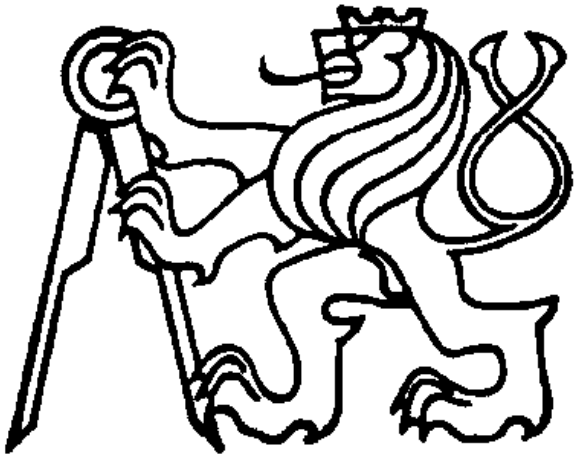
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023 Bc. Lukáš Ježek

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Ježek** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **477510**

Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**

Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**

Studijní program: **Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ekonomické vyhodnocení rekonstrukce a novostavby rodinného domu

Název diplomové práce anglicky:

An economic evaluation of reconstruction and new construction of a family house

Pokyny pro vypracování:

Seznámení s pojmy, novostavba, rekonstrukce
Návrh variant a posouzení jejich energetické náročnosti
Ocenění jednotlivých variant v cenové soustavě
Ekonomické a energetické vyhodnocení variant

Seznam doporučené literatury:

DOTY, Steve a Wayne C. TURNER. Energy management handbook. 7th ed. Lilburn, GA: Fairmont Press, c2009. ISBN 0-88173-609-0.
POJAR, Jan, Jiří KARÁSEK, Michal BAČOVSKÝ, Jakub KVASNICA a Lucie MEDOVÁ. Energetický management budov. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 9788001066836.
SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Iveta STŘELCOVÁ, Stanislav VITÁSEK a Michal STRNAD. Kalkulace nákladů ve stavebnictví. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2017. ISBN 9788001063484.
STEMPEL, Ulrich E. Zateplení a rekonstrukce rodinného domu. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-4808-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Lucie Brožová, Ph.D. katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **22.09.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **09.01.2023**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Lucie Brožová, Ph.D.	prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.	prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce	podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

. _____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Ekonomické vyhodnocení rekonstrukce a novostavby rodinného domu zpracoval(a) samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne …

…….

Jméno Příjmení

Poděkování

Děkuji Ing. Lucii Brožové , Ph.D za její odborné vedení a užitečné rady při zpracování diplomové práce.

Ekonomické vyhodnocení rekonstrukce a novostavby rodinného domu

An economic evaluation of reconstruction and new construction of family house

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Lukáš Ježek

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Projektový management a inženýring

Vedoucí bakalářské práce: Ing. LUCIE BROŽOVÁ, Ph.D.

Praha 2023

Anotace

Cílem této diplomové práce je zhodnotit dlouhodobou efektivnost z pohledu ekonomického a energetického ve třech variantách, nad kterými vlastník objektu uvažuje. Tyto varianty se týkají možností, jak naložit se stávajícím objektem z počátku 20. století. První varianta zahrnuje rozsáhlou rekonstrukci objektu, která neobsahuje pouze energeticky úsporná opatření, ale také stavební práce tak, aby byl s objektem investor spokojen. Druhá varianta je demolice objektu a následná výstavba nového rodinného domu. Třetí, poslední varianta je úprava projektové dokumentace novostavby tak, aby byl splněn jeden z požadavků pasivního standardu.

Klíčová slova:

Stavebník

Stavební úprava

Stavební zákon

Energetický management

Energeticky úsporná opatření

Referenční budova

NPV

IRR

Diskontní míra

Rozpočet

Cenová soustava

Summary

The aim of this diploma thesis is to evaluate the long-term efficiency from the economical and energetical point of view on three variants that the owner of the building is considering. These variants concern the possibilities of how to deal with the existing building from the beginning of the 20th century. The first option consist of extensive reconstruction of the building, which includes not only energy-saving measures, but also construction work so that the investor is satisfied with the building. The second option is the demolition of the building and subsequent construction of a new family home. The third, last, variant is the modification of the project for new building so that one of the requirement of the passive standard is met.

