



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 – VYHODNOCENÍ ZDROJE TEPLA

ENERGY ASSESSMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iuliia Farkhutdinova

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: Bc. Iuliia Farkhutdinova
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 – vyhodnocení zdroje tepla

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. Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. ohospodaření 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

Moje diplomová práce se zaměřuje na zpracování energetického posudku. Studovaným objektem je bytový dům situovaný v Praze. V teoretické části se zaměřuji na podrobnou analýzu konceptu centrálního zásobování teplem a jeho významu v dnešním energetickém prostředí. Důkladněji se zabývám klíčovými výhodami, které tento systém přináší, a jeho rolemi v současném energetickém kontextu. Výpočtová část obsahuje energetický posudek, který hodnotí budovu ve dvou variantách s odlišnými zdroji tepla: centrální zásobování teplem versus tepelné čerpadlo vzduch-voda, spolu s navrhovanými opatřeními. Obě varianty jsou hodnoceny z hlediska energetické účinnosti, ekonomiky a ekologie. V experimentální části se věnuji termografickým měřením zkoumaného bytového domu a následným vyhodnocením naměřených dat.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům, centrální zásobování teplem, energetický posudek, předávací stanice, tepelné čerpadlo vzduch-voda, termografické měření, zdroj tepla.

ABSTRACT

My thesis focuses on the preparation of an energy assessment. The studied object is a residential building located in Prague. In the theoretical part I focus on a detailed analysis of the concept of central heat supply and its importance in today's energy environment. I look in more detail at the key benefits of this system and its role in the current energy context. The computational part contains an energy assessment that evaluates the building in two variants with different heat sources: central heat supply versus air-to-water heat pump, together with the proposed measures. Both variants are evaluated in terms of energy efficiency, economics and ecology. In the experimental part, I deal with thermographic measurements of the investigated residential building and the subsequent evaluation of the measured data.

KEYWORDS

Residential building, central heating supply, energy assessment, energy transfer station, heat pump air-water, thermographic measurement, heat source.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FARKHUTDINOVA, Iuliia. Energetický posudek – vyhodnocení zdroje tepla. Brno, 2024. 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 - vyhodnocení zdroje tepla* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Iuliia Farkhutdinova
autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energetický posudek - vyhodnocení zdroje tepla* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Iuliia Farkhutdinova
autor

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, cenné rady a vstřícnost. Děkuji také své rodině a přátelům za trpělivost a podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

ÚVOD	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
1. Úvod	12
2. Historie a vývoj	12
3. Složení CZT	14
3.1. Teplárny a zdroje tepla.....	14
3.2. Technologie a zařízení.....	15
3.3. Distribuční systémy	16
3.4. Přenosové potrubí a rozvodné sítě	17
3.5. Regulační a monitorovací systémy CZT	18
4. Spotřebitele CZT	18
5. CZT a jeho podíl v domácnostech	19
6. Vliv CZT na životní prostředí a energetickou efektivitu	22
6.1. Hodnocení vlivu CZT	22
6.2. Energetická efektivita CZT	22
6.3. Minimalizace negativních dopadů CZT na životní prostředí	23
6.4. Úspory spojené s používáním CZT.....	24
7. Výhody a nevýhody CZT	24
7.1. Plusy CZT	25
7.2. Minusy CZT	25
8. Připojení a odpojení od CZT	25
8.1. Výhody připojení k CZT	26
8.2. Komplikace připojení k CZT	26
8.3. Výhody odpojení od CZT	26
8.4. Komplikace odpojení od CZT	26
9. Předávací stanice	27
9.1. Komponenty předávací stanice.....	28
9.2. Princip fungování	29
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	30
1. Energetický posudek.....	31
1.1. Účel zpracování dle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb.	32
1.2. Identifikační údaje o vlastníkově předmětu energetického posudku.....	33
1.3. Identifikační údaje o předmětu energetického posudku	33
1.4. Datum vypracování energetického posudku	33
1.5. Identifikační údaje energetického specialisty	33
1.6. Evidenční číslo energetického posudku	33
2. SOUHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU	34
2.1. Souhrnný popis navržených energeticky úsporných opatření předmětu energetického posudku.....	34
2.2. Identifikace programu podpory a výrok en. specialisty o naplnění kritérií programu podpory.....	34
2.3. Naplnění kritérií	34
2.4. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu	35

3.	PODROBNOSTI ENERGETICKÉHO POSUDKU	36
3.1.	Záměr energetického posudku s vymezením kritérií programu podpory	36
3.1.1.	Popis stávajícího stavu	37
3.2.	Historie spotřeby energie.....	40
3.3.	Analýza užití energie předmětu energetického posudku	41
	Základní údaje o vlastních zdrojích energie	43
3.3.1.	Základní údaje o rozvodech energie	43
3.3.2.	Tepelně technické vlastnosti budovy	43
3.3.3.	Systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001	46
3.3.4.	Budova zásobovaná energiemi	46
3.3.5.	Vyhodnocení účinnosti užití energie.....	47
3.4.	Popis a hodnocení navrhovaného stavu	51
3.4.1.	Doporučení energetického specialisty	51
3.4.2.	Popis posuzovaného návrhu	52
3.4.3.	Vyhodnocení navržených opatření projektu.....	54
3.4.4.	Nízkonákladová opatření	59
3.4.5.	Beznákladová opatření.....	59
3.5.	Kritéria programu podpory	59
3.6.	Ekonomické hodnocení.....	60
3.6.1.	Metodika	60
3.6.2.	Stanovení celkové investiční náročnosti a způsob krytí investic.....	61
3.6.3.	Proměnné náklady	63
3.6.4.	Stálé náklady	63
3.7.	Ekologické hodnocení	65
3.7.1.	Závěrečná doporučení.....	66
3.8.	Energetický specialista doporučuje realizovat v energetickém posudku navržený soubor opatření.	67
4.	SOUHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU	68
	C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	75
1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	77
1.1.	Řešený objekt.....	77
1.2.	Objednatel.....	77
1.3.	Zhotovitel	77
2.	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	77
3.	POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU	77
4.	POPIS MĚŘENÍ	78
5.	VYHODNOCENÍ	78
6.	ZÁVĚR	79
	ZÁVĚR	87
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	88
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLU	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM PŘÍLOH	93

ÚVOD

V diplomové práci se zaměřuji na energetický posudek a hodnocení zdroje tepla v bytovém domě v Praze. Práce je rozdělena do tří částí. Pro výpočet energetického posudku jsem využila studentskou verzi výpočetního softwaru Energetika a Tepelná technika, součást stavebního programu DEKSOFT.

V teoretické části diplomové práce se zaměřím na detailní analýzu konceptu centrálního zásobování teplem, jeho klíčové výhody a význam v moderním energetickém prostředí. Cílem této práce je nejen poskytnout přehled o fungování tohoto systému, ale také zhodnotit jeho vliv na energetickou efektivitu a udržitelnost ve srovnání s jinými metodami zásobování teplem, jako jsou například individuální zdroje vytápění.

V rámci výpočtové části pomocí energetického posudku posoudím vhodný zdroj tepla pro bytový dům při navržených úsporných opatřeních. Zaměřím se na dvě varianty zdroje tepla: centrální zásobování teplem a tepelné čerpadlo vzduch – voda. Při posouzení budu klást důraz na ekonomické a environmentální aspekty.

V experimentální části se zaměřuji na termografické měření bytového domu. Cílem mého výzkumu je důkladná analýza tepelných vlastností tohoto objektu využitím termografické techniky.



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

CENTRÁLNÍ ZASOBOVÁNÍ TEPEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iuliia Farkhutdinova

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D

BRNO 2024

1. ÚVOD

Centrální zásobování teplem představuje komplexní systém, jehož cílem je efektivně poskytovat teplo a teplou vodu pro domácnosti, průmyslové provozy a komerční budovy. Tento systém funguje na principu distribuce tepla z centrálního zdroje, často tepelné elektrárny nebo teplárny, do jednotlivých budov a domácností pomocí rozsáhlé sítě potrubí. Jeho hlavním cílem je poskytovat teplo a teplou vodu v potřebném množství a kvalitě.

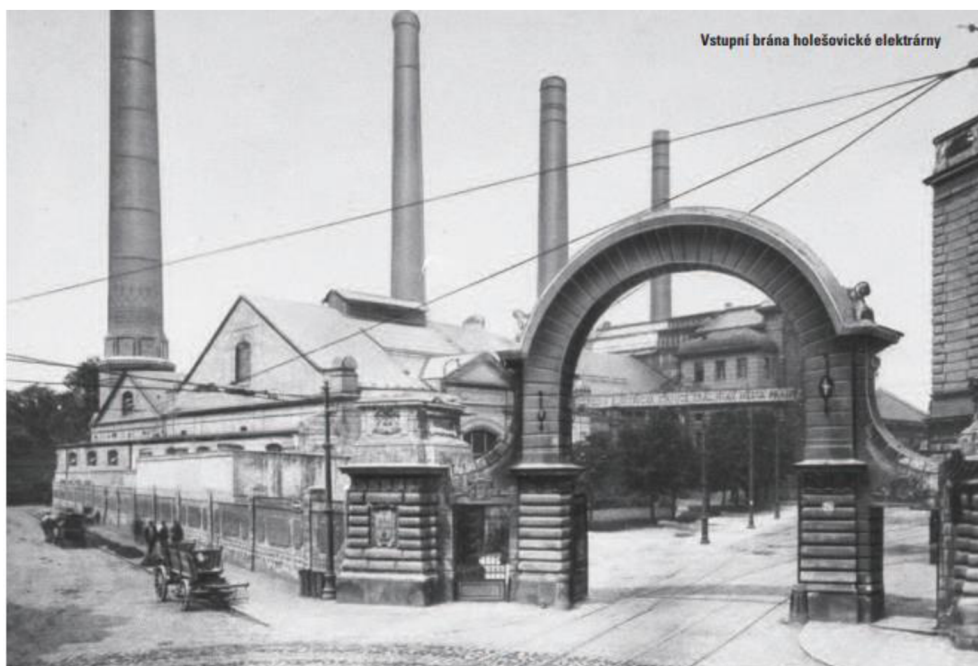
Centrální zásobování teplem se stalo důležitým prvkem v kontextu optimalizace energetické spotřeby a snižování emisí skleníkových plynů. Tento systém hraje významnou roli při snaze o efektivní využívání energie a při udržitelném plánování městských prostředí. Svou komplexností a možností efektivního využití různých zdrojů energie se stal zásadním prvkem v současných snahách o udržitelné a energeticky efektivní budoucnosti.

2. HISTORIE A VÝVOJ

Začátky centrálního zásobování teplem (CZT) sahají do 19. století. První tepelné elektrárny a teplárny se objevily v různých částech světa během průmyslové revoluce, kdy se začala zkoumat efektivnější a masovější distribuce tepla.

V Evropě se první teplárna používající páru k vytápění budov objevila v Paříži kolem roku 1820. Dalšími významnými místy, kde se v té době začaly využívat tepelné elektrárny, byly například Londýn a Manchester. Tyto elektrárny zabezpečovaly teplou vodu a vytápění pro továrny a městské obytné budovy.

V České republice se první teplárna objevila koncem 19. století.



Obrázek 1: Holešovická elektrárna 1929, [1]

Historicky se nejvíce využívalo lokální vytápění na tuhá paliva jako uhlí a dřevo. Postupem času se začaly budovat modernější teplárny využívající moderní technologie pro výrobu tepla. Postupně docházelo k přechodu od lokálních zdrojů vytápění k centralizovaným systémům CZT, které začaly pokrývat větší části měst.

V průběhu 20. století se CZT vyvíjelo s příchodem nových technologií a zlepšením infrastruktury. Technologické inovace umožnily efektivnější výrobu tepla a jeho distribuci do větších oblastí. S rozvojem plynárenství a využíváním plynu pro vytápění se zvyšovala efektivita CZT.



Obrázek 2: Pražská teplárenská 1992, [2]

Změny v průběhu času zahrnovaly také úsilí o ekologičtější způsoby výroby tepla a snahu o snižování emisí. V posledních desetiletích byly teplárny modernizovány na moderní, efektivní a šetrné k životnímu prostředí provozy, což je v souladu s trendem zelené energie a udržitelného rozvoje.

V historii centrálního zásobování teplem (CZT) se vyskytlo několik důležitých okamžiků a událostí, jež výrazně formovaly jeho vývoj a transformaci. Od jeho prvních kroků po moderní inovace prošel CZT značnými proměnami, zahrnujícími:

- Legislativní změny a regulace: Zavedení legislativy v oblasti energetiky a životního prostředí mělo výrazný vliv na CZT. Například implementace směrnice Evropské unie o energetické efektivitě budov, která vyžaduje optimalizaci energetické náročnosti staveb, motivovala k inovacím v CZT.
- Modernizace infrastruktury: V 20. a 21. století docházelo k modernizaci teplárenských zařízení. Zavedení moderních technologií, jako jsou výkonnější

tepelné čerpadla, kogenerační jednotky či optimalizované distribuční sítě, výrazně zlepšilo efektivitu systému CZT.

- Inovace v palivových zdrojích: Postupné přecházení od tradičních zdrojů, jako je uhlí, k modernějším a ekologičtějším palivům, například k zemnímu plynu, biomase nebo odpadnímu teplu, přispělo k ekologičtějším fungování CZT.
- Rozšíření a úspěšné implementace: V České republice byla provedena rozsáhlá modernizace teplárenských zařízení, což umožnilo pokrytí větších městských oblastí a zlepšení životních podmínek obyvatel. Úspěšné implementace CZT v menších i větších městech zvyšují jeho popularitu a ukazují jeho výhody.
- Zelená a udržitelná energie: Trend směřující k zelenější energii vedl k rozvoji CZT jakožto součásti ekologičtějšiho energetického mixu. Snaha o snižování emisí skleníkových plynů podnítila hledání inovativních a udržitelných řešení v CZT.

Tyto milníky představovaly zásadní mezníky, které formovaly současnou podobu a význam tohoto systému v kontextu energetické účinnosti, životního prostředí a udržitelného rozvoje.

3. SLOŽENÍ CZT

3.1. Teplárny a zdroje tepla

Teplárny jsou podstatnými prvky v rámci centrálního zásobování teplem (CZT) a poskytují teplo pro široké spektrum budov a domácností. Jejich rozmanité typy a zdroje paliv poskytují různé možnosti pro výrobu tepla.

Typy tepláren:

1. Tepelné elektrárny

- Využívají kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, což maximalizuje efektivitu využití paliva.



Obrázek 3: Tepelná elektrárna Dětmarovice, [3]

2. Spalování biomasy

- Tento ekologicky šetrný způsob využívání obnovitelných zdrojů energie zahrnuje spalování biomasy, což minimalizuje uhlíkovou stopu CZT.



Obrázek 4: Hodonínská elektrárna, [4]

3. Spalování plynu a uhlých paliv

- Tradiční metody výroby tepla využívající fosilní paliva jako jsou zemní plyn nebo uhlí.



Obrázek 5: Elektrárna Počeradý, [5]

3.2. Technologie a zařízení

1. Kotle.

Kotle jsou základním prvkem výroby tepla. Existuje několik typů kotlů:

- konvenční plynové kotle,
- kotle na tuhá paliva jako je uhlí nebo biomasa,
- moderní typu kotlů na bioplyn nebo plynové kondenzační kotle.

Tyto kotle pracují na různých principech spalování, z nichž některé se soustřeďují na efektivní využití paliva a minimalizaci emisí, což přispívá k udržitelnější výrobě tepla.

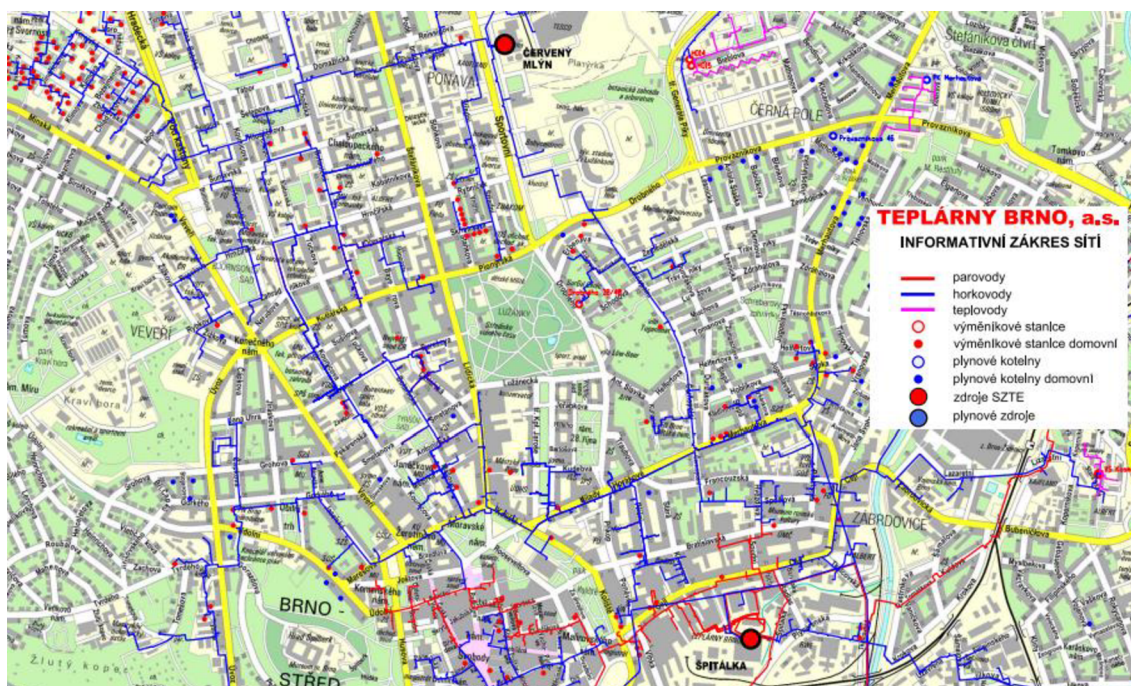
2. Turbíny.

Turbíny jsou zařízení, která přeměňují tepelnou energii na mechanickou energii, která se následně využívá k výrobě elektřiny. Mezi nejčastější typy patří:

- parní turbíny, které využívají páru vyrobeného z ohřevu vody,
- plynové turbíny, které fungují na principu spalování plyných paliv.

3.3. Distribuční systémy

Distribuční sítě v rámci centrálního zásobování teplem v České republice jsou klíčovým prvkem pro efektivní distribuci tepla a teplé vody do domácností. Tyto sítě potrubí pokrývají rozsáhlé území v městských oblastech a umožňují efektivní přenos tepelné energie od tepláren či zdrojů tepla do koncových uživatelů.



Obrázek 6: Část distribuční sítě v Brně, [6]

V České republice se využívají hlavně dva typy distribučních sítí v rámci centrálního zásobování teplem (CZT).

1. Sít s přímým odběrem:

- Tento typ sítě funguje na principu distribuce tepla z teplárny přímo k uživateli v rámci stejného nebo sousedního objektu.
- Teplárny vyrábějí teplo a následně je dodávají přímo do objektů prostřednictvím potrubí.

Tento systém může být vhodný pro menší oblasti nebo pro menší skupiny budov.

2. Sít s centrálním výměníkem:

- Tento typ sítě funguje na principu distribuce tepla z teplárny do centrálního výměníku, který se nachází v jednotlivých objektech.

- Teplotní energie je přenesena z teplárny do výměníku, který následně rozvádí teplo do jednotlivých bytů nebo prostor budovy.

Tento typ sítě se častěji používá v komerčních nebo větších bytových objektech.

Tyto distribuční sítě mohou mít různé konfigurace a uspořádání podle potřeb a rozsahu vytápění daného území nebo objektu. Každý systém má své výhody a nevýhody a je volen v závislosti na konkrétních potřebách, nákladech a prostředí, ve kterém se bude používat.

3.4. Přenosové potrubí a rozvodné sítě

Přenosové potrubí je základním pilířem při distribuci tepla od tepláren ke koncovým spotřebitelům. Rozsáhlé sítě přenosových potrubí a rozvodných soustav umožňují efektivní distribuci vytápěné vody, což je důležitý prvek systému centrálního zásobování teplem (CZT).

1. Hlavní Přenosové Potrubí:

- Toto potrubí slouží jako hlavní tepelný tah, který transportuje vytápěnou vodu od zdroje tepla, obvykle teplárny, k různým oblastem, městům a komunitám. Je to iniciální bod distribuce tepla do širšího regionu.

