaje	
Celkový objem zásobníku	1492 l
Objem kapaliny v zásobníku	1466 l
Objem kapaliny ve výměníku	26 l
Plocha výměníku	4,2 m <sup>2</sup>
Max. teplota v zásobníku	95 °C
Max. teplota ve výměníku	110 °C
Max. tlak v zásobníku	10 bar
Max. tlak ve výměníku	10 bar
Průměr zásobníku	1000 mm
Průměr zásobníku s izolací	1200 mm
Celková výška zásobníku	2285 mm
Klopná výška	2590 mm
Hmotnost prázdného zásobníku	394 kg

Příprava teplé vody z 10 °C na 45 °C při vstupní teplotě otopné vody 60 °C	
Výměník	1660 l/h (67 kW)

Materiály	
Materiál zásobníku	S235JR, vnitřní povrch smaltovaný (DIN 4753-3)
Materiál výměníku	S235JR+N, vnější povrch smalt (DIN 4753-3)
Materiál izolace	flis
Vnější povrch izolace	PVC

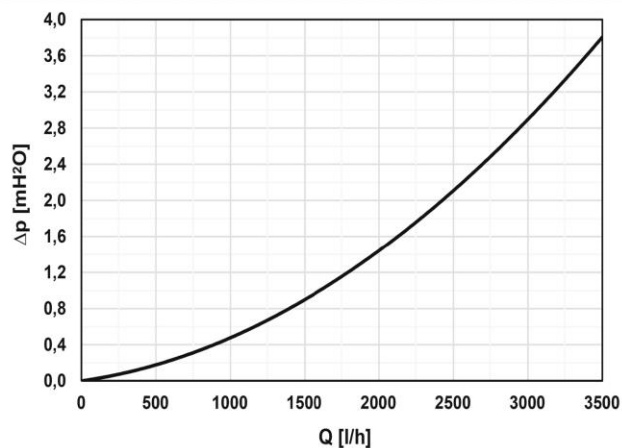
Příslušenství	
Elektrické topné těleso	typy ETT-A, D, F, P, M
Max. délka topného tělesa	815 mm
Elektronická anoda	objednávací kód 14429
Elektronická anoda s přírubou	objednávací kód 17435

Náhradní díly (magneziové anody)	
Mg anoda (A1), G 5/4"	objednávací kód 3698
Mg anoda do příruby (A2, příp. A3), G 5/4"	objednávací kód 448
Mg anoda – řetězková, G 5/4"	objednávací kód 13112

## TECHNICKÝ LIST

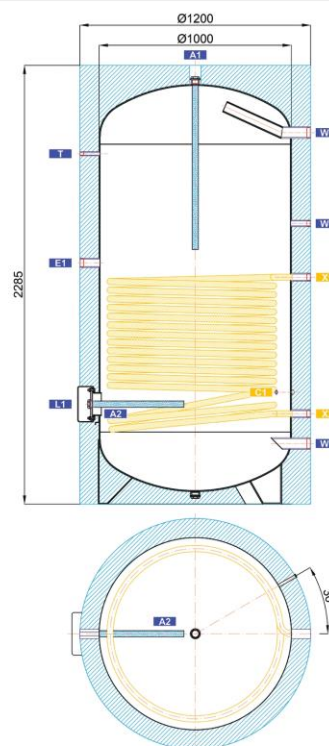
### Zásobník RBC 1500

Graf tlakové ztráty výměníku



Rozměrové schéma

ozn.	popis	připojení	výška [mm]
<b>Příprava teplé vody</b>			
W1	studená voda	G 2" F	315
W2	teplá voda	G 2" F	1935
W3	cirkulace	G 1" F	1460
<b>Doplňkové zdroje tepla</b>			
E1	elektrické topné těleso TV	G 6/4" F	1255
<b>Regulace a zabezpečení</b>			
C1	teplotní čidlo	G 1/2" F	943
T	teploměr	G 1/2" F	1825
<b>Zdroje tepla</b>			
X1	přívodní od zdroje tepla	G 5/4" F	1180
X2	vratná do zdroje tepla	G 5/4" F	470
<b>Ostatní</b>			
L1	příruba	8 x M10	520
A1	magnesiová anoda	G 5/4" F	2205
A2	magnesiová anoda	G 5/4" F	520