Keyword:

Builder

Construction modification

Building law

Energy management

Energy saving measures

Reference building

NPV

IRR

Discount rate

Budget

Pricing system

Obsah

Úvod ... 10

1. Oceňování stavební produkce ... 11

1.1. Rozpočet ... 11

1.2. Náklady ve stavebnictví ... 12

1.3. LCC-Náklady životního cyklu ... 13

2. Státní dotační programy ... 15

2.1. Typy dotačních programů ... 15

3. Rekonstrukce ... 18

3.1. Stavební zákon 183/2006 ... 18

3.2. „Nový“ stavební zákon 283/2021 ... 19

4. Demolice objektu ... 20

5. Energetický management budov ... 21

5.1. Právní předpisy ... 23

5.2. Energetická náročnost budovy ... 24

5.3. Energetická bilance budovy ... 26

5.4. Energeticky úsporná opatření ... 30

6. Energeticky úsporné domy ... 31

6.1. Nízkoenergetický dům ... 31

6.2. Pasivní dům ... 31

6.3. Budova s téměř nulovou spotřebou tepla ... 32

6.4. Energeticky plusový dům ... 32

7. Ekonomické vyhodnocení ... 33

7.1. Doba návratnosti ... 33

7.2. Čistá současná hodnota ... 34

7.3. Vnitřní výnosové procento ... 34

7.4. Hodnocení investice ... 34

7.5. Citlivostní analýza ... 35
8. Stávající stav objektu ... 37
8.1. Popis domu ... 37
8.2. Materiálové řešení ... 38
8.3. Dispozice ... 43
8.4. Fotodokumentace ... 45
9. Rekonstrukce ... 47
9.1. Var. A – Rekonstrukce – obnova ... 47
9.2. Var. B – Rekonstrukce – EÚO ... 49
10. Novostavba ... 55
10.1. Var. C-Novostavba dle PD ... 55
10.2. Var. D-Novostavba+ ... 57
11. Vyhodnocení ... 59
11.1. Energetické posouzení ... 59
11.3. Ekonomické posouzení ... 75
Závěr ... 84
Seznam obrázků ... 86
Seznam tabulek ... 87
Seznam Grafů ... 88
Zdroje ... 89
Použitá literatura ... 89
Internetové zdroje ... 89
Seznam příloh ... 92

Úvod

Diplomová práce je zaměřena na ekonomické vyhodnocení, zda je v horizontu 30 let ekonomicky výhodnější rekonstrukce objektu z počátku 20. století nebo jeho demolice a následná výstavba novostavby. Objekt se nachází v městské čtvrti Praha-Klánovice a i když je tato lokalita součástí Hlavního města Prahy, tak se zde vyskytují převážně nízkopodlažní objekty.

Obdobných domů je po České republice ve vesnicích či příměstských oblastech velké množství. Tyto domy v průběhu let prošly přinejmenším alespoň částečnou rekonstrukcí. V dnešní době, kdy nejen ceny stavebních materiálů, ale i energií jsou nestálé, tak otázka rekonstrukce či novostavby se stává aktuálním tématem z důvodu, že téměř jakýkoliv objekt lze v rámci rekonstrukce přeměnit do pasivních standardů. U rekonstrukce je nutné zohlednit finanční náročnost a zvážit, zda nebude finančně méně náročné tohoto standardu dosáhnout jinou cestou nežli rekonstruováním objektu.

Teoretická část se zabývá oceňováním ve stavebnictví, energetickým managementem, typy energeticky úsporných domů, vybranými státními dotačními programy. Zároveň v ní byla popsána rekonstrukce a demolice objektu.

V rámci části praktické byly popsány jednotlivé varianty a jejich vyhodnocení z pohledu ekonomického i energetického. Závěrem této práce je zhodnocení jednotlivých variant a doporučení investorovi, jak s danou nemovitostí v budoucnosti naložit.

1. Oceňování stavební produkce

1.1. Rozpočet

Rozpočet je soupis položek, které jsou nutné pro realizaci stavby. Jedná se tedy o co nejpodrobnější a nejpřesnější vyčíslení nákladů, které vznikají v důsledku stavebních prací.