2. Rozvodné Sítě:

- Po příchodu tepla z hlavního potrubí do konkrétní oblasti, rozvodné sítě rozdělují a distribuují teplo do jednotlivých domácností, firem a institucí. Tyto sítě jsou navrženy tak, aby efektivně distribuovaly teplo s minimálními ztrátami a zajistily jeho dostatečné množství pro jednotlivé spotřebitele.

Materiály pro přenosové potrubí:

1. Kovová potrubí

- Tradičně se využívala potrubí z oceli či mědi pro přenos tepla.

2. Moderní materiály

- Nové technologie zahrnují plastová potrubí, která nabízejí vyšší odolnost proti korozím a snižují tepelné ztráty.

Přenosové potrubí a distribuční sítě mají zásadní význam pro fungování systému CZT. Jejich spolehlivost, kvalita a účinnost patří mezi zásadní faktory pro udržení stabilní dodávky tepla a teplé vody pro komunitu, domácnosti i průmyslové subjekty. Jsou konstruovány tak, aby minimalizovaly tepelné ztráty a zajišťovaly ekonomické a spolehlivé vytápění pro každého uživatele.

Při výběru materiálů pro tyto sítě se klade důraz na jejich odolnost, dlouhodobou životnost a minimalizaci tepelných ztrát. Toto kritérium je podstatné pro efektivní distribuci tepla do jednotlivých domácností a budov, čímž se zajišťuje optimální vytápění.

3.5. Regulační a monitorovací systémy CZT

Regulační a monitorovací systémy v rámci centrálního zásobování teplem jsou zásadními prvky pro udržení optimálních podmínek, efektivity a řízení tepelných procesů v různých typech budov.

1. Regulační systémy:

- Tyto systémy mají za úkol udržovat a řídit tepelné podmínky v budovách podle specifických požadavků. Regulační prvky mohou zahrnovat termostaty, regulátory tlaku, ventily, čerpadla a další zařízení, která ovlivňují distribuci tepla a teplé vody. Jejich správná funkce je klíčová pro zachování pohodlí uživatelů a efektivity systému CZT.

2. Monitorování a řízení tepelných procesů:

- Tato část se zaměřuje na sledování spotřeby tepla, teploty a dalších parametrů spojených s distribucí tepla v budovách. Moderní technologie umožňují automatizované systémy monitorování a řízení, které umožňují detailní sledování a optimalizaci spotřeby tepla. To pomáhá minimalizovat ztráty energie a zajišťuje efektivní využití tepla ve všech fázích distribuce.

Regulační a monitorovací systémy hrají významnou roli v efektivním a účinném provozu Centrálního Zásobování Teplem (CZT). Jejich správná instalace, pravidelná údržba a monitorování mají zásadní vliv na snížení energetických ztrát a optimalizaci distribuce tepla a teplé vody v rámci systému.

4. SPOTŘEBITELE CZT

Spotřebitelé centrálního zásobování teplem jsou rozmanití a zahrnují různé typy objektů a budov, které vyžadují teplo pro různé účely:

1. Obytné budovy.

- Tento typ spotřebitelů je jedním z největších ve struktuře CZT. Zahrnuje obytné domy, rodinné domy a byty, které jsou napojeny na centrální síť pro zásobování teplem a teplou vodou. Jedná se o obytné prostory, kde teplotní stabilita a pohodlí hrají důležitou roli pro obyvatele.

2. Průmyslové objekty.

- V průmyslových oblastech je CZT podstatným faktorem pro zajištění tepla pro výrobní procesy a tepelných potřeb strojů. Tato zařízení zahrnují různé výrobní závody, průmyslové parky nebo zpracovatelské závody, kde je potřeba velké množství tepla pro různé výrobní činnosti.

3. Komerční budovy.

- Sem patří kancelářské budovy, obchodní centra, hotely a veřejné instituce. Tyto budovy využívají CZT k zajištění komfortních podmínek pro své návštěvníky, zaměstnance a provozní činnosti.

4. Ostatní veřejné budovy.

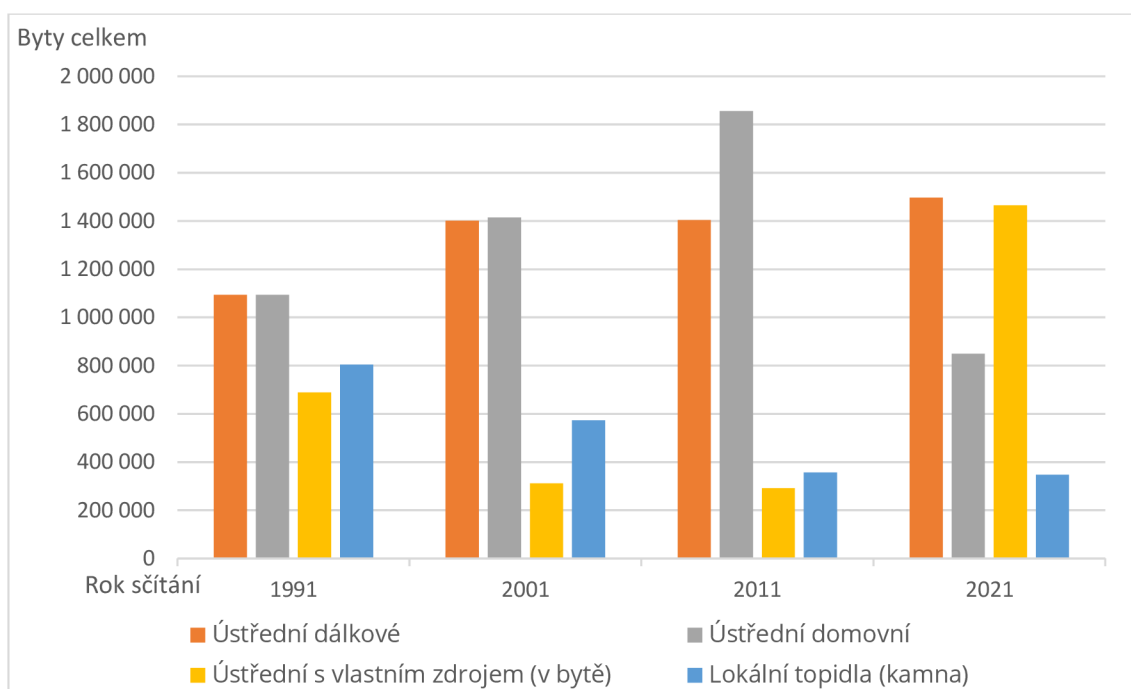
- Zahrnuje školy, nemocnice, sportovní areály a jiné veřejné instituce, kde je potřeba udržovat stálou a pohodlnou teplotu pro uživatele těchto budov.

5. CZT A JEHO PODÍL V DOMÁCNOSTECH

Analyzovala jsem statistická data z Českého statistického úřadu za časové období let 1991 až 2021, abych vytvořila graf zobrazující změny ve způsobu vytápění. Data byla shromažďována s desetiletým intervalem. V roce 1991 dominovalo jako nejrozšířenější způsob vytápění ústřední dálkové a ústřední domovní vytápění, následované použitím lokálních topidel. Nejméně bytů bylo tehdy vytápěno pomocí ústředního vlastního zdroje v bytě.

Za uplynulých 30 let došlo k výrazným proměnám. Počet bytů využívajících ústřední dálkové vytápění vzrostl téměř o 400 tisíc, zatímco počet bytů s ústředním vytápěním s vlastním zdrojem v bytě se téměř zdvojnásobil – přibylo téměř 800 tisíc nových domácností. Současně klesl počet bytů využívajících lokální topidla o téměř 500 tisíc.

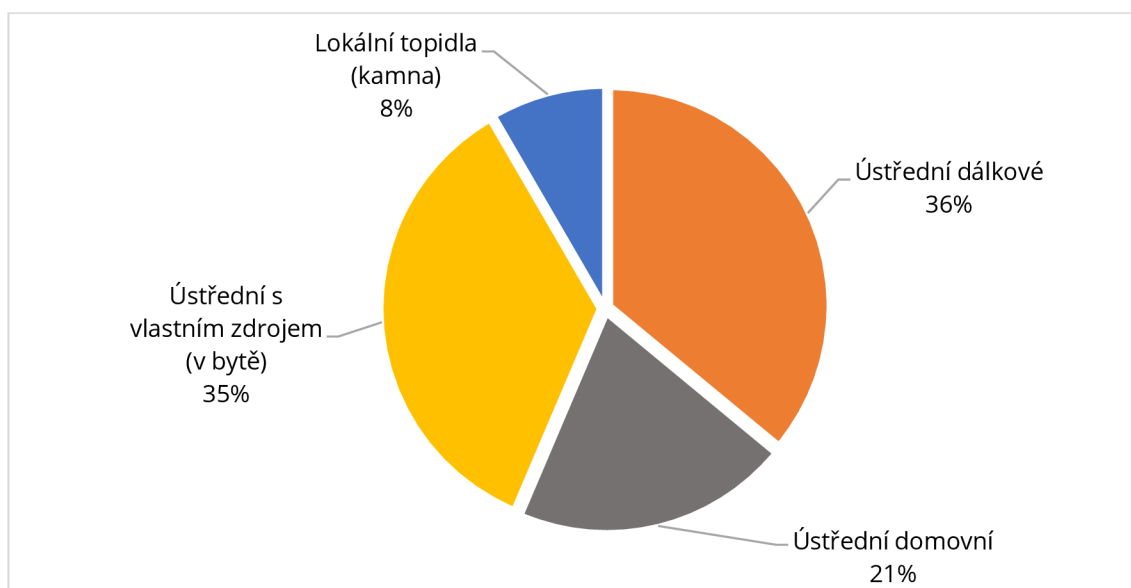
Z těchto čísel lze vyvodit výrazný posun preferencí v způsobu vytápění. Zvýšený zájem je patrný o ústřední dálkové vytápění a ústřední s vlastním zdrojem v bytě, naopak lokální topidla postupně ztrácejí svou oblibu jako zdroj vytápění v bytech.



Obrázek 7: Způsob vytápění za období 1991–2021

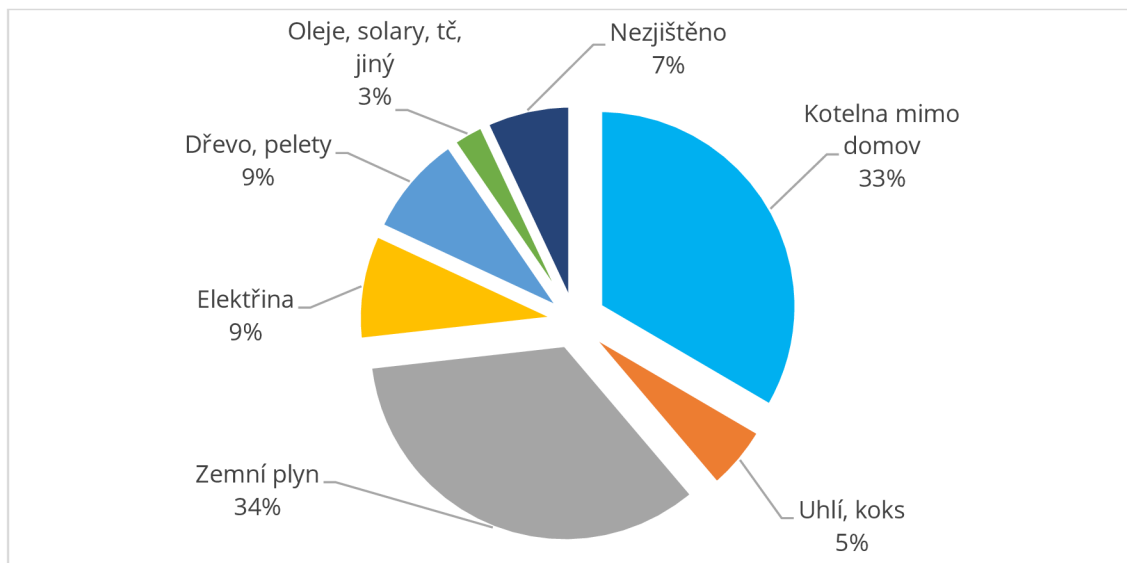
V současné době má centrální zásobování teplem (CZT) v České republice významný podíl na vytápění domácností, zejména v urbanizovaných oblastech, kde je infrastruktura pro CZT dobře vybudovaná. Tento systém zahrnuje teplárny a zařízení pro výrobu tepla z různých zdrojů, mezi něž patří spalování biomasy, plynu nebo odpadů.

Statistické údaje Českého statistického úřadu za rok 2021 ukazují, že téměř jedna třetina (35,2 %) obydlených bytů v České republice byla vybavena ústředním dálkovým vytápěním. Další třetinu obydlených bytů (34,4 %) tvořilo ústřední vytápění s vlastním zdrojem tepla v daném bytě. Ústřední domovní vytápění bylo zastoupeno ve zhruba pětině obydlených bytů (19,9 %), zatímco lokální topidla a kamna sloužila jako hlavní zdroj vytápění pro 8,2 % obydlených bytů.



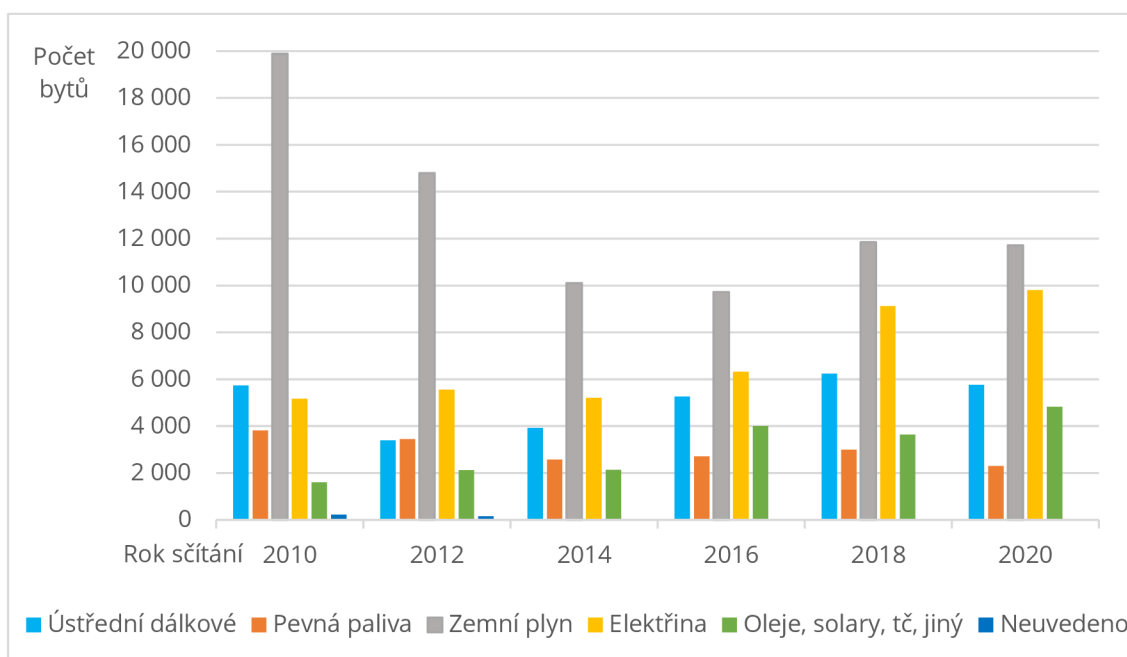
Obrázek 8: Způsob vytápění 2021

Podle dat Českého statistického úřadu za rok 2021 byl nejčastějším zdrojem tepelné energie v obydlených bytech plyn, který pokrýval 34 % vytápění bytů. Následovaly kotelny mimo domov, které zajišťovaly 33 % vytápění bytů. Elektřina se stala hlavním zdrojem pro vytápění necelé desetině bytů, stejně jako dřevo a dřevěné pelety.



Obrázek 9: Zdroje tepelné energie v domácnostech 2021

Na základě omezených dat Ministerstva průmyslu a obchodu z období 2010–2020 lze pozorovat změny v hlavních zdrojích vytápění v bytech. Zemní plyn byl významným zdrojem vytápění jak v roce 2010, tak i v roce 2020. Ústřední dálkové vytápění obsadilo druhé místo pouze v roce 2010, když se umístilo nad elektřinu. Postupně však elektřina získala na populárnosti od roku 2012 až do roku 2020. Na čtvrtém místě se umístila pevná paliva, která v roce 2020 byla překonána tepelnými čerpadly.



Obrázek 10: Hlavní zdroje vytápění za období 2010–2020

6. VLIV CZT NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ENERGETICKOU EFEKTIVITU

Centrální zásobování teplem má v České republice významný vliv na životní prostředí a energetickou efektivitu.

6.1. Hodnocení vlivu CZT

Při hodnocení vlivu centrálního zásobování teplem se obvykle zkoumají a zohledňují různé perspektivy a faktory. To zahrnuje analýzu environmentálního dopadu, ekonomický vliv a také sociální dopady. Všechny tyto perspektivy jsou důležité pro celkové zhodnocení účinků CZT na společnost a životní prostředí.

1. Ekologická perspektiva
 - Zkoumání vlivu na emise skleníkových plynů a dalších znečišťujících látek, které mohou poškozovat ovzduší a životní prostředí.
2. Energetická perspektiva
 - Posuzování efektivnosti využití energie v rámci distribuce tepla. Tento pohled zahrnuje zhodnocení, jak efektivně je teplo produkováno a využíváno v systému CZT.
3. Inovační perspektiva
 - Hodnocení možných inovací a technologií, které by mohly minimalizovat negativní dopady CZT na životní prostředí a zlepšit její energetickou účinnost v budoucnosti.
4. Sociální perspektiva
 - Zohlednění dopadu CZT na obyvatele, zda efektivně pokrývá jejich potřeby po teple a teplé vodě, a jak přispívá k jejich pohodlí a kvalitě života.

6.2. Energetická efektivita CZT

Dále je důležité zkoumat energetickou efektivitu samotného systému. Teplo distribuované v rámci CZT může být efektivněji produkováno a využíváno ve srovnání s individuálními zdroji vytápění. S ohledem na efektivní využívání energie je důležité zhodnotit, zda jsou CZT investice energeticky účinné.

Existuje několik způsobů, jak hodnotit energetickou efektivitu CZT:

1. Poměr produkce k využití
 - Porovnání množství vyrobeného tepla v teplárně s množstvím skutečně využitého tepla v domácnostech a průmyslu. Měří se tak efektivita využití tepelné energie.

2. Ztráty během přenosu
 - Hodnocení tepelných ztrát, které nastávají během distribuce tepla od teplárny k jednotlivým domácnostem. Nižší ztráty znamenají efektivnější distribuci tepla.
3. Ekonomická efektivita
 - Posouzení nákladů na vytápění pomocí CZT ve srovnání s individuálními zdroji vytápění. Porovnání investic do infrastruktury CZT s úsporami, které poskytuje ve srovnání s jinými metodami vytápění.
4. Využití obnovitelných zdrojů
 - Hodnocení, jak moc systém využívá obnovitelné zdroje energie, jako je biomasa nebo geotermální energie. Zohledňuje se podíl obnovitelných zdrojů v celkové energetické bilanci systému CZT.

6.3. Minimalizace negativních dopadů CZT na životní prostředí

Hodnocení vlivu CZT zahrnuje také zhodnocení budoucích inovací a technologií, které by mohly minimalizovat negativní dopady CZT na životní prostředí a zlepšit její energetickou účinnost.

Existuje několik způsobů, jak minimalizovat negativní dopady CZT na životní prostředí a zlepšit její energetickou účinnost:

1. Používání obnovitelných zdrojů energie
 - Integrace solární energie, větrné energie nebo biomasy do procesu výroby tepla může snížit závislost na fosilních palivech a emise skleníkových plynů.
2. Modernizace zařízení
 - Aktualizace a modernizace zařízení v teplárnách může zvýšit jejich energetickou účinnost a snížit emise škodlivých látek.
3. Izolace a zlepšení tepelné účinnosti
 - Investice do izolace budov a zdokonalení tepelné účinnosti může výrazně snížit celkovou spotřebu energie.
4. Inovace distribučních sítí
 - Vylepšení distribučních sítí pro minimalizaci tepelných ztrát během distribuce tepla k jednotlivým domácnostem.

5. Regulace a monitorování
 - Lepší systémy řízení a monitorování tepelných procesů mohou pomoci optimalizovat výrobu a distribuci tepla.
6. Výzkum nových technologií
 - Investice do výzkumu a vývoje nových technologií s cílem snížit negativní dopady CZT a zvýšit její energetickou účinnost.