## Príloha č. 16 - Ohodnotený výkaz výmer

Rádek:	Popisek:	Dodavateľ:	Označení položky:	Popis položky:	Měrná jednotka:	Množství:	Jednotková cena (bez DPH)	Cena celkem (bez DPH)
<b>ZDROJE TEPLA</b>								
-	-	Heliotherm	S65L-M	Teplotné čerpadlo vzduch/voda typu monoblok o výkone 58,01 kW a COP 4,20 pro A2W35 (45,2 kW pro A-10/W35); hl. ak. výk. 68 dB(A) dle EN12102; max. teplota sekundár 62°C; provozní rozsah -25 až +45°C; frekvenčně řízený kompresor, 3900 x 1136 x 1516 mm (š x h x v); 1100 kg	kpl	1	1 360 000 Kč	1 360 000 Kč
-	-			Venkovní čidlo	ks	1	1 900 Kč	1 900 Kč
-	-			Monitoring TC	ks	1	17 900 Kč	17 900 Kč
-	-			Provoz monitoringu - 2 roky	ks	1	8 000 Kč	8 000 Kč
-	-			čimkové čidlo s jímku	ks	1	1 900 Kč	1 900 Kč
-	-			Demineralizační jednotka 6 bar	ks	1	4 456 Kč	4 456 Kč
-	-			Sběrač/rozdělovač dle návrhu + izolace, fixní stojan 400 mm	ks	1	45 000 Kč	45 000 Kč
-	-	Prothem	0010023677	Závesný elektrický kotol pro vykurovaní a přípravu teplé vody v extemím zásobníku. RAY 28KE: 28 kW; regulace po 7 kW; 410x740x315 mm 27 kg; provozní teplotou 15 - 85 °C	ks	1	30 500 Kč	30 500 Kč
-	-			Vodoměr: 110 mm; DN15; 2,5 m3/h	ks	1	545 Kč	545 Kč
-	-			Násuvná objímka pro tvarový 63	ks	4	4 064 Kč	16 256 Kč
-	-			Přechod 63 - R2 propředizolované potrubí	ks	4	404 Kč	1 616 Kč
-	-			Předizolované potrubí 63+63/210	tm	8	3 250 Kč	26 000 Kč
-	-	REGULUS	15150	Akumulační nádrž PS 1100 N+ pro akumulaci a distribuci tepelné energie z různých zdrojů tepla, celkový objem nádrže je 1040 l. Bez tepelné izolace, 850x2080 mm, 129 kg.	kpl	1	27 000 Kč	27 000 Kč
-	-	REGULUS	19305	Izolace SE pro PS 1100 N+ hr. 100 mm. Flisová izolace s plastovou deskou na povrchu, včetně izolace nad a pod nádrží. 1050x2080 mm	ks	1	10 200 Kč	10 200 Kč
-	-	REGULUS	16710	Zásobník RBC 1500. Zásobníkový ohřivač teplé vody pro domácnost s 1 topním výměníkem s objemem 1492 l. Zásobník včetně izolace. 1200x2285 mm, 394 kg.	ks	2	161 700 Kč	323 400 Kč
-	-	PROTHERM	RAY 14 KE	Závesný elektrický kotol pro vykurovaní a přípravu teplé vody v extemím zásobníku. S výkonem 14 kW provozní teplotou 15 - 85 °C	ks	1	38 000 Kč	38 000 Kč
-	-			Hadice opletená 2x 1" F, 300 mm	ks	2	630 Kč	1 260 Kč
<b>POJISTNÁ ZAŘÍZENÍ</b>								
							<b>24 760 Kč bez DPH</b>	
-	-	IMI PNEUMATEX	5351436	DLV 25, expanzní kohout, PN 16, včetně vysokokapacitního vypouštění s připojením na hadici	ks	1	2 331 Kč	2 331 Kč
-	-	Reflex	8213300	Reflex N 200, tlaková expanzní nádoba s membránou, siva, 6/1.5 bar	kpl	1	10 231 Kč	10 231 Kč
-	-			DSV 20-30 H, pojistný ventil, svislá montáž, DN 20/25, otevírací tlak 3 bar, PN 10, Tmax=120°C	ks	1	2 900 Kč	2 900 Kč
-	-			Teploměr s jímku 1/2"	ks	10	460 Kč	4 600 Kč
-	-			Manometr RF50 G1/2" A spodní připojení 0-4B	ks	6	300 Kč	1 800 Kč
-	-			Kohout pro připojení manometru 1/2" x 1/2" ŠM, PN25 Max. pracovní tlak 15 bar při 90°C	ks	6	483 Kč	2 898 Kč
<b>ARMATURY</b>								
							<b>174 666 Kč bez DPH</b>	
-	-	ESBE	11603600	VRG 131 3-cestný směšovací ventil řady - vnitřní závit - připojení RP 2" - DN50 - kvs 40	ks	7	5 010 Kč	35 072 Kč
-	-	ESBE	12101200	ARA 651 Servopohon 3-bodový, 230V, beh 60s	ks	7	4 064 Kč	28 448 Kč
-	-			Kulový kohout chromovaný, DN32, s vnitřním závitem	ks	10	615 Kč	6 150 Kč
-	-			Kulový kohout chromovaný, DN40, s vnitřním závitem	ks	6	910 Kč	5 460 Kč