K tomu, aby bylo možné rozpočet vytvořit, je nejdříve potřebné sestavit výkaz výměr, který vychází z projektové dokumentace. Výměry u jednotlivých položek by měly obsahovat výpočet a v ideálním případě i slovní komentář pro zjednodušení kontroly, či pro komunikaci s dalšími účastníky stavebního řízení. Nemělo by se tedy jednat pouze o uvedení výsledné hodnoty, ale i o znázornění postupu výpočtu.

Druhy rozpočtů :

V rámci stavebního záměru se vyskytují různé stupně podrobnosti projektové dokumentace a tedy i rozpočty, které z těchto dokumentací vycházejí jsou odlišné propracovanosti. Třídit lze dle následujících kategorií .

- Předběžný rozpočet

Oproti propočtu se jedná o zpřesněný odhad nákladu na výstavbu budoucí stavby. Podkladem pro tvorbu je dokumentace pro stavební povolení a slouží k ujištění investora, že náklady by neměly překročit předpokládanou cenu. Součástí jsou také položky, které nejsou trvalou součástí stavby, ale jsou nutné pro realizaci.

- Zadávací rozpočet:

Tento rozpočet je tvořen ze strany investora je součástí zadávací dokumentace a slouží pro identifikaci rozsahu, druhu a jakosti požadovaných prací a dodávek uchazečům o zakázku.

- Nabídkový rozpočet:

Nabídkový rozpočet je uchazečem či dodavatelem oceněný soupis prací, který slouží pro určení rozsahu ceny díla a musí obsahovat veškeré náklady, které vzniknou při realizaci stavby

- Smluvní rozpočet

Smluvní rozpočet je součástí smlouvy o dílo a určuje rozsah a cenu prací, které se dodavatel zavazuje uskutečnit.

- Kontrolní rozpočet:

Kontrolní rozpočet je zpracováván ze strany investora, nejčastěji projektantem na základě projektové dokumentace s použitím směrných či orientačních cen stavebních prací. Používá se při výběru dodavatele pro kontrolu nabídkového rozpočtu.[1]

1.2. Náklady ve stavebnictví

Stavební činnost je jednou z finančně náročnějších druhů činností a při její realizaci vzniká mnoho různých druhů nákladů a je velmi důležité, aby evidence těchto nákladů měla jednotnou strukturu tak, aby byla zajištěna srozumitelnost a přehlednost. Tato struktura tedy musí být přijata veřejností, díky čemuž bude usnadněna komunikace mezi účastníky stavebního řízení.[2]

Struktura nákladů závisí na rozsahu stavební činnosti, která je rozpočtována. Například u rekonstrukcí malého rozsahu je dostačující soupis materiálů a doba realizace oceněná hodinovou sazbou. Na náročnější stavby je žádoucí zvolit postup odlišný, který zohlední konkrétní konstrukce, práce, technologické postupy, etapy, apod.

Základní členění nákladů je rozdělení na základní rozpočtové náklady (ZRN) a vedlejší rozpočtové náklady (VRN). Základní rozpočtové náklady zohledňují cenu zabudovaných zdrojů a náklady na jejich zabudování, ale opomíjejí ojedinělost stavby. Vedlejší rozpočtové náklady slučují náklady, které se do stavby přímo nezabudovávají, avšak jsou nezbytně nutné pro přípravu, realizaci a dokončení stavby. Základní rozpočtové náklady pro jednu stavbu budou totožné bez ohledu na umístění, orientaci či situaci. Oproti tomu v rámci vedlejších rozpočtových nákladů je počítáno i s dopravní situací, přesunem hmot, zařízením staveniště, apod.

[1] KREJČÍ, Luboš. Rozpočtování staveb (TP 3.1) [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-3-1/#9-1

[2] Příručka rozpočtáře: rozpočtování a oceňování stavebních prací. Praha: ÚRS, 2009-. Cenová soustava ÚRS. ISBN 9788073697358.