6.4. Úspory spojené s používáním CZT

1. Energetické úspory
 - CZT umožňuje efektivní využívání tepelné energie, čímž snižuje ztráty, které by vznikly při individuálním vytápění jednotlivých domácností. Tím se celkově snižuje spotřeba energie.
2. Finanční úspory
 - Díky větší efektivitě a sdílení zdrojů se náklady na vytápění domácností mohou snížit. Spotřebitelé nemusí investovat do vlastních topných zařízení nebo jejich údržby.
3. Snížení emisí
 - Efektivní využívání energie ve větších centrálních zdrojích snižuje emise skleníkových plynů a dalších škodlivých látek ve srovnání s decentralizovaným vytápěním.
4. Nižší náklady na údržbu
 - Zajištěním vyšší kvality a údržby centrálního systému tepla a distribučních sítí může dojít k menším nákladům na opravy a údržbu.
5. Efektivnější investice
 - Investice do modernizace a vylepšení systémů CZT mohou vést ke zvýšení jejich životnosti a účinnosti, což přináší dlouhodobé úspory.
6. Ekonomické výhody pro města
 - Centrální zásobování teplem může zlepšit efektivitu městské infrastruktury a posílit ekonomiku měst, což může vést ke zvýšení konkurenceschopnosti regionu.

7. VÝHODY A NEVÝHODY CZT

Centrální zásobování teplem má řadu výhod, ale i některé nevýhody. Tyto faktory jsou důležité při vyhodnocování, zda CZT odpovídá potřebám dané komunity a zda převažují jeho výhody nad nevýhodami v posuzovaných případech.

7.1. Plusy CZT

1. Efektivita
 - Využívá ekonomické a ekologické výhody sdílené infrastruktury pro vytápění více budov.
2. Úspory
 - Zajišťuje úspory v porovnání s individuálními topnými systémy díky hromadné výrobě tepla.
3. Snížení emisí
 - Může snižovat celkové emise skleníkových plynů, pokud je zdroj tepla ekologicky šetrný.
4. Spolehlivost
 - Poskytuje stabilní dodávky tepla bez potřeby individuální údržby nebo zásobování palivem.

7.2. Minusy CZT

1. Ztráty tepla
 - Při distribuci tepla může docházet k ztrátám tepelné energie, což snižuje efektivitu systému.
2. Závislost
 - Nedostatečná konkurence může omezovat volbu spotřebitelů a zvýšit závislost na jediném dodavateli.
3. Investice
 - Vyžaduje rozsáhlé investice do infrastruktury, což může být finančně náročné pro zřizovatele.
4. Náročnost údržby
 - Potřebuje pravidelnou údržbu a modernizaci distribučních sítí, což může být logisticky obtížné a nákladné.

8. PŘIPOJENÍ A ODPOJENÍ OD CZT

Určení, zda se připojit či odpojit od centrálního zásobování teplem v České republice, může nést různé výhody i komplikace. Je třeba toto rozhodnutí promyslet s ohledem na individuální potřeby, finanční náklady a pohodlí samotného spotřebitele.

8.1. Výhody připojení k CZT

1. Jednoduchost
 - Připojení k CZT může být jednodušší než instalace individuálního vytápění.
2. Spolehlivost
 - Centrální systém poskytuje stabilní zdroj tepla bez nutnosti osobního dohledu nebo údržby.
3. Úspory
 - Obvykle přináší úspory nákladů na vytápění ve srovnání s individuálními topnými systémy.

8.2. Komplikace připojení k CZT

1. Náklady
 - Mohou vzniknout připojovací poplatky a investice do případných úprav v domě nebo bytě.
2. Omezení volby
 - Může omezovat volbu dodavatele tepla, což může být nevýhodné pro spotřebitele.
3. Závislost
 - Uživatelé mohou být závislí na jediném dodavateli, což může snižovat konkurenci a flexibilitu.

8.3. Výhody odpojení od CZT

1. Flexibilita
 - Uživatelé mají větší kontrolu nad svým vytápěním a mohou volit alternativní zdroje.
2. Nízké náklady
 - Může eliminovat nebo snížit náklady na připojení a poplatky spojené s centrálním vytápěním.

8.4. Komplikace odpojení od CZT

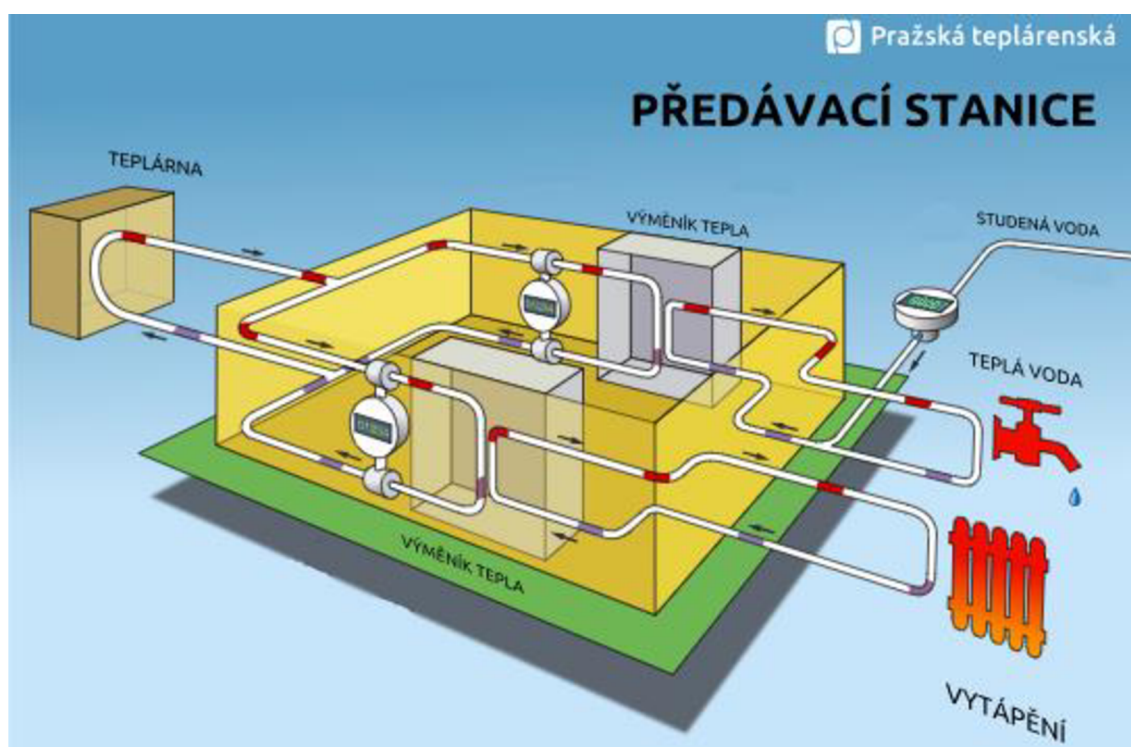
1. Technické náročnosti
 - Odpojení může vyžadovat fyzické úpravy nebo změny v topném systému v domě.

2. Dodržování předpisů

- Při odpojení od CZT je nutné dodržovat místní předpisy a zákony, což může být náročné.

9. PŘEDÁVACÍ STANICE

Předávací stanice v rámci systému centrálního zásobování teplem je podstatným prvkem, který umožňuje distribuci tepla od zdroje – tepelné elektrárny nebo teplárny – k jednotlivým spotřebitelům, tedy domácnostem, průmyslovým objektům nebo komerčním budovám.



Obrázek 11: Schéma předávací stanice, [7]

Zahrnuje několik důležitých prvků:

1. Přijímání a regulace tepla

- Předávací stanice přijímá tepelnou energii z tepelného zdroje a reguluje její distribuci podle potřeb jednotlivých uživatelů. Tím umožňuje flexibilní přizpůsobení dodávek tepla podle aktuální poptávky.

2. Úprava teploty a tlaku

- Provádí úpravy teploty a tlaku teplonosné látky tak, aby byla odpovídající pro různé spotřebitele, a to s ohledem na jejich individuální požadavky.

3. Rozvod a distribuce
 - Předávací stanice distribuuje teplo do místních rozvodných sítí, které dále přenášejí tepelnou energii k jednotlivým domům, budovám a zařízením.
4. Měření a regulace spotřeby
 - Zajišťuje měření spotřeby tepla pro jednotlivé spotřebitele a řídí distribuci tepla tak, aby byla efektivní a odpovídala skutečným potřebám.
5. Bezpečnost a údržba
 - Zahrnuje bezpečnostní prvky a systémy pro zajištění bezpečného provozu a pravidelnou údržbu zařízení.

9.1. Komponenty předávací stanice

Předávací stanice obsahuje několik klíčových technologií, zařízení a komponentů. Tyto technologie a zařízení společně tvoří jádro předávací stanice. Jejich správné fungování a koordinace jsou klíčové pro efektivní distribuci tepla a teplé vody podle potřeb jednotlivých spotřebitelů.

1. Výměník tepla
 - Je jedním z nejdůležitějších prvků v předávací stanici. Zde probíhá výměna tepla mezi teplonosnou látkou přicházející z tepelného zdroje a teplem určeným k distribuci. To umožňuje regulaci teploty pro různé spotřebitele.
 - Existuje několik druhů výměníků tepla. Trubkové výměníky patří mezi ty nejběžnější. Deskové výměníky se vyznačují vysokou účinností a malými rozměry. Spirálové výměníky jsou vhodné pro aplikace s menším objemem tekutin nebo pro intenzivní výměnu tepla. Plášťové výměníky zase nacházejí uplatnění v aplikacích s vyššími tlaky nebo teplotami.
2. Regulační a měřicí zařízení
 - Tyto prvky slouží k měření množství a tlaku teplonosné látky, kontrolují a regulují tok tepla do jednotlivých distribučních sítí.
3. Čerpadla
 - Zajišťují pohyb teplonosné látky v rozvodech. Často se jedná o čerpadla s proměnlivou rychlostí, která umožňují přizpůsobit dodávky tepla aktuálním potřebám.

4. Měřidla tepla
 - Slouží k měření spotřeby tepla u jednotlivých spotřebitelů. To umožňuje fakturaci za skutečně odebrané množství tepla.
5. Ventily a regulátory tlaku
 - Tyto prvky jsou důležité pro regulaci toku teplonosné látky a udržení konstantního tlaku v distribuční síti.
6. Izolace a bezpečnostní prvky
 - Zahrnují izolaci potrubí a bezpečnostní prvky pro minimalizaci rizika havárií a zajištění bezpečného provozu. Jejich správná údržba a provoz jsou zásadní pro efektivní fungování systému CZT a zajištění stabilního dodávání tepla pro uživatele.

9.2. Princip fungování

Předávací stanice přijímá teplou vodu nebo páru s vysokou teplotou z centrálního zdroje, například z teplárny či jiného tepelného zdroje, který produkuje teplo pro distribuci do síťové infrastruktury.

Po příchodu do stanice je teplá voda nebo pára regulována pomocí ventilků a regulačních zařízení, aby dosáhla požadovaných parametrů teploty a tlaku pro distribuci do sítě.

V předávací stanici dochází k výměně tepla mezi vodou z centrálního zdroje a vodou, která bude distribuována do koncových domácností, firem nebo průmyslových objektů. Voda z centrálního zdroje předává svou tepelnou energii výměníkům tepla.

Procesy v předávací stanici jsou monitorovány prostřednictvím senzorů, teploměrů a měřičů. Regulační systémy sledují teplotu, tlak a průtok vody a tepla v distribuční síti a řídí ventily a další zařízení pro udržení optimálních podmínek distribuce.

Jsou zde umístěny měřiče tepla, které sledují spotřebu tepelné energie koncovými uživateli. To umožňuje fakturaci a správné rozdělení nákladů na vytápění podle reálně spotřebovaného množství tepla.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST ENERGETICKÝ POSUDEK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iuliia Farkhutdinova

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D

BRNO 2024

Energetický posudek

„Bytový dům Šárecká“



Evidenční číslo	1/2023
Datum vypracování:	12.2023
Zpracoval:	Bc. Julie Farkhutdinova
ENEX:	0001.0

1.1. Účel zpracování dle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb.

Podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v platném znění, se energetický posudek zpracovává za účelem posouzení proveditelnosti projektů, které se týkají snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti užití energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění, nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů, nebo kombinované výroby elektřiny a tepla. Tyto projekty jsou financovány z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů, pokud poskytovatel podpory nestanoví s přihlédnutím k nárokům jednotlivého programu podpory jinak.

Pomocí energetického posudku posoudím vhodný zdroj tepla pro bytový dům při navržených úsporných opatřeních. Budou zkoumány dvě varianty zdroje tepla. Ve současném stavu je dům napojen na centrální zásobování teplem. V první navrhované variantě se počítá s komplexním zateplením obvodových konstrukcí a výměnou oken, přičemž stávající zdroj tepla zůstává beze změn. V druhé navrhované variantě se rovněž počítá se stejným zateplením a výměnou otvorů, avšak k tomu je plánována instalace tepelného čerpadla vzduch-voda namísto výměňkové stanici.

Důležitým aspektem při posuzování nového zdroje tepla je zohlednění nákladů spojených s jeho provozem, pořizovací cenou a cenou navržených opatření ve srovnání se stávajícím zdrojem spolu s navrženými opatřeními. Dále se posuzuje míra emisí vyprodukovaných daným zdrojem tepla. Tyto kritéria slouží k vyhodnocení vhodnosti a efektivnosti nového zdroje tepla pro daný bytový dům.

Energetický posudek (dále EP) je zpracován dle vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie, v návaznosti na platné legislativní a technické normy.

1.2. Identifikační údaje o vlastníkovi předmětu energetického posudku

Název firmy (jméno fyzické osoby): SVJ Šárecká 1962 a 1963
Adresa: Šárecká 1963/3
IČO: 28187164
Odpovědný zástupce: Martina Rambousková
E-mail : martina.rambouskova@seznam.cz

1.3. Identifikační údaje o předmětu energetického posudku

Název předmětu EP: Stavební úpravy bytového domu Šárecká
Adresa: Šárecká 1963/3
Místo stavby: Praha [554782]
Katastrální území: Dejvice [729272]
Typ objektu: Bytový dům
Číslo pozemku: Parc. č. 3136/2, 3136/3
Kraj: Středočeský

1.4. Datum vypracování energetického posudku

Datum vypracování EP: prosinec 2023

1.5. Identifikační údaje energetického specialisty

Jméno energetického specialisty: Bc. Julie Farkhutdinova
Právní forma: fyzická osoba
Adresa: Brno
Telefon: 000 000 000
E-mail : x@vutbr.cz

1.6. Evidenční číslo energetického posudku

ENEX: 0001.0

2. SOUHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU

Souhrn energetického posudku dle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, zpracovaný podle vyhlášky č. 141/2021 Sb. o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie, ve znění č. 15/2022 Sb. Přílohy č. 1 „Požadavky na souhrn energetického posudku“.

2.1. Souhrnný popis navržených energeticky úsporných opatření předmětu energetického posudku.

Opatření č. 1 – Výměna výplní otvorů

Opatření č. 2 – Zateplení obvodových stěn

Opatření č. 3 – Zateplení střechy

Opatření č. 4 – Zateplení podlahy k suterénu

Opatření č. 5 – Instalace tepelného čerpadla

Návrhová varianta č.1: opatření č. 1 až č. 4

Návrhová varianta č.2: opatření č. 1 až č. 5

2.2. Identifikace programu podpory a výrok en. specialisty o naplnění kritérií programu podpory.

Operační program Životní prostředí 2021–2027.

Navrhovaný projekt je v souladu s relevantními specifickými podmínkami programu podpory Životní prostředí 2021–2027.

2.3. Naplnění kritérií

Tabulka 1: Naplnění kritérií návrhová varianta č.1

Naplnění kritérií					
	Kritérium	Jednotka	Požadavek	Dosažená hodnota	Plnění požadavku
1.	Snížení konečné spotřeby energie	MWh	> 0	203,0	ANO/NE
2.	Snížení neobnovitelné primární energie	MWh	≥ 30 %	63,4	ANO/NE nerelevantní
3.	Snížení neobnovitelné primární energie nebo snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů	MWh CO ₂	≥ 30 %	63,4 65,2	ANO/NE nerelevantní
4.	IRR	-	< 20 %	9	ANO/NE
5.	Relevantní specifické podmínky výzvy	-	-	-	ANO/NE

Tabulka 2: Naplnění kritérií návrhová varianta č.2

Naplnění kritérií					
Kritérium		Jednotka	Požadavek	Dosažená hodnota	Plnění požadavku
1.	Snížení konečné spotřeby energie	MWh	> 0	203,8	ANO/NE
2.	Snížení neobnovit. primární energie	MWh	≥ 30 %	66	ANO/NE nerelevantní
3.	Snížení neobnovit. primární energie nebo snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů	MWh CO ₂	≥ 30 %	66 71,7	ANO/NE nerelevantní
4.	IRR	-	< 20 %	5	ANO/NE
5.	Relevantní specifické podmínky výzvy	-	-	-	ANO/NE

2.4. Analýza užití energie – bilance přínosů projektu

Tabulka 3: Bilance přínosů projektu návrhová varianta č.1

Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie					
	Výchozí stav		Navrhovaný stav č.1 (zateplení)		Rozdílová bilance (výchozí stav mínus navrhovaný stav)	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem	307,9	930,8	105,0	312,3	203,0	618,5
Analýza podle energonositelů						
Elektřina	5,5	23,7	5,7	24,3	-0,1	-0,6
Zemní plyn	23,4	42,1	15,3	27,5	8,1	14,6
Energie okolního prostředí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Účinná SZTE – OZE≤80 %	279,0	864,9	84,0	260,4	195,0	604,5

Tabulka 4: Bilance přínosu projektu návrhová varianta č.2

Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie					
	Výchozí stav		Navrhovaný stav č.2 (zateplení + tepelné čerpadlo)		Rozdílová bilance (výchozí stav mínus navrhovaný stav)	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem	307,9	930,8	104,1	443,3	203,8	487,5
Analýza podle energonositelů						
Elektřina	5,5	23,7	31,9	137,5	-26,4	-113,7
Zemní plyn	23,4	42,1	15,3	27,5	8,1	14,6
Energie okolního prostředí	0,0	0,0	56,9	278,3	-56,9	-278,3
Účinná SZTE – OZE≤80 %	279,0	864,9	0,0	0,0	279,0	864,9

3. PODROBNOSTI ENERGETICKÉHO POSUDKU

Podrobnosti energetického posudku dle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, zpracovaný podle vyhlášky č. 141/2021 Sb. O energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie, ve znění č. 15/2022 Sb. Přílohy č. 3 „Postup při zpracování energet. posudku podle § 9a odst. 1 písm. d)“.

3.1. Záměr energetického posudku s vymezením kritérií programu podpory

a) Název programu podpory

Operační program Životní prostředí 2021–2027 (OPŽP). Úspory energie.

b) Konkretizace prioritní osy a věcné zaměření výzvy

Prioritní osa: Zvýšení energetické účinnosti a podpora energetických úspor

Specifický cíl: Zlepšení obálky budovy; obnovitelné zdroje energie

Věcné zaměření výzvy (podporované aktivity):

a) Snížení energetické náročnosti:

- zateplení obvodového pláště, výměna otvorových výplní;

b) Výstavba a rekonstrukce obnovitelných zdrojů energie:

- výměna zdroje pro vytápění, chlazení nebo přípravu teplé vody za tepelné čerpadlo;

c) Vymezení kritérií programu podpory ve vztahu k předmětu energetického posudku

Tabulka 5: Vymezení kritérií programu podpory

VYMEZENÍ KRITÉRIÍ PROGRAMU PODPORY			
	Kritérium	Jednotka	Požadavek
1.	Projekt prokázal úsporu energie v konečné spotřebě energie podle tabulky č. 2 Analýza užití energie – bilance přínosu projektů uvedené v Příloze č. 3 k vyhlášce č. 141/2021 Sb., o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie ⁶ , v platném znění.	MWh	> 0
2.	Byla splněna podmínka minimální úspory primární energie z neobnovitelných zdrojů ve výši 30 % v případě opatření renovace stávajících budov	MWh	úspora ≥ 30 %
3.	Byla splněna podmínka minimální úspory primární energie z neobnovitelných zdrojů minimálně ve výši 30 % nebo v průměru alespoň 30 % snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů v porovnání s předchozími emisemi	MWh CO2	úspora ≥ 30 %

	v případě opatření mimo renovace stávající budovy.		
4.	Projekt dosáhl hodnoty IRR před zdaněním nižší než 20 % (bez dotace) podle vyhlášky č. 141/2021 Sb. O energetickém posudku.	-	< 20 %
5.	Projekt plní všechny relevantní specifické podmínky Výzvy, ke kterým se vyjádřil energetický specialista.	-	Ano
6.	Projekt plní všechny specifické podmínky Výzvy, ke kterým se vyjádřil žadatel.	-	Ano
7.	Hospodářské činnosti vztahující se k předmětným opatřením v rámci projektu významně nepoškozují environmentální cíle.	-	Ano
8.	Projekt je v souladu se směrem vývoje cílů v oblasti snížení emisí skleníkových plynů.	-	Ano
Všechna vylučovací kritéria obdržela hodnocení			ANO

3.1.1. Popis stávajícího stavu

3.1.1.1. Předmět energetického posudku

Písemná zpráva energetického posudku "Bytový dům Šárecká." Předmětem energetického posudku je stavební objekt „Bytový dům Šárecká, který se nachází na parcelním čísle 3136/2 a p.č. 3136/3 v katastrálním území Dejvice“.