-	-			Kulový kohout chromovaný, DN50, s vnitřním závitem	ks	9	1 400 Kč	12 600 Kč
-	-			Kulový kohout chromovaný, DN65, s vnitřním závitem	ks	11	1 885 Kč	20 735 Kč
-	-			Kulový kohout s filtrem, s vnitřním závitem	ks	5	1 500 Kč	7 500 Kč
-	-			Uzavírací a vyvažovací ventil STAD bez vypouštění DN40	ks	3	3 220 Kč	9 660 Kč
-	-			Uzavírací a vyvažovací ventil STAD bez vypouštění DN50	ks	3	3 951 Kč	11 853 Kč
-	-			ZUT 20, aut. odzdušňovací ventil, Rp=3/4", Tmax=110°C, PN 10	ks	5	1 489 Kč	7 445 Kč
-	-			Zpětná klapka celomosazná, DN32	ks	1	449 Kč	449 Kč
-	-			Zpětná klapka celomosazná, DN40	ks	2	609 Kč	1 218 Kč
-	-			Zpětná klapka celomosazná, DN50	ks	3	935 Kč	2 805 Kč
-	-			Zpětná klapka celomosazná, DN65	ks	2	1 230 Kč	2 460 Kč
-	-	AV EQUEN	R-MAG 2	Magnetický mechanický filtr Ultima R-MAG 2" pro vodorovné umístění	ks	1	18 899 Kč	18 899 Kč
-	-			Vypouštěcí kul.koh., s hadicovou vývodkou a zátkou, PN 10, T 90°C - DN 15	ks	24	163 Kč	3 912 Kč
<b>POTRUBÍ</b>								
							<b>126 207 Kč bez DPH</b>	
-	-	SANHA	-	Tvarovky pro lisované spoje Cu potrubí	kpl	2	16 450 Kč	32 900 Kč
-	-	SANHA	-	Tvarovky pro mosaz	kpl	1	3 500 Kč	3 500 Kč
-	-	KME SANCO	-	Mědné potrubí Cu 28x1 dle DIN EN 1057, použití: rozvody vody, topení, plynů, olejí, solární vytápění	tm	1	437 Kč	437 Kč
-	-	SUPERSAN	-	Mědné potrubí Cu 35x1.2 dle DIN EN 1057, použití: rozvody vody, topení, plynů, olejí, solární vytápění	tm	3	564 Kč	1 692 Kč
-	-	SUPERSAN	-	Mědné potrubí Cu 45x1.2 dle DIN EN 1057, použití: rozvody vody, topení, plynů, olejí, solární vytápění	tm	9	693 Kč	6 236 Kč
-	-	SUPERSAN	-	Mědné potrubí Cu 54x1.5 dle DIN EN 1057, použití: rozvody vody, topení, plynů, olejí, solární vytápění	tm	9	1 114 Kč	10 027 Kč
-	-	SUPERSAN	-	Mědné potrubí Cu 64x2 dle DIN EN 1057, použití: rozvody vody, topení, plynů, olejí, solární vytápění	tm	40	1 785 Kč	71 415 Kč
<b>TEPELNÉ IZOLACE</b>								
							<b>9 808 Kč bez DPH</b>	
-	-	ARMACELL	-	Páska Tubolit DG, délka 10 tm	ks	4	380 Kč	1 520 Kč
-	-	ARMACELL	páska	Amalfexová páska, 50 mm x 15 m	ks	1	165 Kč	165 Kč
-	-	ARMACELL	HT-25x28	Amalfex HT - Kaučuková izolace s odolností proti UV záření - tl.25 mm, hadice 2m, pro potrubí nad 35 mm	tm	6	495 Kč	2 970 Kč
-	-	ARMACELL	TL-28/20-DG	Tubolit DG - Polyethylenová izolace se strukturou uzavřených buněk určená pro topenářské a sanitární rozvody.	tm	1	67 Kč	67 Kč
-	-	ARMACELL	TL-35/20-DG	Tubolit DG - Polyethylenová izolace se strukturou uzavřených buněk určená pro topenářské a sanitární rozvody.	tm	3	74 Kč	223 Kč
-	-	ARMACELL	TL-42/20-DG	Tubolit DG - Polyethylenová izolace se strukturou uzavřených buněk určená pro topenářské a sanitární rozvody.	tm	3	86 Kč	257 Kč
-	-	ARMACELL	TL-60/20-DG	Tubolit DG - Polyethylenová izolace se strukturou uzavřených buněk určená pro topenářské a sanitární rozvody.	tm	35	132 Kč	4 606 Kč
-	-			Napájecí kabel: CYKY 3x2,5 mm2	tm	10	30 Kč	300 Kč
<b>ČERPADLA</b>								
							<b>160 500 Kč bez DPH</b>	
-	-	Wilo	MAXO	Čerpadlo Wilo-Stratos MAXO - prietok - 1100 l/h, strata - 130 kPa	ks	6	50 000 Kč	300 000 Kč
-	-	GRUNDFOS	MAGNA	MAGNA 1 32-120 N Elektronicky regulovaná oběhová čerpadla, jednofázová	ks	2	51 250 Kč	102 500 Kč
-	-	GRUNDFOS	MAGNA	MAGNA 3 40-100F Elektronicky regulovaná oběhová čerpadla, jednofázová	ks	1	58 000 Kč	58 000 Kč
<b>OSTATNÍ</b>								
-	-			závěsový a spjovací materiál	kpl	1	46 000 Kč	46 000 Kč