<table>
<tr><th colspan="9">Celková cena stavby</th></tr>
<tr><th colspan="6">Základní rozpočtové náklady</th><th colspan="3">Vedlejší rozpočtové náklady</th><th rowspan="2">DPH</th></tr>
<tr><th colspan="3">Přímé náklady</th><th colspan="2">Hrubé rozpětí</th><th>Zisk dodavatele</th><th>Inženýrská a projektová činnost</th><th>Náklady spojené s umístěním stavby</th><th>Finanční a ostatní náklady</th></tr>
<tr><td>Hmoty</td><td colspan="5">Zpracovací náklady</td><td rowspan="4">Průzkumné, geodetické, projektové práce dozory, zkoušky, revize kompletační činnost, rozpočtování</td><td rowspan="4">Příprava a zařízení staveniště přeložky konstrukcí územní vlivy, provozní vlivy</td><td rowspan="4">pojistné, rezerva,záruky, kauce,náklady spojené s pozemkem</td><td rowspan="4">DPH</td></tr>
<tr><td>Hmoty</td><td colspan="3">přímé náklady</td><td colspan="2">nepřímé náklady</td><td rowspan="3">Zisk dodavatele</td></tr>
<tr><td>Hmoty</td><td>Mzdy</td><td>Stroje</td><td>Ostatní přímé náklady</td><td>Reřie výrobní</td><td>Reřie správní</td></tr>
<tr><td>náklady na přímý materiál</td><td>náklady na přímé mzdy</td><td>náklady na provoz stavebních strojů a zařízení</td><td>odvody z mezd</td><td>náklady spojené s provozem stavby</td><td>náklad yspojené se správou firmy</td></tr>
</table>

Tabulka 1: Kalkukační vzorec

Zdroj: Příručka rozpočtáře: rozpočtování a oceňování stavebních prací. Praha: ÚRS, 2009-. Cenová soustava ÚRS. ISBN 9788073697358.

1.3. LCC-Náklady životního cyklu

V rámci životního cyklu stavby jsou neustále hrazeny finanční prostředky, které spadají do takzvaných *Nákladů životního cyklu stavby* (Life cost cycle – LCC). Jedná se o celkové finanční prostředky, které jsou vynaloženy na pořízení, provoz, opravu, a demolici objektu a podle toho je lze dělit celkem do čtyř fází. Do fáze předinvestiční, investiční, provozní a likvidační.

Vzorec pro výpočet LCC: $\boldsymbol{LCC = IN + PN + OUN + LN}$ (1)

IN pořizovací náklady

PN provozní náklady

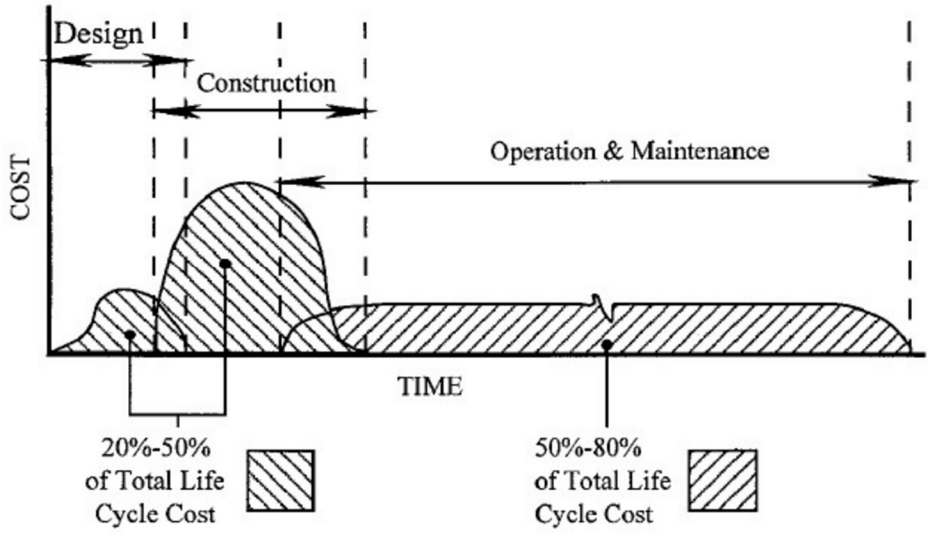
OUT náklady na údržbu a opravu

LN náklady na ekologickou likvidaci

Pořizovací náklady obsahují veškeré náklady spojené s pořízením nemovitosti. Patří sem například náklady na vypracování projektové dokumentace, potřebné průzkumy, provozní soubory z předinvestiční fáze a samotná výstavba objektu z fáze investiční. V moment, kdy je budova dokončena, zkolaudována a uvedená do provozu začíná fáze provozní. Tato fáze obsahuje veškeré potřebné finance na provozování budovy tak, aby plnila svou funkci. Řadí se sem náklady na energie, pojištění, poplatky, likvidace odpadu a další potřebné služby.