3.1.1.1.1. Charakteristika hlavních činností

Předmětem energetického posudku je posouzení návrhu řešení energeticky úsporných opatření a posouzení přínosu dotačního titulu OP Životní prostředí 2021–2027 v rámci zvýšení tepelné ochrany obálky budovy a případné výměny zdroje vytápění a ohřevu teplé vody, případně dalších navržených energeticky úsporných opatření.

Účelem energetického posudku je zhodnocení návrhu opatření na úsporu energie, posouzení vhodného zdroje tepla pro bytový dům a posouzení přínosu finančního podpůrného programu OP Životní prostředí 2021–2027 pro zlepšení tepelné ochrany obálky budovy, výměny zdroje pro vytápění a ohřevu teplé vody, případně dalších navrhovaných opatření na úsporu energie

Jedná se o budovu v obci Praha, která byla postavena v období mezi lety 1950 a 1960. Rekonstrukce proběhly v letech 1999-2002 a 2004-2005 (došlo k půdní vestavbě). Bytový dům disponuje čtyřmi nadzemními podlažními, obytným podkrovím a jedním podzemním podlažím. Bohužel projektová dokumentace není k dispozici. Celkově se jedná o 16 bytových jednotek v domě a další 2 samostatné byty v půdní vestavbě. Obvodové stěny jsou tvořeny plnými pálenými cihlami tloušťky 450 mm a nejsou zatepleny. Střecha objektu je šikmá a je zateplena minerální vatou o tloušťce 160 mm. V celém objektu jsou plastová okna a dveře s izolačním dvojsklem.



Obrázek 12: Pohled východní



Obrázek 13: Pohled západní

3.1.1.1.2. Popis technických zařízení

Stávající objekt je napojený na distribuční soustavu elektrické energie a zemního plynu.

- Systém vytápění:

Pro vytápění budovy slouží soustava zásobování tepelnou energií s jmenovitým topným výkonem 67 kW. Jedná se o teplovodní ústřední vytápění s nuceným oběhem. Otopná soustava pracuje s teplotním spádem 75/55 °C. Pro vytápění půdní vestavby jsou k dispozici dva samostatné plynové kotle v jednotlivých bytech, s jmenovitým topným výkonem 24 kW. Celkový instalovaný výkon tepelného zdroje ve vestavbě činí 48 kW. Pro distribuci tepla v objektu jsou využívána článková otopná tělesa vybavená termostatickými hlavicemi.

Vnitřní teploty vytápěných místností jsou v souladu s platnou normou ČSN EN 12831:

- Komunikace 16 °C
- Byty 20 °C

- Příprava teplé vody:

V bytovém domě slouží pro přípravu teplé vody výměňková stanice umístěná v objektu. Ohřev teplé vody probíhá ve stacionárním zásobníku o objemu 400 litrů. V půdní vestavbě se pro tento účel využívají dva plynové kotle se zásobníkem každý o objemu 20 litrů.

- Vzduchotechnika:

V objektu jsou instalována pouze technologická zařízení sloužící k odvodu vnitřního vzduchu, konkrétně se jedná o digestoře. Pro větrání prostor slouží přirozené proudění vzduchu, které probíhá skrz spáry otvorových výplní.

- Chlazení:

V půdní vestavbě jsou umístěny 2 klimatizační jednotky multisplit s jmenovitým chladícím výkonem 8,5 kW každá. Celkový instalovaný chladící výkon zdrojů činí 17 kW.

- Přípojka elektrické energie:

Objekt je napojen na stávající rozvodnou síť NN ČEZ Distribuce a.s.

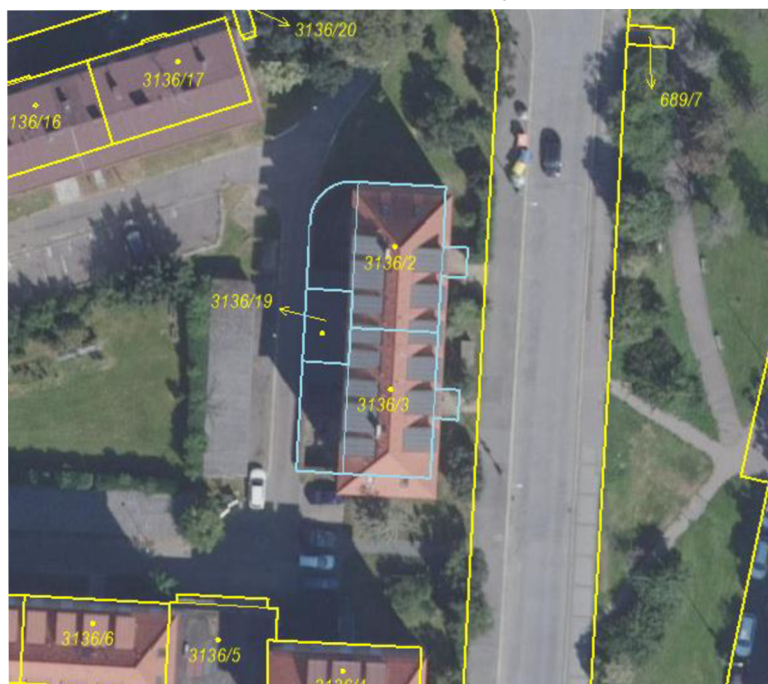
- Osvětlení:

Pro umělé osvětlení celého objektu jsou použity zářivky.

3.1.1.1.3. Situační plán



Obrázek 14: Katastrální mapa, [8]



Obrázek 15: Katastrální mapa ortofoto, [8]

3.2. Historie spotřeby energie

Historie spotřeby energie zahrnuje spotřebu energie za jednotlivá roční období. Tato spotřeba je vypočítána na základě teploty a ceny energie specifické pro dané roční období, kvůli nedostatku dostupných účetních informací o existujícím energetickém hospodářství.

Tabulka 6: Historie spotřeby energie za poslední 2 roky

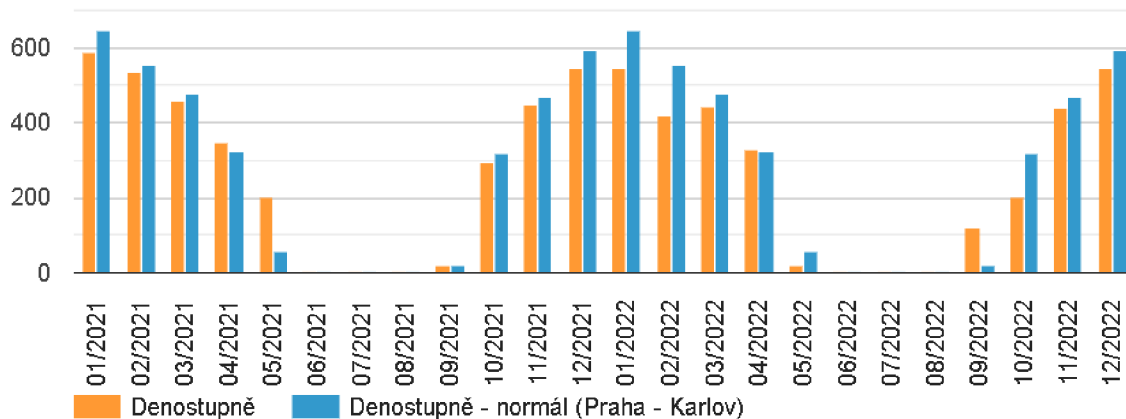
Historie spotřeby energie za poslední 2 roky								
Název energonositele	Elektřina		Zemní plyn		CZT (Tepllo)		Celkem	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Historie spotřeby energie								
Celkem rok 21	5,18	10,72	29,91	50,85	296,48	350,74	331,57	403,33
leden 2021	0,61	1,29	5,98	8,37	58,90	69,68	65,49	79,31
únor 2021	0,48	0,99	4,39	6,15	43,70	51,70	48,57	58,84
březen 2021	0,44	0,91	3,08	4,31	31,80	37,62	35,32	42,84
duben 2021	0,30	0,62	1,24	1,74	14,80	17,51	16,34	19,87
květen 2021	0,24	0,50	1,05	1,47	12,10	14,31	13,39	16,28
červen 2021	0,28	0,58	0,45	0,63	4,16	4,92	4,89	6,13
červenec 2021	0,40	0,83	0,44	0,62	2,41	2,85	3,25	4,30
srpen 2021	0,33	0,68	0,44	0,62	3,41	4,03	4,18	5,33
září 2021	0,38	0,79	1,04	1,46	11,00	13,01	12,42	15,26
říjen 2021	0,49	1,01	2,60	3,64	24,90	29,46	27,99	34,11
listopad 2021	0,58	1,20	3,12	4,37	29,50	34,90	33,20	40,47
prosinec 2021	0,65	1,35	6,08	8,51	59,80	70,74	66,53	80,6
Celkem rok 22	5,31	19,85	26,15	96,76	252,56	390,71	282,04	507,32
leden 2022	0,62	2,32	4,77	17,65	45,60	70,54	50,99	90,51
únor 2022	0,49	1,83	4,12	15,24	40,20	62,19	44,81	79,27
březen 2022	0,44	1,65	3,86	14,28	39,60	61,26	43,90	77,19
duben 2022	0,31	1,16	1,40	5,18	15,60	24,13	17,31	30,47
květen 2022	0,24	0,90	0,90	3,33	10,40	16,09	11,54	20,32
červen 2022	0,27	1,01	0,45	1,67	4,15	6,42	4,87	9,09
červenec 2022	0,48	1,79	0,44	1,63	2,30	3,56	3,22	6,98
srpen 2022	0,41	1,53	0,44	1,63	2,45	3,79	3,30	6,95
září 2022	0,38	1,42	0,90	3,33	9,56	14,79	10,84	19,54
říjen 2022	0,49	1,83	1,71	6,33	15,90	24,60	18,10	32,76
listopad 2022	0,59	2,21	3,25	12,03	30,30	46,87	34,14	61,11
prosinec 2022	0,59	2,21	3,91	14,47	36,50	56,47	41,00	73,14

Hranicí pro vyhodnocení systému je celková spotřeba energie v objektu, s výjimkou technologické spotřeby. Spotřeba elektrické energie činí 5,245 MWh za cenu 15,285 tisíc Kč, spotřeba zemního plynu dosahuje 28,03 MWh za cenu 73,805 tisíc Kč a spotřeba tepla činí 274,52 MWh za cenu 370,725 tisíc Kč.

Rozdíly v denních teplotách za poslední dva roky v lokalitě Praha ve srovnání s normálem období 1961–1990 jsou patrné na obrázku č. 5. Zimní a podzimní měsíce

roku vykazují podobná čísla jako normál, což platí i pro březen a duben. Nicméně výrazné odchylky jsou zaznamenány v měsíci květen v roce 2021, kdy denní teploty výrazně překračují normál, stejně jako v září roku 2022. To signalizuje zvýšenou spotřebu energie především na vytápění v těchto obdobích, nad rámec běžného normálu.

Když porovnáme průměrné teploty za sledované období 2021–2022 s normálními průměrnými teplotami, zjistíme zvýšení teploty o 1,4 stupně. Během hodnoceného období se průměrná teplota zvedla z 9,4 °C na 10,8 °C, což může ovlivnit spotřebu energie zejména při vytápění v uvedených obdobích.



Obrázek 16: Počet denostupňů D_{20} [9]

3.3. Analýza užití energie předmětu energetického posudku

(1) V rámci analýzy užití energie předmětu energetického posudku je vytvoření stávajícího profilu energetické spotřeby je klíčové pro energetický posudek. Tento profil vychází z analýzy využití energie objektu v určeném období, podle tabulky „Historie spotřeby“. Normalizace tohoto stavu pak slouží jako výchozí bod pro srovnání energetické efektivity před a po provedení projektu. Obvykle se jako výchozí bod preferuje rok -1, ale lze zvážit jiné období, které lépe odpovídá běžnému způsobu využívání objektu a umožňuje lepší vyhodnocení přínosů projektu.

Určení výchozího stavu spotřeby energie je klíčové pro porovnání energetické náročnosti před a po realizaci projektu za stejných podmínek relevantních proměnných. Tento stav se stanovuje na základě:

- a) stávajícího stavu spotřeby energie předmětu energetického posudku, která může být v rámci jednotlivých analýz upravena pomocí normalizace relevantních proměnných. Tyto proměnné mohou zahrnovat klimatická data, požadavky na jednotnou úroveň kvality vnitřního prostředí, počty výrobků, typický profil užívání a podobně, v souladu s pokyny programu podpory.

b) referenčního stavu definovaného programu podpory.

(2) Samotná analýza využití energie předmětu energetického posudku je prováděna podle rozsahu specifikovaného v tabulce Analýza využití energie – předmět energetického posudku. Obsahuje také popis způsobu oddělení současného stavu spotřeby energie předmětu energetického posudku vůči historii naměřených spotřeb energie:

- a) definování relevantních proměnných, jež ovlivňují spotřebu energie předmětu energetického posudku a které jsou využívány k normalizaci hodnot historie spotřeby, což vytváří výchozí stav energetického posudku nebo
- b) popisuje způsob vyčíslení výchozího stavu v případě, že se odlišuje od současné situace. To se zakládá na normalizaci klíčových proměnných a upravení spotřeby ve stávajícím stavu nebo
- c) popis způsobu stanovení výchozího stavu energetického posudku v souladu s požadavky programu podpory.

Klimatické údaje lokality:

Nadmořská výška lokality: 300 m. n. m.

Výpočtová venkovní teplota dle ČSN 73 0540:2005: -12 °C

Průměrná teplota v topném období (pro $t_e = 13$ °C): 8,1 °C

Počet dnů topného období (pro $t_e = 13$ °C): 227 dnů

Výchozí stav zahrnuje zvýšení ceny elektrické energie o 36 % ve srovnání s průměrnou cenou za předchozí dvě sledovaná období, zatímco cena zemního plynu klesla o 39 %. Cena tepla se zvýšila o 57 %.

Tabulka 7: Přepočtená spotřeba energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období	2021	2022	Průměr /DDP 30
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z výpočtu [MWh/rok]	331,57	282,04	306,805
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	3 348	3 055	3 202
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu	1,058	0,950	-
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená nadlouhodobý klimatický průměr [MWh/rok]	313,39	296,88	305,135

Tabulka 8: Analýza užití energie – předmět energetického posudku

Analýza užití energie – předmět energetického posudku			
Struktura spotřeby energie		Spotřeba energie	
		Stávající stav	
		MWh/rok	Tis. Kč/rok
Celkem		307,9	930,8
Analýza podle energonositelů			
Elektřina		5,5	23,7
Zemní plyn		23,4	42,1
Energie okolního prostředí		0,0	0,0
Účinná SZTE – OZE≤80 %		279,0	864,9
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů			
1	Ztráta ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0,6	1,5
2	Spotřeba energie na vytápění	270	813,6
3	Spotřeba energie na chlazení	0,3	1,4
4	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	32	92,7
5	Spotřeba energie na větrání		
6	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti		
7	Spotřeba energie na osvětlení	5,0	21,5
8	Spotřeba energie na technolog. a ostat. procesy		

Základní údaje o vlastních zdrojích energie

- Zdroj tepla.

Pro vytápění budovy slouží soustava zásobování tepelnou energií s jmenovitým topným výkonem 67 kW. Pro vytápění půdní vestavby jsou k dispozici dva samostatné plynové kotle v jednotlivých bytech, s jmenovitým topným výkonem 24 kW. Celkový instalovaný výkon tepelného zdroje ve vestavbě činí 48 kW.

- Zdroj chladu

V půdní vestavbě jsou umístěny 2 klimatizační jednotky multisplit s jmenovitým chladícím výkonem 8,5 kW každá. Celkový instalovaný chladící výkon zdrojů činí 17 kW.

- Záložní zdroj

V předmětu EP se nenachází energetický záložní zdroj.

3.3.1. Základní údaje o rozvodech energie

V předmětu EP se nenacházejí vnější rozvody tepla.

3.3.2. Tepelně technické vlastnosti budovy

Stávající stav objektu, zejména z hlediska tepelně-technických požadavků na budovy, nedosahuje požadované úrovně. Současné hodnoty součinitelů prostupu tepla stavebními konstrukcemi neodpovídají normovým požadavkům.

Skladba stavebních konstrukcí řešeného objektu je následující:

1) konstrukce k venkovnímu prostředí – obvodové zdi:

STN-7, STN-8, STN-9, STN-10: (S, J, Z, V) – stěna						
Vnitřní konstrukce:				Ne		
Charakter konstrukce:				Stěna vnější (těžká)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:				Ne		
Konstrukce ve styku se zeminou:				Ne		
Součinitel prostupu tepla stanoven:				Výpočtem		
Skladba konstrukce od interiéru:						
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu
	Materiál	d [m]	λ [W/(mK)]	c [J/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	μ
1.	Omítka vápenná	0,015	0,880	840	1 600	6,0
2.	Zdivo z plných pálených cihel CP	0,450	0,780	900	1 700	8,5
3.	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	790	2 000	19
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:						
Korekce součinitele prostupu tepla:			$\Delta U = 0,1$ [W/(m ² K)]			
Odpor při prostupu tepla:			$R_T = 0,727$ [(m ² K)/W]			
Součinitel prostupu tepla:			$U = 1,375$ [W/(m²K)]			
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_N = 0,3$ [W/(m ² K)]			
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_{rec} = 0,3$ [W/(m ² K)]			
Hodnocení: Konstrukce STN-7, STN-8, STN-9, STN-10 – stěna nespĺňuje požadavky ČSN 73 0540-2 na součinitel prostupu tepla.						

2) konstrukce k venkovnímu prostředí – podlaha na zemině

PDL(z)-6 – podlaha na zemině	
Vnitřní konstrukce:	Ne
Charakter konstrukce:	Podlaha (tepelný tok dolů)
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:	Ne
Konstrukce ve styku se zeminou:	Ano (podlaha na terénu)
Součinitel prostupu tepla stanoven:	Hodnotou
Součinitel prostupu tepla:	$U = 0,66$ [W/(m²K)]
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_N = 0,45$ [W/(m ² K)]
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_{rec} = 0,3$ [W/(m ² K)]
Hodnocení: Konstrukce PDL(z)-6 – podlaha na zemině nespĺňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.	

3) konstrukce k venkovnímu prostředí – střešní konstrukce

STR-12 – střecha						
Vnitřní konstrukce:					Ne	
Charakter konstrukce:					Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					Ne	
Konstrukce ve styku se zeminou:					Ne	
Součinitel prostupu tepla stanoven:					Výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:						
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu
	Materiál	d [m]	λ [W/(mK)]	c [J/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	μ
1.	Omítka vápenná	0,015	0,880	840	1 600	6,0
2.	Podbití	0,020	0,220	2510	600	157
3.	Dutinový železobetonový stropní panel	0,250	1,200	1020	1 200	23
4.	Izolace	0,160	0,049	1007	59	157
5.	Záklop	0,025	0,15	1588	630	200
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:						
Korekce součinitele prostupu tepla:			$\Delta U = 0,05$ [W/(m ² K)]			
Odpor při prostupu tepla:			$R_T = 3,297$ [(m ² K)/W]			
Součinitel prostupu tepla:			$U = 0,303$ [W/(m²K)]			
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_N = 0,24$ [W/(m ² K)]			
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_{rec} = 0,16$ [W/(m ² K)]			
Hodnocení: Konstrukce STR12 – střecha nespĺňuje požadavky ČSN 73 0540-2 na součinitel prostupu tepla.						