Rádek:	Pozice:	Dodavatel:	Označení položky:	Popis položky:	Měrná jednotka:	Množství:	Jednotková cena (bez DPH)	Cena celkem (bez DPH)
-	-	-	-	osazení a uchytení jiných zařízení	kpl	1	20 000 Kč	20 000 Kč
-	-	-	-	přikotvení a zapojení Elektrokofe	ks	1	6 500 Kč	6 500 Kč
-	-	-	-	osazení zásobníku TUV	ks	2	16 000 Kč	32 000 Kč
-	-	-	-	osazení akumulací nádrhy	ks	1	8 000 Kč	8 000 Kč
-	-	-	-	Napuštění systému upravenou vodou, dle EN 14 868 - pH: 7,5 – 8 - el. vodivost (při 20 °C) do 10 µS/cm, vč. chem. látek do 960 µS/cm - tvrdost (při 20 °C) 3 °dH - obsahuje inhibitor koroze - obsahuje biocidní složku zabíjející tvorbu bakterií	l	1350	24 Kč	32 400 Kč
-	-	-	-	manipulace s upravenou vodou	kpl	1	6 800 Kč	6 800 Kč
-	-	-	-	napuštění topného okruhu upravenou vodou	kpl	1	4 500 Kč	4 500 Kč
-	-	-	-	tlaková zkuška II. Potrubí	kpl	1	10 800 Kč	10 800 Kč
-	-	-	-	demontáž starého rozvodu ústředního vytápění domu	kpl	1	25 000 Kč	25 000 Kč
-	-	-	-	demontáž závěsného kotle	ks	2	2 500 Kč	5 000 Kč
-	-	-	-	Zprovoznění tepelného čerpadla	ks	1	14 000 Kč	14 000 Kč
-	-	-	-	Doprava zdroje tepla a manipulace	ks	1	18 500 Kč	18 500 Kč
-	-	-	-	Montáž - montáž Cu potrubí vč. tvarovek a armatur - tepelná izolace potrubních rozvodů vč. tvarovek - komunikační kabeláže - osazení vnitřní a venkovní jednotky TČ - proplach, napuštění a odvzdušnění systému	kpl	1	300 000 Kč	300 000 Kč
-	-	-	-	Projektová činnost a vyhotovování EP	ks	1	150 000 Kč	150 000 Kč
-	-	-	-	Zaregulování a předání díla - zaškolení obsluhy - protokol o zaregulování - návody k instalovaným zařízením	kpl	1	20 000 Kč	20 000 Kč
CELKOVÁ CENA BEZ DPH								3 109 373 Kč