Objekt je postupem času podroben částečné degradaci materiálu, a proto za účelem dodržení funkce a prodloužení životnosti je nutné, aby proběhly opravy, rekonstrukce a údržby. Hlavním cílem je předcházet či odstranit vady, které se na objektu v rámci jeho životního cyklu mohou vyskytnout.

Likvidační fáze je zaměřena na demolici objektu a ekologické naložení s vybouranými hmotami.



Obrázek 1: Časové rozložení nákladů životního cyklu

Zdroj: Zdroj: INCORPORATINGMAINTAINABILITY IN CONSTRUCTABILITYREVIEW PROCESS, By Phillip S. Dunston, Associate Member, ASCE, and Craig E. Williamson

Z pohledu investora je častý předpoklad, že nejvyšší náklady jsou vynaložené na pořízení objektu . Realita je však jiná a pořízení nemovitosti zahrnuje pouze 20-50 % z celkových nákladů životního cyklu. Náklady na provoz a údržbu oproti tomu mohou dosahovat 50% až 80 % z celkových nákladů životního cyklu.[3]

[3] INCORPORATINGMAINTAINABILITY IN CONSTRUCTABILITYREVIEW PROCESS, By Phillip S. Dunston, Associate Member, ASCE, and Craig E. Williamson

2. Státní dotační programy

Dotací se rozumí peněžní prostředky státního rozpočtu, státních finančních aktiv, nebo Národního fondu, které jsou poskytnuty fyzickým či právnickým osobám pro předem stanovený účel.[4]

Pro žadatele je v mnoha případech obtížné samotné získání dotace. Po obdržení financí však problémy nekončí. Pokud se ze žadatele o dotaci stane její příjemce čeká jej obtížné období, ve kterém musí zrealizovat účel, na který byla dotace poskytnuta a dodržet mnoho podmínek a požadavků. Navíc musí příjemce akceptovat možné kontroly od poskytovatele dotace až po Nejvyšší kontrolní úřad. Je nutné také počítat s tím, že může nastat situace, kdy bude muset obdrženou dotaci nebo alespoň její část vrátit.[5]

2.1. Typy dotačních programů

2.1.1. Nová zelená úsporám

Nová zelená úsporám je dotační program Ministerstva životního prostředí, který se zaměřuje se na úspory energií u rodinných domů na území České republiky. Hlavním cílem programu je zlepšení životního prostředí snížením emisí skleníkových plynů. Program podporuje mnohé opatření, ale mezi ty nejčastější patří:

- Rekonstrukce rodinných domů
- Stavba pasivních rodinných domů
- Nákup domů s velmi nízkou energetickou náročností
- Solární termické a fotovoltaické systémy
- Výměna neekologických zdrojů tepla
- Systémy řízeného větrání se zpětným získáváním tepla

Výše podpory je závislá na provedených opatřeních a její maximální výše je stanovena jednotkovými cenami nebo 50 % vynaložených nákladů. Pokud dojde ke kombinaci více oblastí podpory může se tato hranice navýšit na 60 % vynaložených nákladů. Další navýšení hranice o

[4] Zákon č. 218/2000 Sb.: Zákon o rozpočtových pravidlech a o změně některých souvisejících zákonů (rozpočtová pravidla) [online]. 21.07.2000 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-218

[5] STRNADOVÁ, Zuzana. Co by měl vědět příjemce dotace. Praha: Grada Publishing, 2019. Finance a investování. ISBN 978-80-247-3076-9.

10 % je pro obyvatele strukturálně postižených krajů, kterými jsou myšleny Ústecký a Karlovarský kraj.