4) Konstrukce k nevytápěnému prostoru

PDL-18 – podlaha nad suterénem						
Vnitřní konstrukce:					Ano	
Charakter konstrukce:					Podlaha (tepelný tok dolů)	
Součinitel prostupu tepla stanoven:					Výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:						
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu
	Materiál	d [m]	λ [W/(mK)]	c [J/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	μ

1.	Keramická dlažba	0,010	1,010	840	2 000	200
2.	Betonová mazanina	0,060	1,300	1020	2 200	20
3.	Železobeton (2300)	0,150	1,430	1020	2 300	23
4.	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	790	2 000	19
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:						
Korekce součinitele prostupu tepla:			$\Delta U = 0,1 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$			
Odpor při prostupu tepla:			$R_T = 0,495 \text{ [(m}^2\text{K)/W]}$			
Součinitel prostupu tepla:			$U = 2,019 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$			
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_N = 0,60 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$			
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			$U_{rec} = 0,40 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$			
Hodnocení: Konstrukce PDL-18 – podlaha nad suterénem nespĺňuje požadavky ČSN 73 0540-2 na součinitel prostupu tepla.						

Stávající okna a dveře jsou plastová s parametrem $U_{okno} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{dveře} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ a kovová dveře s parametrem $U_{dveře} = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- Větrání objektu.

V objektu jsou instalována pouze technologická zařízení sloužící k odvodu vnitřního vzduchu, konkrétně se jedná o digestoře. Pro větrání prostor slouží přirozené proudění vzduchu, které probíhá skrz spáry otvorových výplní.

3.3.3. Systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001

V objektech není zaveden systém managementu podle ČSN EN ISO 50001. Nejsou stanoveny energetické cíle ani způsob jejich dosažení. Spotřeba energií je pravidelně odečítána každý měsíc, není však vyhodnocována.

3.3.4. Budova zásobovaná energiemi

3.3.4.1. Charakteristika objektu

Předmět činnosti v předmětu EP jsou bytové jednotky. V EP posuzovaný projekt účel využívání objektu nemění.

3.3.4.2. Seznam všech budov s uvedením jejich účelu

Předmětný objekt slouží jako ubytování.

3.3.4.3. Výchozí podklady

3.3.4.3.1. Dostupná výkresová a jiná dokumentace

- Prohlídka místa samotného + fotodokumentace,

- Katastrální mapa,
- Zpráva o seznamu vlastníků bytových jednotek,
- Zpráva o výměně oken z roku 2006.

3.3.4.3.2. Provozní režim

Ubytování je v provozu nepřetržitě.

3.3.4.3.3. Počet obyvatelů

V objektu v současné době v žije cca 40 obyvatelů.

3.3.4.4. Záměry zadavatele EP

Záměrem energetického posudku je vyhodnocení zdroje tepla pro bytový dům v kombinaci s navrhovaným zateplením obvodových stěn, střechy, podlahy k suterénu a výměnou oken. Dále je cílem zhodnocení stejného zateplení spolu s instalací tepelného čerpadla vzduch-voda.

3.3.5. Vyhodnocení účinnosti užití energie

3.3.5.1. Vyhodnocení účinnosti užití energie ve zdrojích energie

Bilance potřebných výkonů zdroje je následující:

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	HT	1 987,6	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	HV	1 306,3	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	θ_e	-15	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,nd}$	89,54	kW

Celkový instalovaný výkon zdrojů tepla činí 115 kW. Vzhledem k vypočtené tepelné ztrátě objektu je tento instalovaný výkon vyšší než ztráta objektu, což způsobuje přetápění objektu.

3.3.5.2. Vyhodnocení účinnosti užití energie v rozvodech tepla a chladu

V nástavbě objektu jsou nainstalovány 2 klimatizační jednotky multisplit se jmenovitým chladicím výkonem 8,5 kW. Celkový instalovaný výkon chladicích zdrojů 17 kW.

Jmenovitý chladicí výkon 8,5 kW
 Příkon pohonu zdroje chladu 2,23 kW
 Chladicí faktor zdroje chladu EER 3,8

3.3.5.3. Vyhodnocení účinnosti užití energie ve významných spotřebičích energie

Účinnost využití energií ve významných spotřebičích umístěných v objektu není známá. Odpovídá však obecně účinnosti uvažovaných u el. Spotřebičů.

3.3.5.4. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov

Tepelně-technické vlastnosti budovy odpovídají době výstavby. V současné době obvodové stěny, podlahy ani střešní konstrukce nevyhovují požadavkům současných tepelně-technických norem ČSN 73 0540-2.

Charakteristické srovnání tepelně technické parametry budovy jsou následující:

Tabulka 9: Geometrické charakteristiky budovy

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	4 973,7
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	1 838,2
Objemový faktor tvaru budovy	m ² / m ³	0,37
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	1 554,3
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	20,0

Tabulka 10: Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy		Klasifikační třída
	U _{em,R,class}	U _{em}	
	(m ² /WK)	(m ² /WK)	
Budova celkem	0,352	1,081	G

Tabulka 11: Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 * U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 * U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 * U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 * U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 * U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 * U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 * U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

Požadavek na prostup tepla ve stávajícím stavu obálkou dle budovy ČSN 730540:2-2011 není splněn. Obálka budovy je řazena do kategorie MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ – G.

3.3.5.5. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření s energií

- Tepelná pohoda je v jednotlivých prostorách dosahována za cenu zvýšené spotřeby energie.
- Stav zařízení je zanedbaný.
- Drobné spotřebiče a vybavení jsou funkční.
- Stávající zařízení je provozuschopné.

3.3.5.5.1. Management hospodaření s energií

Cílem zavedení energetického managementu je řízení spotřeby energie s dlouhodobým záměrem snižování dopadů na životní prostředí, což má za vedlejší efekt významné snižování provozních nákladů.

Provedení investičních opatření pro snížení energetické náročnosti, jako je částečné zateplení či výměna zdroje tepla, samo o sobě ještě nezajišťuje dlouhodobě udržitelné nebo maximální možné (resp. požadované či optimální) snížení spotřeby energie.

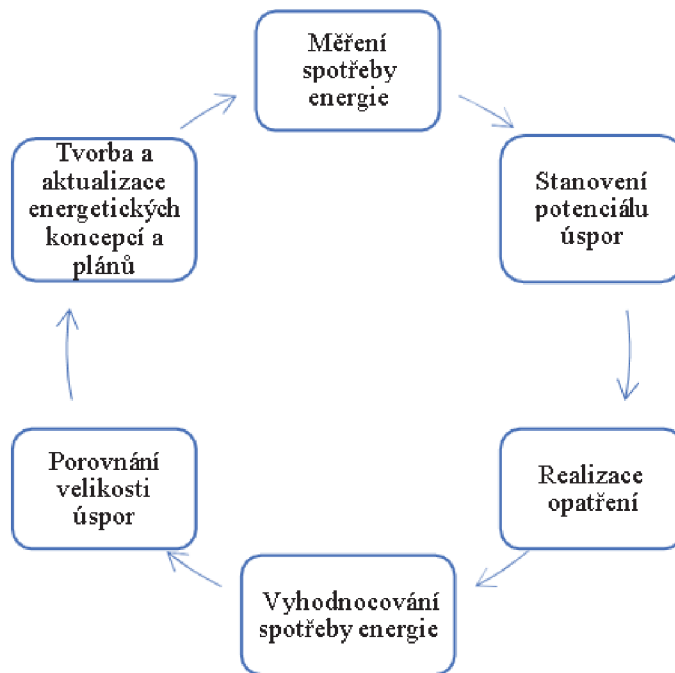
Teprve ve spojení s opatřeními, jako je regulace otopné soustavy, přizpůsobení technologických zařízení provozu novému stavu budov a zavedení energetického managementu je možné dosáhnout tohoto optimálního stavu.

V praxi byly ověřeny postupy a příklady, které ukazují, že systematickým energetickým managementem dochází v dlouhodobém horizontu ke snižování energetické náročnosti. Energetický management rovněž umožňuje snížit spotřebu energie pod úroveň deklarovanou v energetickém posudku nebo překročit jeho výsledky.

Energetický management představuje soubor opatření a činností zaměřených na efektivní snižování spotřeby energie.

Pro každou organizaci, včetně budov, se individuálně nastavuje energetický management s cílem postupného dosahování úspor energie a snižování provozních nákladů, a případně i zlepšení pracovních procesů. Jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetické efektivity, který se skládá zejména z těchto činností:

- 1) Sledování a zaznamenávání spotřeby energie s pravidelnými záznamy, a to alespoň měsíčně,
- 2) Hodnocení potenciálu úspor energie a stanovení výchozího stavu na základě přezkumu spotřeby,
- 3) Realizace plánu opatření v souladu s identifikovanými oblastmi úspor,
- 4) Pravidelné vyhodnocování spotřeby energie a účinnosti provedených opatření,
- 5) Porovnání předpokládaných úspor s těmi, které byly skutečně dosaženy,
- 6) Vytváření a průběžné aktualizace energetických koncepcí a plánů.



Obrázek 17: Energetický management, [10]

Plánovaný energetický management se zahrnuje již od fáze přípravy projektu a spolupráce na jeho dokumentaci, jak stanovuje podmínka, a to ideálně nejpozději během samotné realizace projektu.

Energetický management je považován za účinně zavedený, pokud jsou splněny obě následující podmínky po celou dobu trvání projektu:

- Existuje ověřitelný a pravidelně využívaný systém pro evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie.
- Je prokazatelná existence osoby zodpovědné za udržování a rozvíjení systému energetického managementu.

V rámci EP bude energetický management prováděn minimálně po dobu trvání projektu. Bude navázán smluvní vztah s odpovědnou osobou ve struktuře organizace, která bude v rámci svých pracovních povinností vést činnosti spojené s energetickým managementem hodnoceného objektu.

Údaje o spotřebě energie budou průběžně monitorovány, zaznamenávány a archivovány v minimálním měsíčním intervalu pro následné vyhodnocení. Důležité bude zaznamenat způsob a čas získání těchto údajů, což bude klíčové pro ověření dat. Tato informace bude součástí Zprávy o využití energie a poslouží jako základ pro práci energetického specialisty.

Budou monitorovány všechny formy spotřeby energie a vody, s vyhodnocením dat nejméně jednou ročně. Záznamy budou uchovávány pomocí tabulkového nástroje, jako je například MS Excel.

- 1) Posouzení stávajícího způsobu zajištění energetického managementu:
 - a) Průběžná kontrola provozu zařízení se realizuje skrze měsíční odečty z fakturačních měřidel.
 - b) Nebyla podniknuta žádná opatření směřující ke snížení energetické náročnosti budovy, což má změnit soubor opatření z EP-
 - c) Odpovědnost za řízení spotřeby energie je v současnosti na statutárním zástupci organizace EP. Nově budou předefinovány pravomoci v souladu s požadavky legislativy týkající se EM.
 - d) Vyhodnocení spotřeby je prováděno porovnáváním dat o spotřebě energií získaných z fakturačních měřidel.
- 2) Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření s energií:
 - a) Vzhledem k projektu EP bude EM provozován po dobu udržitelnosti projektu, tedy minimálně po dobu 5 let.
 - b) Nové povinnosti statutárního zástupce předmětu EP v oblasti EM budou nově definovány v pracovní smlouvě.
 - c) Budou dodrženy legislativní povinnosti žadatele v rámci dotace odvozené ze smlouvy.
 - d) Energeticky úsporná opatření vyplývající z EP budou provedena bez prodlení.
 - e) Při řízení EM bude proveden výběr nejvýhodnějšího dodavatele energií.

3.4. Popis a hodnocení navrhovaného stavu

3.4.1. Doporučení energetického specialisty

Pro posouzení navrhovaných opatření byla sestavena výchozí srovnávací varianta předmětu EP, která vychází z dříve uvedených referenčních hodnot. Nákladové položky jsou založeny na platných cenících v době zpracování EP (rok 2023). Předpokládá se dosažení normovaného stavu pro dodávku tepla pro vytápění, s přihlédnutím k současnému provozu energetického hospodářství.

Tabulka 12: Analýza užití energie – stávající stav

Analýza užití energie – předmět energetického posudku			
Struktura spotřeby energie		Spotřeba energie	
		Stávající stav	
		MWh/rok	Tis. Kč/rok
Celkem		307,9	930,8
Analýza podle energonositelů			
Elektřina		5,5	23,7
Zemní plyn		23,4	42,1
Energie okolního prostředí		0,0	0,0
Účinná SZTE – OZE≤80 %		279,0	864,9
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů			
1	Ztráta ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0,6	1,5
2	Spotřeba energie na vytápění	270	813,6
3	Spotřeba energie na chlazení	0,3	1,4
4	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	32	92,7
5	Spotřeba energie na větrání		
6	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti		
7	Spotřeba energie na osvětlení	5,2	21,5
8	Spotřeba energie na technolog. a ostat. procesy		

3.4.2. Popis posuzovaného návrhu

Podle ČSN 730540-2:2011 je obálka budovy považována za vyhovující, pokud vypočtená hodnota U_{em} obálky budovy je menší nebo maximálně rovna požadované hodnotě $U_{em,N}$.

V hodnocení dle normy ČSN 73 05 40–2:2011 je budova, co se týče průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy, označena jako nevyhovující. Ve výchozím stavu má budova hodnocení G – MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ, s průměrným součinitelem prostupu tepla obálkou budovy $U_{em} = 1,081 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Obálka budovy je tedy nedostatečná. Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle uvedené ČSN je $U_{em,N} = 0,341 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Je navrženo zateplení klíčových stavebních konstrukcí.

3.4.2.1. Opatření č. 1 – Výměna výplní otvorů.

Na objektu dojde k výměně původních výplní otvorů oken a dveří.

Nové okenní výplně jsou s trojsklem a navrženy s celkovým parametrem $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, nové dveřní výplně jsou s trojsklem a navrženy s celkovým parametrem $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Instalace nových výplní otvorů bude provedena v celkovém rozsahu 200,4 m².

Energetický dopad, investiční náročnost a prostá návratnost uvedeného opatření při samostatném hodnocení jsou následující:

Roční úspora energie tohoto opatření činí	25,2 GJ; 7,0 MWh
Náklad na realizaci tohoto opatření činí	1 903,8 tis. Kč bez DPH
Roční úspora z navrženého opatření	21,7 tis. Kč bez DPH
Prostá návratnost	44 let

Hodnocení tohoto opatření je provedeno bez spolupůsobení ostatních úsporných opatření.

3.4.2.2. Opatření č. 2 – Zateplení obvodových stěn

Zateplení obvodových stěn bude provedeno tepelným izolantem z šedého EPS (Isover EPS GreyWall Plus) $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$, tl. 180 mm.

Zateplení obvodových stěn bude provedeno v celkovém rozsahu 902,4 m².

Energetický dopad, investiční náročnost a prostá návratnost uvedeného opatření při samostatném hodnocení jsou následující:

Roční úspora energie tohoto opatření činí	546,3 GJ; 151 MWh
Náklad na realizaci tohoto opatření činí	2 707,2 tis. Kč bez DPH
Roční úspora z navrženého opatření	468,1 tis. Kč bez DPH
Prostá návratnost	6 let

Hodnocení tohoto opatření je provedeno bez spolupůsobení ostatních úsporných opatření.

3.4.2.3. Opatření č.3 – Zateplení střechy

Zateplení střechy bude provedeno tepelným izolantem ze skelné vlny (Isover Unirol Profi) $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$, tl. 140 mm.

Zateplení střechy bude provedeno v celkovém rozsahu 395,2 m².

Energetický dopad, investiční náročnost a prostá návratnost uvedeného opatření při samostatném hodnocení jsou následující:

Roční úspora energie tohoto opatření činí	30,96 GJ; 8,6 MWh
Náklad na realizaci tohoto opatření činí	1 976 tis. Kč bez DPH
Roční úspora z navrženého opatření	18,1 tis. Kč bez DPH
Prostá návratnost	50 let

Hodnocení tohoto opatření je provedeno bez spolupůsobení ostatních úsporných opatření.

3.4.2.4. Opatření č. 4 – Zateplení podlahy k suterénu

Zateplení podlahy bude provedeno tepelným izolantem z šedého polystyrenu (Isover EPS Grey 100) $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$, tl. 120 mm.

Zateplení podlahy bude provedeno v celkovém rozsahu 310,8 m².

Energetický dopad, investiční náročnost a prostá návratnost uvedeného opatření při samostatném hodnocení jsou následující:

Roční úspora energie tohoto opatření činí	133,2 GJ; 37 MWh
Náklad na realizaci tohoto opatření činí	1 243,2 tis. Kč bez DPH
Roční úspora z navrženého opatření	114,7 tis. Kč bez DPH
Prostá návratnost	10 let

Hodnocení tohoto opatření je provedeno bez spolupůsobení ostatních úsporných opatření.

3.4.2.5. Opatření č. 5 – Instalace tepelného čerpadla

Pro dosažení energetických úspor bylo zvoleno vytápění pomocí tepelného čerpadla od společnosti Hitachi jako náhrada stávající výměňkové stanice. K výměně je navrženo 1 tepelné čerpadlo vzduch-voda s výkonem 24 kW.

Energetický dopad, investiční náročnost a prostá návratnost uvedeného opatření při samostatném hodnocení jsou následující:

Roční úspora energie tohoto opatření činí	11,16 GJ; 3,1 MWh
Náklad na realizaci tohoto opatření činí	276,6 tis. Kč bez DPH
Roční úspora z navrženého opatření	-433,9 tis. Kč bez DPH

V rámci realizovaného energeticky úsporného opatření dojde ke snížení energetické náročnosti budovy a dojde k vyregulování otopné soustavy.

Všechna zde uvedená energeticky úsporná opatření jsou hodnocena individuálně. Je možné, že prostý součet jejich úspor nemusí zcela odpovídat celkové úspoře, která vznikne vzájemným působením těchto opatření.

3.4.3. Vyhodnocení navržených opatření projektu

3.4.3.1. Souhrn navržených energeticky úsporných opatření z energetického posudku

EP zahrnuje následující energeticky úsporná opatření:

Opatření č. 1 – Výměna výplní otvorů a opatření

Opatření č. 2 – Zateplení obvodových stěn

Opatření č. 3 – Zateplení střechy

Opatření č. 4 – Zateplení podlahy k suterénu

Opatření č. 5 – Instalace tepelného čerpadla

Realizací výše uvedených navržených opatření na úsporu energie budovy docílíme snížení spotřeby energie prostřednictvím zvýšení energetické účinnosti.

3.4.3.1.1. Energetická bilance varianty

Realizací opatření ve stavební části v rozsahu opatření č. 1 až č. 4 se předpokládá výpočtová úspora energie v objektu v úrovni 730,8 GJ/rok. Jedná se o návrhovou variantu č.1.

Tabulka 13: Analýza užití energie – návrhová var. č. 1

Bilance přínosu projektu							
Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie						
	Stávající stav		Navrhovaný stav v.1		Rozdílová bilance (výchozí stav mínus navrhovaný stav)		
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	
Celkem	307,9	930,8	105,0	312,3	203,0	618,5	
Analýza podle energonositelů							
Elektřina	5,51	23,7	5,65	24,3	-0,14	-0,6	
Zemní plyn	23,4	42,1	15,3	27,5	8,1	14,6	
Energie okolního prostředí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Účinná SZTE – OZE≤80 %	279,0	864,9	84,0	260,4	195,0	604,5	
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů							
1	Ztráta ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0,6	1,5	0,5	1,2	0,1	0,4
2	Spotřeba energie na vytápění	270,0	813,6	66,0	191,6	204,0	662,0
3	Spotřeba energie na chlazení	0,3	1,4	0,5	2,2	-0,2	-0,8
4	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	32,0	92,7	33,0	95,8	-1,0	-3,1
5	Spotřeba energie na větrání						
6	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti						
7	Spotřeba energie na osvětlení	5,0	21,5	5,0	21,5	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technolog. a ostat. procesy						

Realizací opatření ve stavební a technologické části v rozsahu opatření č. 1 až 5 se předpokládá výpočtová úspora energie v objektu v úrovni 733,7 GJ /rok. Jedná se o návrhové opatření č.2.