Príloha č. 17 - Rozpis ostatných prevádzkových nákladov stavu pred realizáciou

Prvok	Doba životnosti	Vstupné náklady	Ročné náklady na údržbu	Počet	Spolu ostatné prevádzkové náklady
	(rok)	(Kč.)	(Kč./rok)	(KS)	(Kč.)
<b>Regulačné ventily, automatické</b>					
Trojcestný ventil	15	-	2 640 Kč	7	18 480,00 Kč
<b>Kotol - kondenzačný</b>					
Kondenzačný kotol BAXI	20	64 000,00 Kč	1 280 Kč	2	2 560,00 Kč
<b>Expanzná nádoba</b>					
Expanzná nádoba	15	-	126 Kč	1	125,62 Kč
<b>Komín</b>					
Meranie, čistenie, revízia,...	-	-	-	1	4 500,00 Kč
<b>Meracie zariadenia</b>					
Manometer s pripojením	10	-	23 Kč	17	399,33 Kč
<b>Ventily</b>					
Poistný ventil	10	-	87 Kč	2	174,00 Kč
Vyvažovacie ventily	10	-	108 Kč	5	537,83 Kč
Spetná klapka	10	-	24 Kč	7	169,21 Kč
<b>Potrubie, ocelové</b>					
Potrubie	30	-	18 Kč	40	714,15 Kč
<b>Obehové čerpadla</b>					
Sigma 50	20	-	1 500 Kč	3	4 500,00 Kč
Sigma 40	20	-	1 500 Kč	5	7 500,00 Kč
<b>Uzavieracie ventily</b>					
KK	30	-	38 Kč	30	1 131,00 Kč
KK s filtrom	30	-	30 Kč	7	210,00 Kč
Vypúšťacú kohút	30	-	3 Kč	23	74,98 Kč
<b>Zásobníky vody</b>					
Zásobníkový ohrievač TV	20	-	2 426 Kč	2	4 851,00 Kč
Anuloid	20	-	1 500 Kč	1	1 500,00 Kč
<b>Celkem</b>					<b>47 427,11 Kč</b>