V rámci boje s energetickou chudobou vzešel v účinnost v listopadu 2022 podprogram s názvem : Nová zelená úsporám Light, který je zaměřen na vlastníky rodinných domů a trvale obývaných rekreačních objektů, kteří jsou nejvíce ohroženi. Maximální výše podpory je zde 150 000 Kč na jeden rodinný dům s podporou udělovanou i před realizací ve výši až 100 % realizačních výdajů.[6]

Aby bylo možné získat dotace je zapotřebí splnit zadané podmínky a parametry. Jedná se především o informace o žadateli, budově a projektu na úspory. Žádost je podávána zásadně elektronicky a pokud byla žádost formálně i věcně v pořádku obdrží žadatel akceptační dopis. V moment obdržení akceptačního dopisu začíná běžet lhůta na provedení podpořených opatření a jejich doložení Fondu. S pracemi však není nutné začít až po obdržení akceptačního dopisu, ale už v průběhu žádosti či před jejím podáním.

V případě, že v žádosti byli zjištěny nedostatky je žadatel povinen v lhůtě 30 kalendářních dní tyto nedostatky odstranit či požádat o prodloužení termínu.

2.1.2. Kotlíková dotace

Kotlíkovou dotaci lze uplatnit na výměnu kotle u domácností s nižšími příjmy, které získají až 95 % vynaložených nákladů. Poskytnutí financí je možné nejen zpětně (od 01.01.2021), ale i ve formě zálohové faktury od dodavatele ve výši 60% nákladů. Dotace na výměnu kotle lze uplatnit i v ostatních domácnostech, které dostanou až 50 % na výměnu neekologického kotle z dotačního programu Nová zelená úsporám.[7] Žadatelem v rámci tohoto programu může být pouze vlastník nemovitosti, jehož průměrný čistý příjem na člena domácnosti nepřesáhl 170 900 Kč/rok, nebo domácnosti složené výhradně z osob pobírajících starobní důchod či invalidní důchod 3. stupně.[8]

[6] Nová zelená úsporám [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/nova-zelena-usporam/

[7] Kotlíkové dotace [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/

[8] Domácnosti s nižšími příjmy [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/domacnosti-s-nizsimi-prijmy/

2.1.3. Program EFEKT III

Státní program na podporu úspor energie EFFEKT III je zaměřen na podporu energetických úspor a snižování energetické náročnosti. Cílem tohoto programu je neinvestiční podpora, která je rozdělena do následujících 5 oblastí:

- Předprojektová příprava –cílem je informovat vlastníka o možných energeticky úsporných opatřeních a podpořit realizaci kvalitních rekonstrukcí a lze čerpat až 80 % způsobilých výdajů.
- Poradenská činnost -zvýšení povědomí o způsobech energetické účinnosti a o inovativních technologiích a postupech a seznámení vlastníka s možnými dotačními programy
- Vzdělávání – podpoření osvěty a vzdělávání v oblastech poradenských, vědeckých a výzkumných
- Energetický management a koncepce – zavádění energetického managementu a zpracovávání energetických koncepcí a podpora vzniku energetických společenství
- Pilotní projekty – přispívá k tvorbě nových poznatků, přístupů a metod, jež mohou při tvorbě strategií a koncepcí zvyšovat energetickou účinnost.

3. Rekonstrukce

V České republice stojí přibližně 1,5 milionu rodinných domů, které spotřebují téměř třetinu celkové spotřebované energie a z toho více než 75% na vytápění. V dnešní době, kdy jsou ceny energií nestálé je otázka rekonstrukce pro mnoho majitelů aktuálním tématem.

K rekonstrukci může mít vlastník různé důvody, kterými jsou často požadavky na větší prostory, všeobecně vyšší kvalitu bydlení či snížení provozních nákladů. Rozšíření obytné plochy lze realizovat skrze nenáročnou úpravu půdních prostor, nebo účelného provedení půdní vestavby. Snížení provozních nákladů je již z hlediska plánování náročnější. Nelze totiž všeobecně stanovit postup pro veškeré typy budov a je zapotřebí individuální přístup ke každému objektu. Obvyklé obecné doporučení začít vylepšovat nejdříve obvodový plášť včetně oken a následně rekonstruovat topný systém není vždy tím nejlepším řešením. Rozhodující je, jaký účinek má investice přinést, zejména pokud se jedná o úspory primární energie. Je-li otopný systém zcela zastaralý s minimální účinností je nejlepší rekonstruovat otopný systém jako první.