Tabulka 14: Analýza užití energie – návrhová var. č.2

Bilance přínosu projektu							
Struktura spotřeby energie	Spotřeba energie						
	Stávající stav		Navrhovaný stav v.2		Rozdílová bilance (výchozí stav mínus navrhovaný stav)		
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	
Celkem	307,9	930,8	104,1	443,3	203,8	487,5	
Analýza podle energonositelů							
Elektrina	5,5	23,7	31,9	137,5	-26,2	-112,9	
Zemní plyn	23,4	42,1	15,3	27,5	8,5	15,3	
Energie okolního prostředí	0,0	0,0	56,9	278,3	-57,1	-279,3	
Účinná SZTE – OZE≤80 %	279,0	864,9	0,0	0,0	279,0	864,9	
Analýza podle způsobu užití energie/spotřebičů							
1	Ztráta ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0,6	0,6	0,7	-16,4	-0,1	17,9
2	Spotřeba energie na vytápění	270,0	897,1	65,6	290,6	204,0	523,0
3	Spotřeba energie na chlazení	0,3	1,7	0,5	2,4	-0,2	-1,1
4	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	32,0	103,4	32,3	142,2	-0,3	-49,5
5	Spotřeba energie na větrání						
6	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti						
7	Spotřeba energie na osvětlení	5,0	26,1	5,0	24,5	0,0	-2,9
8	Spotřeba energie na technolog. a ostat. procesy						

3.4.3.1.2. Skutečně dosažitelná výše energetických úspor varianty energeticky úsporných opatření

- Návrhová varianta č.1:

Předpokládaná roční úspora primární energie 730,8 GJ; 203,0 MWh
Předpokládaná roční úspora nákladů za energie 618,5 tis. Kč bez DPH
Cena spořené energie 1,18 tis. Kč/GJ

- Návrhová varianta č.2:

Předpokládaná roční úspora primární energie 733,7 GJ; 203,8 MWh
Předpokládaná roční úspora nákladů za energie 487,5 tis. Kč bez DPH
Cena spořené energie 1,506 tis. Kč/GJ

Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů dle vyhlášky 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov pro návrhovou variantu č.1.

Tabulka 15: Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů var.č.1

Energonositel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Dodaná energie	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	Dodaná energie	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů	Primární energie z neobnovitelných zdrojů
	MWh/rok	-	MWh/rok	MWh/rok	-	MWh/rok
Zemní plyn	23,4	1,0	23,4	15,3	1,0	15,3
Tuhá fosilní paliva		1,0			1,0	
Propan-butan/LPG		1,2			1,2	
Topný olej		1,2			1,2	
Elektřina	5,5	2,6	14,3	5,7	2,6	14,82
Dřevěné peletky		0,2			0,2	
Kusové dřevo, dřevní štěpka		0,1			0,1	
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)		0			0	
Elektřina – dodávka mimo budovu		-2,6			-2,6	
Teplo – dodávka mimo budovu		-1,3			-1,3	
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie		0,2			0,2	
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80 % a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	279	0,9	251,1	84	0,9	75,6
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií		1,3			1,3	
Ostatní neuvedené energonositele		1,2			1,2	
Odpadní teplo z technologie		0			0	
Celkem	307,9	X	288,8	105	X	105,72

Snížení primární energie z neobnovitelných zdrojů

	%	MWh/rok
Celkové snížení	63,39	183,08

Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů dle vyhlášky 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov pro návrhovou variantu č.2.

Tabulka 16: Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů var.č.2

Energonositel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Dodaná energie	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	Dodaná energie	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů	Primární energie z neobnovitelných zdrojů
	MWh/rok	-	MWh/rok	MWh/rok	-	MWh/rok
Zemní plyn	23,4	1,0	23,4	15,3	1,0	15,3
Tuhá fosilní paliva		1,0			1,0	
Propan-butan/LPG		1,2			1,2	
Topný olej		1,2			1,2	
Elektřina	5,5	2,6	14,3	31,9	2,6	82,94
Dřevěné peletky		0,2			0,2	
Kusové dřevo, dřevní štěpka		0,1			0,1	
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)		0		56,9	0	0
Elektřina – dodávka mimo budovu		-2,6			-2,6	
Teplo – dodávka mimo budovu		-1,3			-1,3	
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie		0,2			0,2	
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80 % a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	279	0,9	251,1	0	0,9	0
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií		1,3			1,3	
Ostatní neuvedené energonositele		1,2			1,2	
Odpadní teplo z technologie		0			0	
Celkem	307,9	X	288,8	104,1	X	98,24

Snížení primární energie z neobnovitelných zdrojů

	%	MWh/rok
Celkové snížení	65,98	190,56

3.4.4. Nízkonákladová opatření

Po dokončení všech nákladových opatření se doporučuje provést kontrolu maximálního odběru objektu a proudové hodnoty instalovaného hlavního jističe. Pokud se zjistí dostatečná výkonová rezerva, doporučuje se výměna jističe za jistič s nižší jmenovitou hodnotou zatížení

3.4.5. Beznákladová opatření

- Pro zvýšení odpovědnosti v oblasti spotřeby tepelné energie mezi obyvatele bytového domu je navržena osvětlová činnost. Zahrnuje manuální regulaci dodávky tepla do jednotlivých otopných ploch uživatelů při dlouhodobém opuštění místností.
- Pravidelně provádět kontroly funkčnosti všech energetických zařízení.
- Optimalizovat tarifní sazbu dodavatele elektrické energie na základě analýzy cenových tarifů a roční spotřeby.
- Při absenci mechanického větrání zajistit krátkodobé a intenzivní větrání a následnou kontrolu místností po odhodu z bytu.
- Měsíčně zaznamenávat spotřebu energie a vody pro individuální monitorování.
- Pravidelně čistit a udržovat osvětlovací tělesa pro plnou funkčnost osvětlení.
- Nastavit a vyregulovat MaR zdroje tak, aby odpovídaly deklarovaným úsporám v projektu a energetickém posudku.

3.5. Kritéria programu podpory

Kritéria programu jsou uvedena v podrobnosti a rozsahu odpovídajícímu požadavkům programu podpory a obsahují:

- a) přehled plnění kritérií podle tabulky č. 5 včetně uvedení vstupních hodnot do výpočtu a způsobu jejich stanovení,

Tabulka 17: Naplnění kritérií - návrhová varianta č.1

Naplnění kritérií					
Kritérium		Jednotka	Požadavek	Dosažená hodnota	Plnění požadavku
1	Snížení konečné spotřeby energie	MWh	> 0	202,96	ANO / NE
2	Snížení neobnovitelné primární energie	MWh	≥ 30 %	63,4	ANO / NE
3.	Snížení neobnovitelné primární energie nebo snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů	MWh	≥ 30 %	63,4	ANO / NE
		CO ₂		65,2	
4	IRR	-	< 20 %	9	ANO / NE

Tabulka 18: Naplnění kritérií – návrhová varianta č.2

Naplnění kritérií					
Kritérium		Jednotka	Požadavek	Dosažená hodnota	Plnění požadavku
1	Snížení konečné spotřeby energie	MWh	> 0	203,81	ANO / NE
2	Snížení neobnovitelné primární energie	%	≥ 30 %	66	ANO / NE
3.	Snížení neobnovitelné primární energie nebo snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů	MWh CO ₂	≥ 30 %	66 71,7	ANO/NE nerelevantní
4	IRR	-	< 20 %	5	ANO / NE

3.6. Ekonomické hodnocení

3.6.1. Metodika

Postup výpočtu ekonomické efektivity je stanoven v souladu s přílohou č. 8 vyhlášky č. 141/2021 Sb. Ekonomická analýza se zaměřuje na hodnocení energeticky úsporných opatření zaměřených na úsporu energie v rámci předmětu EP. Cílem ekonomické analýzy je posoudit ekonomickou vhodnost jednotlivých opatření. Hodnocení se zakládá na několika kritériích, přičemž klíčovou hodnotou je čistá současná hodnota vyjádřená jako diskontovaný tok hotovosti po celou dobu trvání projektu.

Jednotlivé varianty jsou porovnány z hlediska celkových investičních nákladů a proměnných a stálých nákladů. Všechny výpočty jsou prováděny v cenách platných pro rok 2023, podle daňových a ostatních účetních předpisů platných v roce 2023. Ceny jsou uváděny bez DPH.

Ekonomické vyhodnocení se provádí podle následujících kritérií. Hlavním rozhodovacím faktorem pro výběr optimální varianty je čistá současná hodnota (NPV). Doplnkovými kritérii pro informaci zadavateli jsou vnitřní výnosové procento (IRR) a reálná doba návratnosti (Tsd).

Základní parametry vyhlášky 141/2021 Sb. jsou:

- prostá doba návratnosti
- reálná doba návratnosti
- čistá současná hodnota NPV (z anglického Net Present Value)
- vnitřní výnosové procento IRR (z anglického Internal Rate of Return)

Výpočet ekonomické efektivity je stanoven před zdaněním hodnocené příležitosti:

- Peněžní toky cash flow (CF_t) v roce t:

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

- Čistá současná hodnota za dobu hodnocení (NPV_{Th}):

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

- Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky:

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

Reálná doba návratnosti T_d , doba splacení investice za předpokladu diskontní sazby se vypočte z podmínky:

$$I_P = \sum_{t=1}^{T_d} CF_t \cdot (1+r)^{-t}$$

Zůstatková hodnota zařízení na konci doby hodnocení:

Pro případy, kdy se shoduje doba životnosti T_Z zařízení nebo stavby s dobou hodnocení T_h projektu platí, že $N_{zu,Th} = 0$. V případě hodnocení projektů s rozdílnou dobou životnosti T_Z od doby hodnocení T_h se zůstatková hodnota zařízení nebo stavby stanoví podle následujícího vzorce:

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

3.6.2. Stanovení celkové investiční náročnosti a způsob krytí investic

3.6.2.1. Stanovení celkové investiční náročnosti

Při stanovení investiční náročnosti jednotlivých variant se vycházelo zejména:

- z nabídek dodavatelů zpracovaných pro zařízení obdobného charakteru a velikosti v řešeném případě a v jiných lokalitách,
- z cenových ukazatelů získaných na základě telefonických konzultací s výrobcí,
- z výsledných konečných cen realizací zařízení obdobného charakteru na jiných lokalitách.

3.6.2.1.1. Investiční náklad souhrnu energeticky úsporných opatření

Předpokládaná investiční náročnost navrhovaného řešení je následující:

Tabulka 19: Investiční položky – stavební část

Stavební část	Cena [tis. Kč]
Výměna výplní otvorů	1 903,8
Zateplení svislého obvodového pláště	2 707,2
Zateplení střechy	1 976,0
Zateplení podlahy k suterénu	1 243,2
Celkem za stavební část	7 830,2

Tabulka 20: Investiční položky –technologická část

Technologická část	Cena [tis. Kč]
Instalace tepelného čerpadla	276,6
Celkem za technologickou část	276,6

Návrhová varianta č.1 obsahuje pouze stavební část.

Tabulka 21: Investice – návrhová varianta č.1

Návrhová varianta č.1	Cena [tis. Kč]
Cena celkem bez. DPH	7 830,2
Cena celkem s DPH	9 317,9

Návrhová varianta č. 2 zahrnuje jak stavební, tak i technologickou část.

Tabulka 22: Investice – návrhová varianta č.2

Návrhová varianta č.2	Cena [tis. Kč]
Cena celkem bez. DPH	8 106,8
Cena celkem s DPH	9 647,1

Způsobilé výdaje na instalaci tepelného čerpadla (OZE):

V rámci projektu bude instalováno tepelné čerpadlo vzduch – voda.

Investiční náklady na instalaci tepelného čerpadla	276,6	tis. Kč
Investiční náklady na referenční variantu (CZT)	154,8	tis. Kč
Podíl referenčních nákladů na investičních nákladech	44,03	%
Stanovená hranice	25,00	%
Snížení způsobilých výdajů	ANO	
Snížení způsobilých výdajů	33,5	tis. Kč
Způsobilé výdaje na Instalaci tepelných čerpadel	243,1	tis. Kč

Vzhledem k tomu, že způsobilé výdaje projektu nedosahují 12,5 milionu Kč, pro výpočet alternativní investice se využívá výdajový paušál. V tomto případě se alternativní investice nevyčísľují a způsobilé výdaje se poníží o 10 %.

Tabulka 23: Výdaje – návrhová varianta č.1

Investiční náklady pro návrhovou variantu č.1	7 830,2 tis. Kč
Podíl dotace ze způsobilých výdajů	40 %
Lze aplikovat paušální odečet	Ano
Odečítaný paušál	783,02
Způsobilé výdaje	7 047,2
Celkové investiční způsobilé výdaje za projekt	7 252,04

Tabulka 24: Výdaje – návrhová varianta č.2

Investiční náklady pro návrhovou variantu č.2	8 106,8 tis. Kč
Podíl dotace ze způsobilých výdajů	40 %
Lze aplikovat paušální odečet	Ano
Odečítaný paušál	810,7
Způsobilé výdaje	7 296,1
Celkové investiční způsobilé výdaje za projekt	7 508,22

3.6.2.2. Způsob krytí investic

Míra podpory – rozpad zdrojů financování:

Tabulka 25: Forma a výše podpory

Zdroje financování (% podíly z prokázaných způsobilých výdajů)	
Typ subjektu	Podíl
Pro budovy s vysokým energetickým standardem Maximální výše podpory	40 % 100 000 tis. Kč
Pro budovy v pasivním energetickém standardu Maximální výše podpory	50 % 120 000 tis. Kč
Pro plusové (nulové) budovy Maximální výše podpory	70 % 140 000 tis. Kč

Způsob krytí investic byl po dohodě se zadavatelem uvažován takto:

Financování je plně zajištěno vlastními zdroji investora. Projekt je ale připravován pro dotační program Ministerstva průmyslu a obchodu, kde je plánováno využití 40 % dotace na realizaci energeticky úsporných opatření.

Časový postup vynakládání investic vyplývá z časového harmonogramu realizace jednotlivých akcí, který vychází z kapitol popisujících technické řešení. Předpokládá se, že jednotlivá opatření budou realizována během jednoho roku.

3.6.3. Proměnné náklady

3.6.3.1. Náklady na energie

Při stanovování nákladů na palivo (elektřina, zemní plyn, dálkové teplo) se vycházelo z ročních spotřeb paliv a z jejich měrných cen podle platných sazebníků regionálních dodavatelů v posledním sledovaném období. Cena elektřiny je uvažována v úrovni 4 309 Kč/MWh bez DPH. Cena ZP je uvažována v úrovni 1 800 Kč/MWh bez DPH. Cena tepla z teplárny je uvažována v úrovni 3 100 Kč/MWh bez DPH.

3.6.3.2. Ostatní provozní náklady

Ostatní provozní náklady byly odhadnuty z plánu celkových režijních nákladů.

3.6.4. Stálé náklady

3.6.4.1. Náklady na opravy a údržbu

Tyto náklady byly odhadnuty z plánu celkových proměnných nákladů.

3.6.4.2. Režijní náklady

Režijní náklady byly odhadnuty z plánu celkových proměnných nákladů.

Tabulka 26: Výsledky ekonomického vyhodnocení pro návrhový stav č.1

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	KČ		618 500
z toho tržby za teplo a elektřinu	KČ		0,00
Investiční výdaje projektu celkem	KČ	-	7 252 040
Z toho			
náklady na přípravu projektu	KČ	-	
náklady na technologická zařízení a stavbu	KČ	-	7 252 040
náklady na přípojky	KČ	-	
Provozní náklady celkem	KČ/rok	930 800	312 300
Z toho			
náklady na energii	KČ/rok	930 800	312 000
náklady na opravu a údržbu	KČ/rok	0	0,00
osobní náklady (pojistné)	KČ/rok	0	0,00
ostatní provozní náklady	KČ/rok	0	0,00
náklady na emise a odpady	KČ/rok	0	0,00
Doba hodnocení	Roky	-	20
Diskont	-	-	3 %
T_{sd}- reálná doba návratnosti	Roky		11
NPV – čistá současná hodnota	Tis. Kč		4 757,7
IRR – vnitřní výnosové procento	%		9

Tabulka 27: Výsledky ekonomického vyhodnocení pro návrhový stav č.2

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	KČ		487 500
z toho tržby za teplo a elektřinu	KČ		0,00
Investiční výdaje projektu celkem	KČ	-	7 508 220
Z toho			
náklady na přípravu projektu	KČ	-	
náklady na technologická zařízení a stavbu	KČ	-	7 508 220
náklady na přípojky	KČ	-	
Provozní náklady celkem	KČ/rok	930 800	443 300
Z toho			
náklady na energii	KČ/rok	930 800	443 300
náklady na opravu a údržbu	KČ/rok	0	0,00
osobní náklady (pojistné)	KČ/rok	0	0,00
ostatní provozní náklady	KČ/rok	0	0,00
náklady na emise a odpady	KČ/rok	0	0,00
Doba hodnocení	Roky	-	20
Diskont	-	-	3 %
T_{sd}- reálná doba návratnosti	Roky		13
NPV – čistá současná hodnota	Tis. Kč		1 957,8
IRR – vnitřní výnosové procento	%		5

Náklady zahrnují materiál, opravy zařízení a plánovanou nebo preventivní údržbu. Obsahují také náklady na obsluhu, servis a revize zařízení. Pro energetické posudky dle § 9a odst. 1 písm. d) zákona se používá diskontní faktor ve výši 1,03.

Předpokládaná výše investic významně ovlivňuje ekonomickou efektivnost navrhovaných energetických úsporných opatření.

Je pravděpodobné, že ceny elektrické energie, plynu a tepla budou nadále mírně stoupat.

Navržená úsporná opatření mají dobrou ekonomickou efektivitu, což je způsobeno jejich vysokou investiční náročností.

3.7. Ekologické hodnocení

Posouzení ekologické proveditelnosti návrhu v rámci energetického posudku zahrnuje zhodnocení variant opatření a identifikaci optimální varianty.

Ekologické hodnocení se provádí pomocí posouzení emisí CO₂ výchozího stavu a stavu po provedení navržených opatření.

Emisní faktory uhlíku vyjadřují množství uhlíku nebo oxidu uhličitého vydávaného na jednotku energie ze spalovaného paliva.

Tabulka 28: Emisní faktory

Palivo nebo energie	t CO ₂ /MWh
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

Globální hodnocení CO₂ pro zjištění indikátoru „Snížení emisí skleníkových plynů“

Tabulka 29: Globální hodnocení CO₂ pro návrhovou variantu č.1

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzování návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
CO ₂	107,63	37,49	70,14	65,17

Výsledný dopad navrhovaných opatření na produkci emisí je významný.

Měrná finanční náročnost snížení emisí skleníkových plynů je 1448,85 tis. Kč/t CO₂/rok bez DPH (1753,21 tis. Kč vč. DPH).

Tabulka 30: Globální hodnocení CO₂ pro návrhovou variantu č.2

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzování návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
CO ₂	107,63	30,49	77,13	71,67

Výsledný dopad navrhovaných opatření na produkci emisí je významný.

Měrná finanční náročnost snížení emisí skleníkových plynů je 1593,24 tis. Kč/t CO₂/rok bez DPH (1927,93 tis. Kč vč. DPH).

3.7.1. Závěrečná doporučení

Na základě ekonomického vyhodnocení je možné doporučit návrhovou variantu č.1 jako preferovanou ve srovnání s návrhovou variantou č.2. První varianta zahrnuje opatření jako výměna výplní otvorů a zateplení obvodových konstrukcí (opatření 1 až 4), což se jeví jako výhodnější možnost než druhá varianta, která navíc zahrnuje instalaci tepelného čerpadla vzduch-voda. S ohledem na současné ceny energie a náklady na provoz je ekonomická výhodnost provozu bytového domu s centrálním zásobováním teplem zjevně větší než provoz s tepelným čerpadlem. Investiční náklady první varianty jsou přibližně o 256 tisíc Kč nižší ve srovnání s druhou variantou. Pokud se porovná přínos projektu, varianta č.1 ukazuje lepší výsledky s přínosem o 131 tisíc Kč vyšším než varianta č.2.

Souhrn opatření ke snížení spotřeby energie, jejichž realizace zajišťuje následující:

- snížení spotřeby tepla spojenou s provedením opatření ve stavební části,
- splnění normových požadavků na obálku budovy.

Výše uvedená specifikace zahrnuje následující opatření:

Opatření č. 1 – Výměna výplní otvorů

Opatření č. 2 – Zateplení obvodových stěn

Opatření č. 3 – Zateplení střechy

Opatření č. 4 – Zateplení podlahy k suterénu

Dosažitelné úspory energie a odpovídající ekonomické efekty jsou následující:

Předpokládaná roční úspora primární energie	730,8 GJ, 203 MWh
Předpokládaná roční úspora nákladů za energie	618,5 tis. Kč bez DPH
Cena spořené energie	1,18 tis. Kč/GJ

Realizací souboru opatření se sníží celková spotřeba energie o cca 65,9 %.

3.8. Energetický specialista doporučuje realizovat v energetickém posudku navržený soubor opatření.

Pro dosažení výpočtových parametrů energeticky úsporných opatření je klíčové dodržení následujících podmínek

- využití budovy pro deklarovaný účel, tedy využití zařízení minimálně ve stávající úrovni plného provozu,
- dodržení technických a cenových parametrů použitých výrobků a prací předpokládaných v kapitolách 3.4. až 3.6.,
- dosažení výpočtových klimatických podmínek pro danou lokalitu a výpočtových vnitřních teplot v objektu odpovídajících jeho využití.