Príloha č. 18 - Rozpis ostatných prevádzkových nákladov stavu navrhnutého stavu

Prvok	Doba životnosti	Vstupné náklady	Ročné náklady na údržbu	Počet	Spolu ostatné prevádzkových nákladov	
	(rok)	(Kč.)	(Kč./rok)	(KS)	(Kč.)	
<b>Regulačné ventily s reguláciou (4%)</b>					<b>7</b>	<b>9 240,00 Kč</b>
Trojcestný ventil	15	33 000,00 Kč	1 320 Kč	7	9 240,00 Kč	
<b>Elektrický ohrievač (1%)</b>					<b>1</b>	<b>305,00 Kč</b>
Elektrokotol	25	30 500,00 Kč	305 Kč	1	305,00 Kč	
<b>Expanzná nádoba (0,5%)</b>					<b>1</b>	<b>62,81 Kč</b>
Expanzná nádoba	15	12 562,20 Kč	63 Kč	1	62,81 Kč	
<b>Tepelné čerpadlo (2%)</b>					<b>1</b>	<b>27 200,00 Kč</b>
TČ monoblock Heliotherm	20	1 360 000,00 Kč	27 200 Kč	1	27 200,00 Kč	
<b>Meracie zariadenia (1%)</b>					<b>6</b>	<b>46,98 Kč</b>
Manometer s pripojením	10	783,00 Kč	8 Kč	6	46,98 Kč	
<b>Ventily (1%)</b>					<b>14</b>	<b>300,53 Kč</b>
Poistný ventil	10	2 900,00 Kč	29 Kč	1	29,00 Kč	
STAD	10	3 585,50 Kč	36 Kč	6	215,13 Kč	
Spätná klapka	10	805,75 Kč	8 Kč	7	56,40 Kč	
<b>Potrubiie, medené (1%)</b>					<b>62</b>	<b>898,07 Kč</b>
Cu 28x1	30	437,00 Kč	4 Kč	1	4,37 Kč	
Cu 35x1,5	30	564,08 Kč	6 Kč	3	16,92 Kč	
Cu 45x1,5	30	692,88 Kč	7 Kč	9	62,36 Kč	
Cu64x2	30	1 114,06 Kč	11 Kč	9	100,27 Kč	
Cu64x2	30	1 785,38 Kč	18 Kč	40	714,15 Kč	
<b>Obehové čerpadla (2%)</b>					<b>9</b>	<b>9 210,00 Kč</b>
Čerpadlo - Stratos MAX0	20	50 000,00 Kč	1 000 Kč	6	6 000,00 Kč	
MAGNA 1	20	51 250,00 Kč	1 025 Kč	2	2 050,00 Kč	
MAGNA 3	20	58 000,00 Kč	1 160 Kč	1	1 160,00 Kč	
<b>Uzavieracie ventily (2%)</b>					<b>66</b>	<b>1 157,14 Kč</b>
KK DN32	30	615,00 Kč	12 Kč	10	123,00 Kč	
KK DN40	30	910,00 Kč	18 Kč	6	109,20 Kč	
KK DN50	30	1 400,00 Kč	28 Kč	9	252,00 Kč	
KK DN65	30	1 885,00 Kč	38 Kč	11	414,70 Kč	
KK s filtrom	30	1 500,00 Kč	30 Kč	6	180,00 Kč	
Vypúšťací kohút	30	163,00 Kč	3 Kč	24	78,24 Kč	
<b>Zásobníky teplej vody (1%)</b>					<b>3</b>	<b>3 606,00 Kč</b>
Akumulačná nádrž	20	37 200,00 Kč	372 Kč	1	372,00 Kč	
Zásobníkový ohrievač TV	20	161 700,00 Kč	1 617 Kč	2	3 234,00 Kč	
<b>Celkem</b>					<b>52 026,53 Kč</b>	

Príloha č. 19 - Tabuľka ekonomického vyhodnotenia

Rok	Výnosy	Prevádzkové výdaje	Reinvestície	Peňažný tok	Suma peňažného toku s diskontom	Zostatková hodnota zariadenia	Čistá súčasná hodnota
	V (tis. Kč.)	$N_p$ (tis. Kč.)	$IN_{r,t}$ (tis. Kč.)	$CF_t$ (tis. Kč.)	$\Sigma CF_t$ (tis. Kč.)	$N_{zu,Th}$ (tis. Kč.)	$NPV_t$ (tis. Kč.)
1	176,44	4,60	0	171,84	166,84	1380,30	-1559,02
2	176,44	4,60	0	171,84	328,81	1305,79	-1471,55
3	176,44	4,60	0	171,84	486,07	1231,28	-1388,80
4	176,44	4,60	0	171,84	638,75	1156,77	-1310,64
5	176,44	4,60	0	171,84	786,98	1082,26	-1236,91
6	176,44	4,60	0	171,84	930,90	1007,74	-1167,51
7	176,44	4,60	0	171,84	1070,62	933,23	-1102,30
8	176,44	4,60	0	171,84	1206,28	858,72	-1041,16
9	176,44	4,60	0	171,84	1337,98	784,21	-983,97
10	176,44	4,60	0	171,84	1465,85	709,70	-930,61
11	176,44	4,60	34,75	137,09	1564,88	654,43	-886,84
12	176,44	4,60	0	171,84	1685,41	579,92	-840,83
13	176,44	4,60	0	171,84	1802,42	505,41	-798,32
14	176,44	4,60	0	171,84	1916,03	430,90	-759,23
15	176,44	4,60	0	171,84	2026,33	356,38	-723,44
16	176,44	4,60	243,56	-71,72	1981,64	416,73	-707,79
17	176,44	4,60	0	171,84	2085,60	342,22	-678,33
18	176,44	4,60	0	171,84	2186,54	267,70	-651,91
19	176,44	4,60	0	171,84	2284,54	193,19	-628,42
20	176,44	4,60	0	171,84	2379,69	118,68	-607,78