Návrh energeticky úsporných opatření probíhá také s ohledem na zaměření a povahu majitele domu a jejich důraz na ekologičnost či efektivnost, podle kterých se stanoví celková koncepce. [9]

3.1. Stavební zákon 183/2006

Změna dokončené stavby, jak je ve stavebním zákoně 183/2006 označována rekonstrukce, je nástavba, přístavba a taková stavební úprava, při které jsou zachovány vnější půdorysné i výškové ohraničení stavby.[10]

Povolovací proces pro změnu dokončené stavby je rozdělen do tří kategorií.

Stavební povolení ani ohlášení není vyžadováno v případě, že rekonstrukce nezasahuje do nosných konstrukcí stavby, nemění její vzhled ani způsob užívání. Nevyžadují posouzení vlivů životního prostření a provedení negativně neovlivní požární bezpečnost stavby vyjma kulturních památek.

[9] STEMPEL, Ulrich E. Zateplení a rekonstrukce rodinného domu. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-802-4748-085.

[10] Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) [online]. 2006 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183

Rekonstrukce na ohlášení stavebnímu úřadu je potřeba v případě, že dojde ke změně způsobu užívání stavby, aniž by došlo k zásahům do nosných konstrukcí či vzhledu stavby a nevyžadují posouzení vlivu na životní prostředí.

Stavební povolení je pak zapotřebí pokud je rekonstrukcí zasahováno do nosných konstrukcí stavby, vyžaduje posouzení vlivů na životní prostředí či může negativně ovlivnit požární bezpečnost stavby.

Definovány jsou také požadavky na energetickou náročnost u rekonstrukcí. Stanoveny jsou *vyhláškou 264/2020 o energetické náročnosti budov*. Zde je uvedeno, že hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy nesmí být vyšší nežli referenční hodnoty těchto ukazatelů pro referenční budovu.[11]

3.2. „Nový“ stavební zákon 283/2021

Nový stavební zákon, který nabývá účinnosti od 1.07.2023, řeší problematiku rekonstrukcí trochu odlišně oproti v dnešní době účinnému stavebnímu zákonu 183/2006. Rekonstrukce se zde řadí převážně do kategorie jednoduchá či drobná stavba.

V případě stavby drobné není požadováno schválení záměru stavebním úřadem, pokud rekonstrukce splňuje požadavky. A tím je předpoklad, že provedení změny dokončené stavby nemůže být negativně ovlivněno zdraví osob, požární bezpečnost, stabilita, vzhled stavby, životní prostředí nebo bezpečnost při užívání a nejde o udržovací práce na stavbě, která je kulturní památkou.[12]

Do kategorie jednoduché stavby spadají udržovací práce, které nesplňují požadavky drobné stavby nebo větší změny dokončené budovy podle jiného právního předpisu s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 350 m^2. [13]

[11] Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264

[12-12] Zákon č. 283/2021 Sb.: Zákon stavební zákon [online]. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283#cast6

4. Demolice objektu

Odstranění stavby je řešeno stavebním zákonem podle kterého, až na výjimky, je k ní zapotřebí schválení stavebním úřadem. Dle žadatele lze povolení dělit na nařízení odstranění stavby, které vydává bez žádosti vlastníka stavební úřad a povolení odstranění, kterým stavební úřad schvaluje žádost vlastníka, resp. žadatele na demolici objektu.

Odstranění objektu majitel volí v případě, že by případná rekonstrukce byla pracnější a finančně náročnější nežli zbourání objektu a výstavba novostavby. Základní důvody jsou však následující:

Technický stav domu

Trhliny, vlhkost či nekvalitní stavební materiál mohou být velmi těžko opravitelnými poruchami, které zapříčiní vyšší náklady, protože často mohou poukazovat na problémy v základech objektu. Špatné podloží, či špatně navržené základy se dokáží projevit skrze trhliny ve zdivu a případná realizace záchranných opatření by zvýšila počáteční investici o statisíce. Nekvalitní cihly či tvárnice v objektu zas mohou z jakýchkoliv bouracích prací vytvořit rizikovou činnost s možným kolapsem budovy.