Nízkonákladová a beznákladová opatření je možné doporučit k okamžité realizaci.

Důležité parametry z EP:

- Ekologické parametry:

Měrná finanční náročnost snížení emisí skleníkových plynů je 774,3 tis. Kč/t CO₂. rok bez DPH.

- Ekonomické parametry:

Tabulka 31: Výsledky ekonomického vyhodnocení doporučená varianta

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	Kč		618 500
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč		0,00
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	7 252 040
Z toho			
náklady na přípravu projektu	Kč	-	
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	7 252 040
náklady na přípojky	Kč	-	
Provozní náklady celkem	Kč/rok	930 800	312 300
Z toho			
náklady na energii	Kč/rok	930 800	312 000
náklady na opravu a údržbu	Kč/rok	0	0,00
osobní náklady (pojistné)	Kč/rok	0	0,00
ostatní provozní náklady	Kč/rok	0	0,00
náklady na emise a odpady	Kč/rok	0	0,00
Doba hodnocení	Roky	-	20
Diskont	-	-	3 %
T_{sd}- reálná doba návratnosti	Roky		11
NPV - čistá současná hodnota	Tis. Kč		4 757,7
IRR - vnitřní výnosové procento	%		9

4. SOUHRN ENERGETICKÉHO POSUDKU

Evidenční list energetického posudku podle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo 1/ 2023

1. Část – Identifikační údaje

1. jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu energetického posudku

SVJ Šárecká 1962 a 1963

2. Adresa bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování

a) ulice

Šárecká

b) č.p./č.o.

1963/3

c) část obce

Praha 6

d) obec

Praha

e) PSČ

160 00

f) email

martina.rambouskova@seznam.cz

g) telefon

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

Martina Rambousková

b) kontakt

martina.rambouskova@seznam.cz

5. Předmět energetického posudku

a) název

Stavební úpravy bytového domu Šárecká

b) adresa nebo umístění

k.ú. Dejvice, parc. č. 3136/2, 3136/3, kraj Středočeský

c) popis předmětu energetického posudku

Předmětem energetického posudku je návrh a posouzení energeticky úsporných opatření a zhodnocení přínosu dotačního titulu za účelem zvýšení tepelné ochrany obálky budovy. Tato analýza zahrnuje porovnání dvou variant návrhů úsporných opatření a na základě ekonomického a ekologického vyhodnocení určení vhodnějšího zdroje vytápění pro bytový dům.

2. Část – Seznam stanovených kritérií

1. Energetická kritéria

Snížení konečné spotřeby energie: >0 [MWh],
Snížení neobnovitelné primární energie: ≥ 30 % [MWh].

2. Ekologická kritéria

Snížení přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů: ≥ 30 %,
Hospodářské činnosti vztahující se k předmětným opatřením
v rámci projektu významně nepoškozují environmentální cíle.

3. Ekonomická kritéria

IRR < 20%

4. Technická a ostatní kritéria

Projekt plní všechny relevantní specifické podmínky Výzvy, ke kterým se
vyjádřil energetický specialista a žadatel.

3. Část – Popis stávajícího stavu předmětu energetického posudku

1. Charakteristika hlavních činností

Pro vytápění budovy slouží soustava zásobování tepelnou energií s jmenovitým
topným výkonem 67 kW. Pro vytápění půdní vestavby jsou k dispozici dva
samostatní plynové kotle v jednotlivých bytech, s jmenovitým topným výkonem
24 kW každý.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla			b) zdroje elektriny		
počet	3	ks	počet		ks
instalovaný výkon	0,115	M W	instalovaný výkon		MW

roční výroba	<input type="text"/>	MWh	roční výroba	<input type="text"/>	MWh
roční spotřeba paliva	1088,64	GJ/r	roční spotřeba paliva	<input type="text"/>	GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet	<input type="text"/>	ks	druh OZE	<input type="text"/>	
instal. výkon elektrický	<input type="text"/>	M W	druh DEZ	<input type="text"/>	
instal. výkon tepelný	<input type="text"/>	M W	fosilní zdroje	<input type="text"/>	
roční výroba elektřiny	<input type="text"/>	MWh			
roční výroba tepla	<input type="text"/>	MWh			
roční spotřeba paliva	<input type="text"/>	GJ/r			
3. Spotřeba energie					
<u>Druh spotřeby</u>	<u>Příkon</u>		<u>Spotřeba energie</u>		<u>Energonositel</u>
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	<input type="text"/>	MW	0,6	MWh/r	<input type="text"/>
Vytápění	<input type="text"/>	MW	270	MWh/r	GZT, ZP
Chlazení	<input type="text"/>	MW	0,3	MWh/r	Elektřina
Příprava TV	<input type="text"/>	MW	32	MWh/r	GZT, ZP
Větrání	<input type="text"/>	MW	<input type="text"/>	MWh/r	<input type="text"/>
Úprava vlhkosti	<input type="text"/>	MW	<input type="text"/>	MWh/r	<input type="text"/>

Osvětlení		MW	5	MWh/r	Elektrina
Technologie		MW		MWh/r	
Celkem		MW	307,9	MWh/r	

4. část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

Opatření č.1 - Výměna výplní otvorů
 Opatření č.2 - Zateplení obvodových stěn
 Opatření č.3 - Zateplení střechy
 Opatření č.4 - Zateplení podlahy k suterénu

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	307,9	MWh/r	105	MWh/r	203	MWh/r
Náklady	930,8	tis.Kč/r	312,3	tis.Kč/r	618,5	tis.Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	270	MWh/r	66	MWh/r	204	MWh/r
Chlazení	0,3	MWh/r	0,5	MWh/r	-0,2	MWh/r
Příprava TV	32	MWh/r	33	MWh/r	-1	MWh/r
Větrání		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Úprava vlhkosti		MWh/r		MWh/r		MWh/r

Osvětlení	<input type="text" value="5"/>	MWh/r	<input type="text" value="5"/>	MWh/r	<input type="text" value="0"/>	MWh/r
Technologie	<input type="text"/>	MWh/r	<input type="text"/>	MWh/r	<input type="text"/>	MWh/r

3. Dosažená úspora energie jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	<input type="text" value="5,51"/>	MWh	<input type="text" value="5,65"/>	MWh	<input type="text" value="-0,14"/>	MWh
SZTE	<input type="text" value="279"/>	MWh	<input type="text" value="84"/>	MWh	<input type="text" value="195"/>	MWh
ZP	<input type="text" value="23,4"/>	MWh	<input type="text" value="15,3"/>	MWh	<input type="text" value="8,1"/>	MWh
TO	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh
Uhlí	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh
OZE	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh
Ostatní	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh	<input type="text"/>	MWh

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření

Náklady při výrobě energie		Náklady při distribuci energie	
OZE	<input type="text"/> %	Rozvody tepla	<input type="text"/> %
KVET	<input type="text"/> %	Ostatní	<input type="text"/> %
Ostatní	<input type="text"/> %		
Náklady při spotřebě energie			
Budovy - úprava obálky	<input type="text" value="100"/> %	Technologie	<input type="text"/> %
Budovy - technické systémy	<input type="text"/> %	Ostatní	<input type="text"/> %

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	3	%
NPV	4 757,7	tis. Kč	investiční náklady	7 252 040	tis. Kč
reálná doba návratnosti	11	roků	peněžní toky	319,8	tis. Kč/r
IRR	9	%	NPV		tis. Kč
rok realizace	2024				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)					
PM ₁₀					
PM _{2,5}					
SO ₂					
NO _X	107,63	37,49	70,14	30,49	77,13
NH ₃					
VOC					
CO ₂					

5. Část – Výsledky posouzení pravidelnosti návrhu podle stanovených kritérií

1. Proveditelnost podle energetických kritérií

Ano

2. Proveditelnost podle ekologických kritérií

Ano

3. Proveditelnost podle ekonomických kritérií

Ano

4. Proveditelnost podle technických a ostatních kritérií

Ano

6. Část – Údaje o energetickém specialistovi

Jméno (jména) a
příjmení/obchodní firma

Bc. Julie Farkhutdinova

Identifikační číslo osoby

Číslo oprávnění v seznamu energetických specialistů

Datum vydání oprávnění

Osoba pověřena jednáním (jméno a
příjmení)

Údaje o určené osobě

V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) zákona určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.

Jméno (jména) a příjmení

Číslo oprávnění v seznamu energetických specialistů

Podpis určené osoby

Podpis energetického specialisty

Datum zpracování energetického posudku

12.2023



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

TERMOGRAFICKÉ MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iuliia Farkhutdinova

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D

BRNO 2024

ÚVOD

V praktické části mé diplomové práce jsem se věnovala termografickému měření bytového domu situovaného v Praze. Cílem mého výzkumu je důkladná analýza tepelných vlastností tohoto objektu využitím termografické techniky.

Pomocí termovizní kamery byli posouzeny obvodové konstrukcí, výplně otvorů a vzájemné napojení konstrukčních prvků. Průběh měření proběhl jak z vnějšího prostředí, tak i vnitřních prostorech objektu. Důkladným zmapováním tepelných vlastností budovy s ohledem na různé části a jejich propojení, což by mělo přinést důležité poznatky o energetické efektivitě daného objektu.



1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1. Řešený objekt

Adresa: Šárecká 1963, Praha 6 – Dejvice, 160 00
Charakter stavby: Stávající bytový dům

1.2. Objednatel

Objednatel: Společenství vlastníků Šárecká 1962 a 1963, Praha 6
IČO: 28187164
Odpovědný zástupce: Martina Rambousková

1.3. Zhotovitel

Zhotovitel: Bc. Farkhutdinova Julie

2. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Lokalita: 50.101, 14.384
Teplota exteriér: 1 °C
Vlhkost vzduchu exteriér: 64 %
Teplota interiér: 15–20 °C
Srážky: 0 mm
Tlak: 1021 hPa
Okolí: Městská zástavba, samostatně stojící dům
Další faktory: bezvětrí, polojasno
Přístroj: kamera testo 883, kalibrace 17. 10. 2022
Datum měření: 02.03.2023

3. POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU

Studovaný objekt představuje samostatně stojící bytový dům s dvěma vstupy. Jeho výstavba proběhla v období mezi lety 1950 a 1960, a později, v letech 1999-2002, prodělal dvě rekonstrukce, přičemž v roce 2004-2005 došlo k půdní vestavbě. Sídlí v atraktivní lokalitě Prahy v Dejvicích, konkrétně v ulici Šárecká. Disponuje čtyřmi nadzemními podlažími, obytným podkrovím a jedním podzemním patrem. Projektová dokumentace není k dispozici, což omezuje detailnější analýzu. Celkem je v domě umístěno 16 bytových jednotek, s dalšími 2 byty ve vybudovaném půdním

prostoru. Stěny, tvořené plnými pálenými cihlami o tloušťce 450 mm, zatím nebyly zatepleny. Střecha objektu je šikmá a izolována minerální vatou s tloušťkou 160 mm. Okenní výplně jsou plastové s izolačním dvojsklem, což přispívá k tepelné účinnosti.

4. POPIS MĚŘENÍ

Dne 2. 3. 2023 se uskutečnila termografická analýza s využitím termovizní kamery testo 883 podle normy ČSN EN 13187 (730560) - Tepelné chování budov – Kvalitativní určení, která se zaměřuje na tepelné chování stavebních konstrukcí a kvalitativní určení tepelných nepravidelností v obálce budov prostřednictvím infračervené metody. Toto měření bylo prováděno ve večerních hodinách, v době, kdy existovala dostatečná teplotní diference mezi interiérem a exteriérem, při absenci sluneční radiace a bez vlivu větrných podmínek. Cílem bylo detailní zkoumání tepelně technických charakteristik obvodových konstrukcí a identifikace možných bodů tepelné ztráty, včetně analýzy tepelných mostů, konkrétních spojů okolo výplní otvorů a propojení různých částí obvodových konstrukcí. Sledování bylo prováděno jak na vnějších stranách budovy, tak i vnitřních prostorách, zahrnujících bytové a komunikační prostory.

5. VYHODNOCENÍ

Únik tepla přes obvodové stěny v rámci bytového domu je obecně vyrovnaný a struktura není postižena závažnými vadami. Avšak, vzhledem k tepelným vlastnostem této konstrukce jsou zde výrazné tepelné ztráty, zvláště při srovnání se střešním pláštěm. Termografické snímky odhalují přítomnost tepelných mostů v obálce budovy, kde některé z nich jsou zanedbatelné (například spoj střešního pláště s obvodovými stěnami). Výraznější tepelné mosty jsou patrné při osazení výplní otvorů a u některých částí okenních rámových částí, což dále zvyšuje tepelné ztráty. Zjištěna je ztráta tepla i skrz funkční spáry u vchodových dveří. Naproti tomu spojení obvodových stěn se suterénem je bez tepelných mostů.

Tepelné vlastnosti střešního pláště jsou, ve srovnání s ostatními částmi konstrukce, hodnoceny jako lepší díky použití tepelné izolace. Významný únik tepla byl zaznamenán z technické místnosti, kde je umístěna výměňková stanice. Termografické snímky ukazují významný únik tepla skrz okenní výplně a stěnu suterénu.

V interiéru lze pozorovat efekty tepelných mostů – povrchová teplota stěn v některých částech klesá až na hodnotu 13,5 °C, což se mírně liší od běžné teploty kolem 15 °C. Nižší povrchové teploty byly zaznamenány ve všech prozkoumaných bytech, jak v spojích obvodových stěn, tak v místech osazení okenních výplní a na samotných okenních výplních.

6. ZÁVĚR

Zlepšení tepelně technických vlastností obvodových stěn je zásadní pro snížení tepelných ztrát a zvýšení povrchových teplot v interiéru. Tím by se potenciálně omezil jev kondenzace na površích konstrukcí a předcházelo by se vzniku plísní. Důležité je také udržovat vhodnou relativní vlhkost vzduchu, ideálně pod 50 %, což by vyžadovalo udržování teploty v interiéru minimálně na 20 °C. Nicméně, tato strategie je náročná z ekonomického hlediska kvůli zvýšeným provozním nákladům na energii.

Je vhodné prověřit stav a funkčnost spár a těsnění u okenních výplní a případně je seřídít či vyměnit. Totéž platí pro vchodové dveře, kde kontrola těsnosti může předejít tepelným ztrátám.

Termografické snímky ukazují únik tepla přes nezateplené stěny a okenní výplně u výměňkové stanice v objektu. Navrhuji provést kontaktní zateplení, které bude navazovat na zateplení stěn včetně oblasti soklu a stěn suterénu. Tato opatření by měla minimalizovat tepelné ztráty a zlepšit tepelně izolační vlastnosti.

Vstup do bytového domu, východní strana



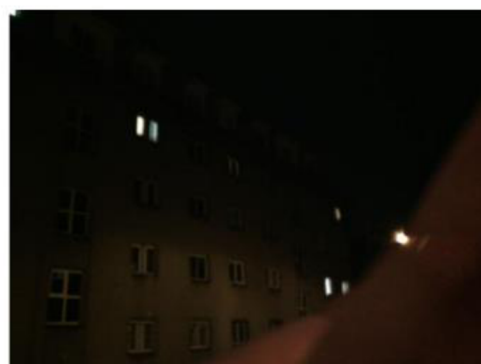
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	1,2
Nejchladnější bod	-4,9
Nejteplejší bod	7,0
Oblast průměru	1,5

Výsledek: Teplo uniká z oken v suterénu a vytvářejí se tepelné mosty na místech, kde jsou umístěny výplně. Stejně tak jsou zde tepelné mosty ve spojích konstrukcí, což přispívá k větším tepelným ztrátám.

Fasáda a střecha, západní strana



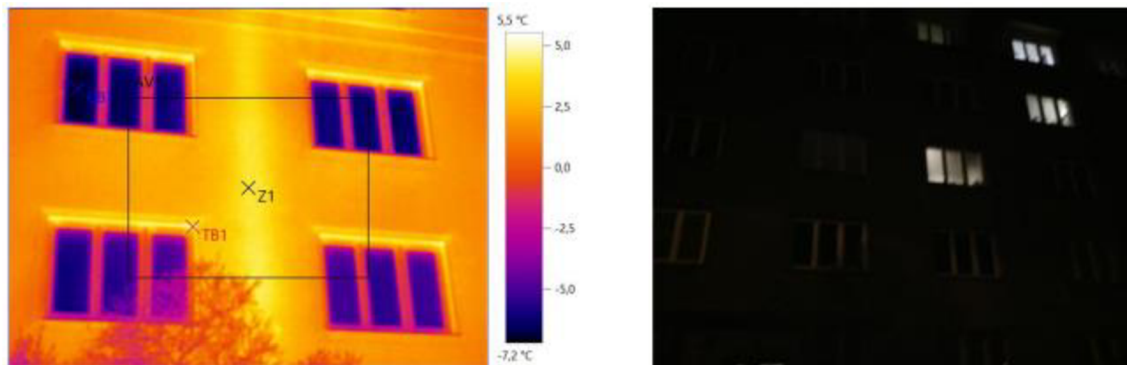
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	5,1
Nejchladnější bod	-32,9 (z důvodu focení oblohy)
Nejteplejší bod	17,7
Oblast průměru	4,1

Výsledek: Rovnoměrný únik tepla – obvodová konstrukce je bez závad, avšak je zde vyšší únik tepla v místech spojení konstrukce střechy a obvodových stěn – to je způsobeno konstrukčním provedením. Výrazný únik tepla se vyskytuje u pootevřeného okna ve vrchním patře a jsou zde také zjištěny tepelné mosty u výplňí otvorů.

Obvodová stěna a okenní výplně, východní strana



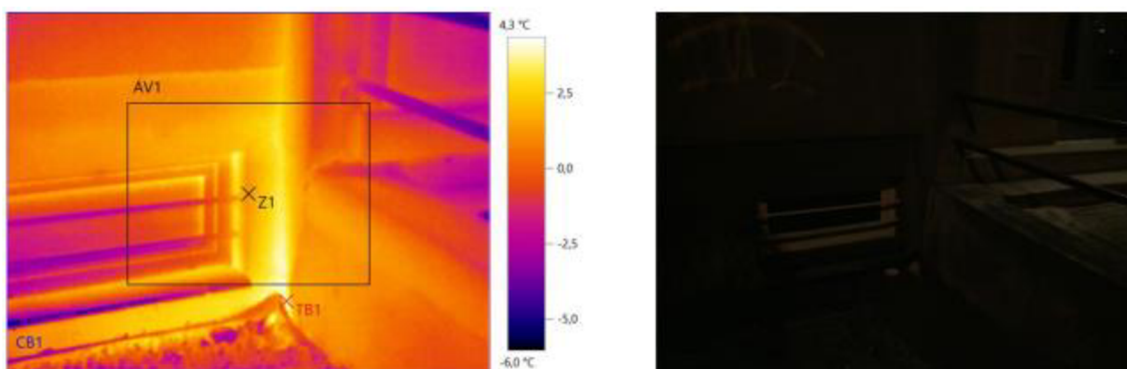
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	3,7
Nejchladnější bod	-7,2
Nejteplejší bod	5,5
Oblast průměru	1,1

Výsledek: Jde o tepelné mosty, které se nacházejí v místech, kde jsou okenní výplně osazeny do fasády. Tato místa představují body zvýšených tepelných ztrát, kde nedostatečná tepelná izolace či špatné provedení osazení výplňí umožňují únik tepla z budovy.

Suterén – napojení konstrukcí, západní strana



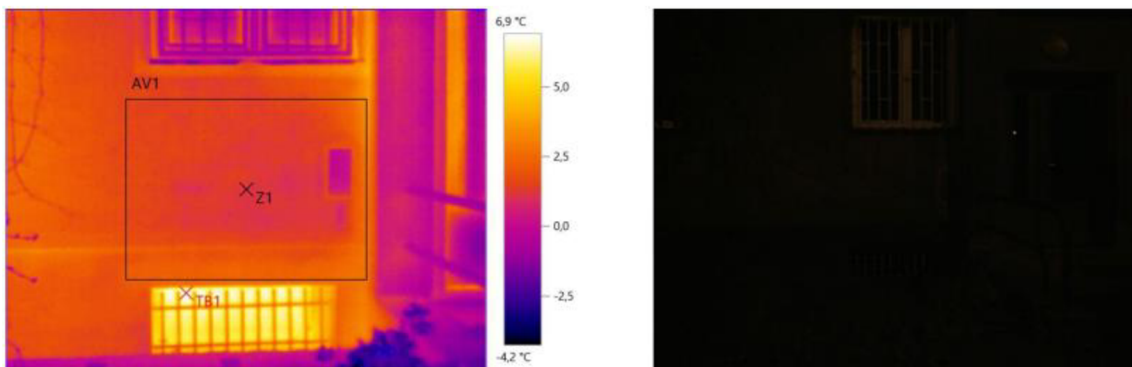
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	1,2
Nejchladnější bod	-6,0
Nejteplejší bod	4,3
Oblast průměru	1,0

Výsledek: Tepelný most vznikající v místech spojení jednotlivých konstrukcí objektu. Tento jev představuje místo, kde dochází ke zvýšené tepelné ztrátě v důsledku nedostatečné tepelné izolace nebo nesprávného spojení stavebních prvků, což způsobuje výraznější únik tepla z budovy.

Suterén – technická místnost, západní strana



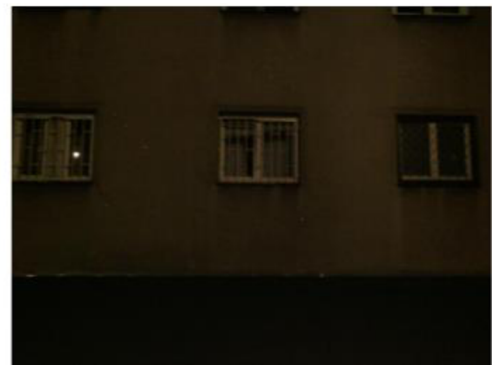
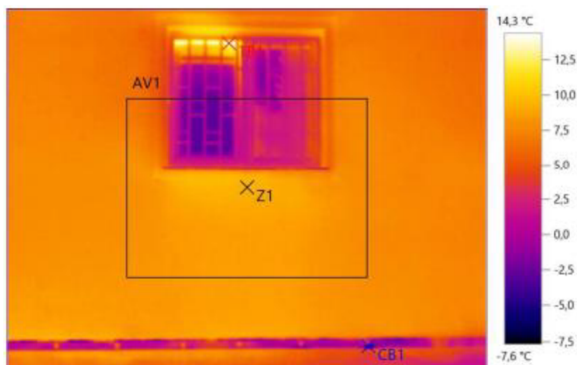
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	1,0
Nejchladnější bod	-4,2
Nejteplejší bod	6,9
Oblast průměru	1,3

Výsledek: Únik tepla, který probíhá přes samotnou okenní výplň suterénu, je patrný a způsobuje ztrátu tepla z objektu.

Přízemí – návaznost obvodových stěn na suterén, západní strana



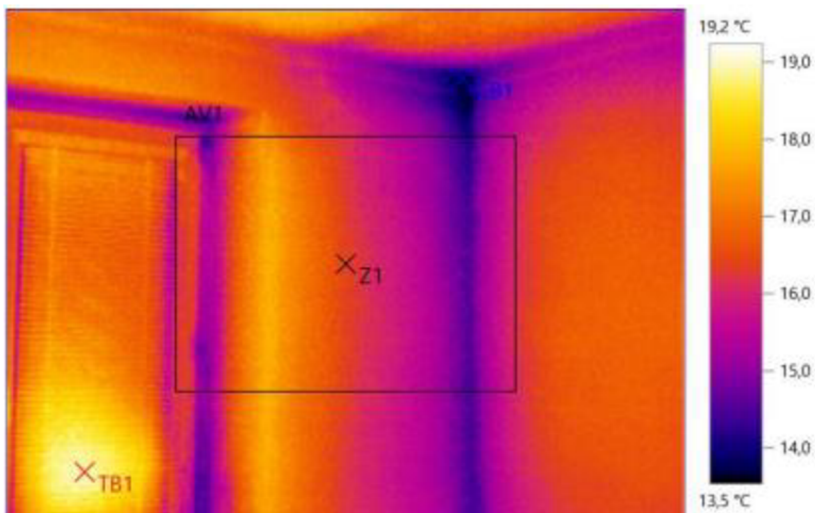
Stupeň emisivity: 0,93

Odraž. teplota [°C]: 1,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	8,7
Nejchladnější bod	-7,6
Nejteplejší bod	14,3
Oblast průměru	5,6

Výsledek: Okno nedokonale utěsněné, či částečně otevřené. Návazností suterénu a obvodových stěn bez tepelných mostů.

Byt v 1NP – roh obývacího pokoje



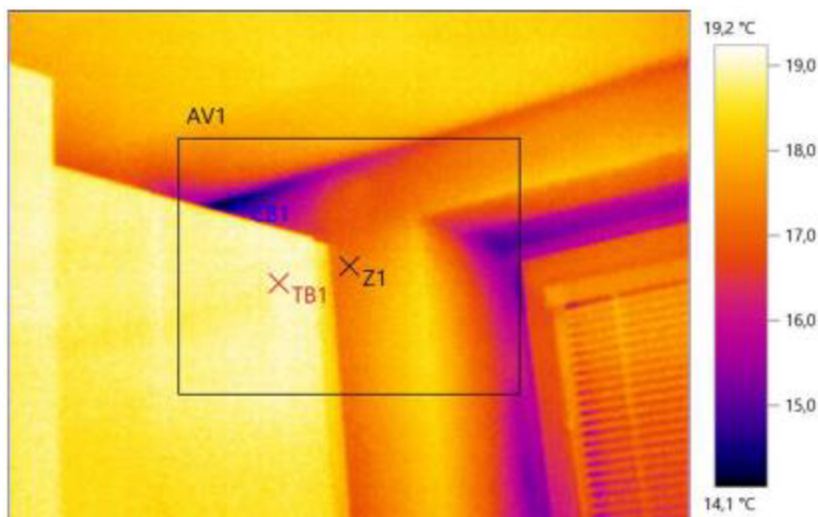
Stupeň emisivity: 0,95

Odraž. teplota [°C]: 20,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	16,3
Nejchladnější bod	13,5
Nejteplejší bod	19,2
Oblast průměru	16,0

Výsledek: Tepelné mosty, které se nacházejí na místech spojení jednotlivých konstrukčních prvků (obvodové stěny a strop) a také v místech, kde je okno osazeno do konstrukce. Tyto body jsou místy zvýšené tepelné ztráty, kde nedostatečná tepelná izolace nebo nevhodné provedení spoje konstrukcí způsobují významný únik tepla z objektu.

Byt v 1NP – kuchyň



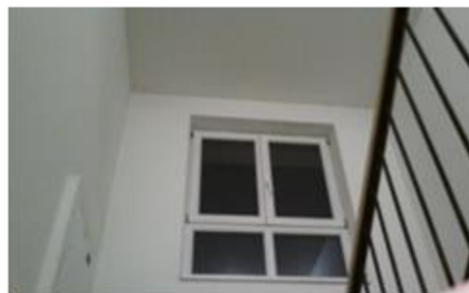
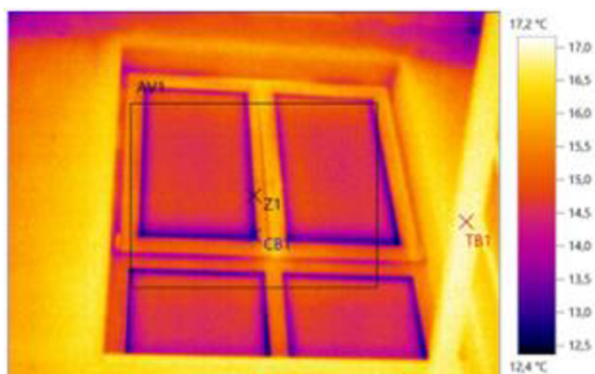
Stupeň emisivity: 0,95

Odraž. teplota [°C]: 20,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	17,2
Nejchladnější bod	14,1
Nejteplejší bod	19,2
Oblast průměru	17,6

Výsledek: Výskyt tepelných mostů na spoji konstrukcí – povrchová teplota se pohybuje kolem 14–15 °C a také v místech, kde je okno osazeno do obvodové konstrukce.

Okenní výplň v komunikačním prostoru



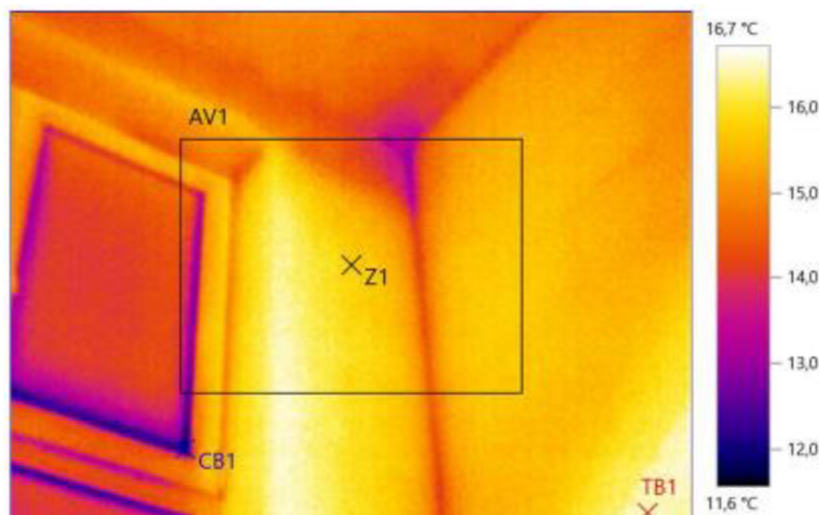
Stupeň emisivity: 0,95

Odraž. teplota [°C]: 16,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	13,7
Nejchladnější bod	12,4
Nejteplejší bod	17,2
Oblast průměru	14,6

Výsledek: Jde o drobné tepelné mosty, které se vyskytují v místech, kde jsou okenní výplně osazeny či spojeny. Tyto body představují místa zvýšené tepelné ztráty, kde nedostatečná tepelná izolace nebo nesprávné spojení částí výplně způsobují únik tepla z budovy.

Styk obvodových stěn a střešního pláště – v oblasti schodiště



Stupeň emisivity: 0,95

Odraž. teplota [°C]: 15,0

Měřený objekt	Teplota [°C]
Bod měření	15,8
Nejchladnější bod	11,6
Nejteplejší bod	16,7
Oblast průměru	15,3

Výsledek: Jde o menší tepelný mosty, který se projevuje v místě napojení obvodových stěn a střechy. Tyto body představují místa zvýšené tepelné ztráty, kde nedostatečná tepelná izolace nebo nevhodné provedení spoje konstrukcí způsobují únik tepla z objektu.

ZÁVĚR

Hlavní účel diplomové práce je provést energetický posudek a posoudit zdroje tepla v bytovém domě v Praze. Práce se zaměřuje na srovnání dvou variant – centrální zásobování teplem a tepelné čerpadlo vzduch-voda – s důrazem na jejich ekonomickou efektivitu a ekologické dopady.

Teoretická část se zabývá důkladným zkoumáním konceptu centrálního zásobování teplem, jeho výhod a významu v současném energetickém prostředí. Hlavním cílem je poskytnout komplexní přehled o fungování tohoto systému a jeho vlivu na energetickou efektivitu a udržitelnost v porovnání s jinými metodami vytápění.

V rámci výpočtové části se pomocí energetického posudku analyzují a porovnávají dva zdroje tepla pro daný bytový dům za předpokladu navržených úsporných opatření. V důsledku analýzy vyplynul návrh optimální varianty z hlediska hospodárnosti a ohleduplnosti k životnímu prostředí.

Experimentální část práce se věnuje termografickému měření bytového domu, zaměřujícího se na detailní analýzu tepelných vlastností objektu pomocí termografické techniky.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROŮ

Zákony, vyhlášky, normy

- Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření energií v platném znění.
- Zákon 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)
- Vyhláška č. 141/2021 Sb., o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie
- Vyhláška č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie
- Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška č. 194/2007 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé užitkové vody, měrné ukazatele spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.
- ČSN 730540-1; ČSN 730540-2; ČSN 730540-3; ČSN 730540-4
- Vyhláška č. 15/2022 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 141/2021 Sb., o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie
- ČSN ISO 50006 - Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie (EnB) a ukazatelů energetické náročnosti (EnPI) - Obecné zásady a návod
- ČSN ISO 50015 - Měření a ověřování energetické náročnosti organizací - Obecné zásady a návod.

Zdroje obrázků

- [1] Časopis CzechIndustry – Ekologické teplo pro Prahu již 85 let [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://www.casopisczechindustry.cz/products/de-ekologicke-teplo-pro-prahu-jiz-85-let/>
- [2] Pražská teplárenská – Historie [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://www.ptas.cz/historie/>
- [3] oEnergetice.cz – Elektrárna Dětmárovice na Karvinsku přestane do dvou let využívat uhlí [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://oenergetice.cz/teplo/elektrarna-detmarovice-na-karvinsku-prestane-do-dvou-let-vyuzivat-uhli>
- [4] Skupina ČEZ – Hodonín má rekonstrukci za sebou z biomasy vyrobí více

- [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/hodonin-ma-rekonstrukci-za-sebou-z-biomasy-vyrobi-vice-48518>
- [5] Mostecký deník - Elektrárna Počerady změní majitele. Převezme ji Sev.en Energy Pavla Tykače [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: https://mostecky.denik.cz/zpravy_region/prodej-elektrarna-pocerady-tykac-seven-energy-20200102.html
- [6] Teplárny Brno – Provozy a sítě [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://www.teplarny.cz/cs/provozy-a-szte>
- [7] Pražská teplárenská – Jak to funguje [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://www.ptas.cz/jak-to-funguje/>
- [8] Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/>
- [9] TZB-info – Výpočet denostupňů [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/103-vypocet-denostupnu>
- [10] OPZP – Metodický návod pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu [online]. Copyright [cit. 05.01.2024]. Dostupně z: https://opzp.cz/files/documents/storage/2023/03/01/1677681749_Metodick%C3%BD%20n%C3%A1vod%20pro%20spln%C4%9Bn%C3%AD%20po%C5%BEadavku%20na%20zaveden%C3%AD%20EM.pdf

Internetové zdroje

- MPO – Zprava o vývoji energetiky v oblasti tepla za rok 2020 [online]. Dostupně z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/statistika-a-evidence-cerpacich-a-dobijecich-stanic/2022/10/Zprava-o-vyvoji-energetiky-v-oblasti-tepla-za-rok-2020.pdf>
- TZB-info – Centrální systémy zásobování teplem nebo tepelná čerpadla? [online]. Dostupně z: <https://energetika.tzb-info.cz/teplarenstvi/11552-centralni-systemy-zasobovani-teplem-nebo-tepelna-cerpadla>
- Sčítání 2021 – Vytápění bytu [online]. Dostupně z: <https://scitani.gov.cz/vytapeni-bytu>
- Srovnejto – Srovnání nákladů na vytápění: Kolik zaplatíte za topení elektřinou nebo plynem? [online]. Dostupně z: <https://www.srovnejto.cz/blog/srovnani-nakladu-na-vytapeni-kolik-zaplatite-za-topeni-elekrinou-nebo-plynem/>
- České stavby – Centrální zásobování teplem šetří přírodu [online]. Dostupně z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/instalace-centralniho-zasobovani-teplem-19237.html>

Použité programy

AutoCad

ENERGETIKA (Deksoft)

TEPELNÁ TECHNIKA 1D (Deksoft)

Microsoft Excel

Microsoft Word

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLU

Zkratky.

BD	Bytový dům
CZT	Centrální zásobování teplem
CO ₂	Oxid uhličitý
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČSN	Česká státní norma
DPH	Daň z přidané hodnoty
EA	Energetický audit
ELTO	Extralehký topný olej
EP	Energetický posudek
EU	Evropská unie
HDV	Hlavní domovní vedení
IČO	Identifikační číslo organizace
IS	Informační systém
LTO	Lehký topný olej
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MV ČR	Ministerstvo vnitra České republiky
NO _x	Oxidy dusíku
NH ₃	Amoniak
NZU	Nová zelená úsporám
OZE	Obnovitelné zdroje energií
PSČ	Poštovní směrovací číslo
SEI	Státní energetická inspekce
SO ₂	Oxid siřičitý
SVJ	Společenství vlastníků jednotek
SZTE	Soustava zásobování tepelnou energií
TV	Teplá voda
ÚT	Ústřední topení
VOC	Těkavá organická látka
VZT	Vzduchotechnika

Symbols.

A	Plocha obálky budovy [m ²]
A _c	Celková podlahová plocha [m ²]
A _{f,int}	Čistá podlahová plocha [m ²]
c	Měrná tepelná kapacita vody [kJ/(kg.K)]
d	Tloušťka [m]
EER	Koeficient energetické účinnosti
f _{Rsi}	Teplotní faktor
H _T	Měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
IN	Počáteční investice
IO	Celková hodnota investic
IRR	Vnitřní výnosové procento
NPV	Čistá současná hodnota
Q	Instalovaný výkon [kW]
r	Diskont
R	Tepelný odpor konstrukce [(m ² .K)/W]
R _{si}	Tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [(m ² .K)/W]
R _{se}	Tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [(m ² .K)/W]
U	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]
U _N	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m ² .K)]
U _D	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m ² .K)]
V	Objem budovy [m ³]
T _s	Doba návratnosti
T _{sd}	Reálná doba návratnosti
T _ž	Doba živostnosti projektu
λ	Součinitel tepelné vodivosti [W/(mK)]
ρ	Objemová hmotnost [kg/m ³]
μ	Faktor difuzního odporu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Holešovická elektrárna 1929, [1].....	12
Obrázek 2: Pražská teplárenská 1992, [2]	13
Obrázek 3: Tepelná elektrárna Dětmarovice, [3]	14
Obrázek 4: Hodonínská elektrárna, [4].....	15
Obrázek 5: Elektrárna Počeradý, [5]	15
Obrázek 6: Část distribuční sítě v Brně, [6]	16
Obrázek 7: Způsob vytápění za období 1991–2021	20
Obrázek 8: Způsob vytápění 2021	20

Obrázek 9: Zdroje tepelné energie v domácnostech 2021	21
Obrázek 10: Hlavní zdroje vytápění za období 2010-2020.....	21
Obrázek 11: Schéma předávací stanice, [7].....	27
Obrázek 12: Pohled východní.....	38
Obrázek 13: Pohled západní.....	38
Obrázek 14: Katastrální mapa, [8].....	39
Obrázek 15: Katastrální mapa ortofoto, [8].....	39
Obrázek 16: Počet denostupňů D_{20} [9]	41
Obrázek 17: Energetický management, [10]	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Naplnění kritérií návrhová varianta č.1	34
Tabulka 2: Naplnění kritérií návrhová varianta č.2	35
Tabulka 3: Bilance přínosů projektu návrhová varianta č.1	35
Tabulka 4: Bilance přínosu projektu návrhová varianta č.2.....	35
Tabulka 5: Vymezení kritérií programu podpory	36
Tabulka 6: Historie spotřeby energie za poslední 2 roky	40
Tabulka 7: Přepočtení spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr	42
Tabulka 8: Analýza užití energie – předmět energetického posudku	43
Tabulka 9: Geometrické charakteristiky budovy.....	48
Tabulka 10: Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy.....	48
Tabulka 11: Klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla.....	48
Tabulka 12: Analýza užití energie – stávající stav	52
Tabulka 13: Analýza užití energie – návrhová var. č.1	55
Tabulka 14: Analýza užití energie – návrhová var. č.2	56
Tabulka 15: Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů var.č.1	57
Tabulka 16: Výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů var.č.2.....	58
Tabulka 17: Naplnění kritérií – návrhová varianta č.1	59
Tabulka 18: Naplnění kritérií – návrhová varianta č.2	60
Tabulka 19: Investiční položky – stavební část.....	61
Tabulka 20: Investiční položky –technologická část.....	62
Tabulka 21: Investice – návrhová varianta č.1.....	62
Tabulka 22: Investice – návrhová varianta č.2.....	62
Tabulka 23: Výdaje – návrhová varianta č.1	62
Tabulka 24: Výdaje – návrhová varianta č.2	62
Tabulka 25: Forma a výše podpory	63
Tabulka 26: Výsledky ekonomického vyhodnocení pro návrhový stav č.1	64
Tabulka 27: Výsledky ekonomického vyhodnocení pro návrhový stav č.2.....	64
Tabulka 28: Emisní faktory.....	65
Tabulka 29: Globální hodnocení CO_2 pro návrhovou variantu č.1	65
Tabulka 30: Globální hodnocení CO_2 pro návrhovou variantu č.2	65

Tabulka 31: Výsledky ekonomického vyhodnocení doporučená varianta..... 67

SEZNAM PŘÍLOH

P1	Půdorys 1.NP
P2	Půdorys 2.NP – 4.NP
P3	Půdorys 5.NP
P4	Schéma zapojení výměňkové stanice
P5	Schéma zapojení tepelného čerpadla vzduch-voda