Nově stavěná část je větší nežli původní

Pokud je plánována rozsáhlá rekonstrukce, kdy by z původního objektu byla zachována pouze malá část, je často výhodnější a méně rizikové objekt zbourat a postavit nový. Napojování a nalepování na původní dům totiž může být stejně finančně náročné jako bourání a novostavba. Dalším problémem se také může stát sedání nové části postupně do zeminy a vznik trhlin mezi původními a novými konstrukcemi.

Dispozice

Pokud stávající dispozice objektu je velmi odlišná představám vlastníka je lepší zbourat celou stavbu a místo ní postavit objekt nový. Může se například jednat o průchozí místnosti bez chodby, malé místnosti, špatně umístěné schodiště či sociální zařízení. Jednu takovou odlišnost je vlastník často schopen vyřešit či tolerovat, ale pokud se těchto skutečností nashromáždí více je jednodušší a pohodlnější pro vlastníka postavit dům nový.[14]

[14] PERLÍK, Martin. Rekonstrukce rodinného domu: 100 5 tipů. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2912-6.

5. Energetický management budov

Snížení nákladů za energie je v dnešní době, kdy ceny energií jsou vysoce volatilní, atraktivní nejen pro osoby právnické ale i pro fyzické. Zákazníci, kterým se zvyšují náklady na energie a především ti, kterým zabírají podstatnou část příjmů, mají čím dál vyšší motivaci započít energeticky úsporná opatření.

Opatření, která vyžadují velmi nízké či žádné počáteční náklady, dokážou snížit výdaje o 10-20 %. Opatření s návratností do dvou let pak tyto výdaje mohou snížit o 20-30 %. V mnoha případech tato opatření uspoří nejen spotřebu energií, ale také sníží emise látek znečišťujících životní prostředí.

Energetický průzkum je jedním z prvních kroků, jak docílit efektivní kontroly nad náklady za energie. Průzkum se skládá z detailního prozkoumání, jak budova energie spotřebovává a kolik je na ně vynakládáno finančních prostředků. V neposlední řadě obsahuje také doporučené opatření.[15]

Jedním z nástrojů, kterým lze dosáhnout neustálého zlepšování je metoda PDCA, která je také označována jako Demingův cyklus. Tato metoda rozlišuje 4 procesy, Plan (Naplánovat) -> Do (Udělat) ->Check (kontrolovat) -> Act (Jednat). V první fázi plánování probíhá uvažování nad možným nápravným opatřením a zjišťuje se skutečná spotřeba energie pomocí které se stanoví výchozí stav pro případné porovnání s vykonaným záměrem. Následně je vykonáno, resp. aplikováno navrhované opatření. V třetím kroku probíhá kontrola spotřeb nového stavu

[15] DOTY, Steve a Wayne C. TURNER. Energy management handbook. 7th ed. Lilburn, GA: Fairmont Press, c2009. ISBN 08-817-3609-0.

s výchozími hodnotami. V poslední fázi probíhá rozhodování, zdali opatření splnilo předpokládané hodnoty, úspory a je-li možné jej plošně zavést do praxe.

Obrázek 2: Demingův cyklus

Zdroj: Zdroj: https://www.emersonautomationexperts.com/2016/industry/energy-management-plan-do-check-act/

5.1. Právní předpisy

Právním předpisem jsou myšleny závazná pravidla vydaná orgánem veřejné moci na úrovni evropské a národní. Na evropské úrovni se jedná o směrnice evropského parlamentu a rady.

Základní předpisy			
Úroveň	typ	číslo	Popis
EU	Směrnice	2010/31/EU (EPBD II)	Směrnice o energetické náročnosti budov
		2018/844 (EPBD III)	směrnice kterou se mění směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti
		2012/27/EU (EED)	Směrnice o energetické účinnosti
		2018/2002 (EED II)	směrnice kterou se mění směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti
ČR	zákon	č. 406/2000	Zákon o hospodaření energií
		č. 318/2012	Zákon, kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů
		č. 183/2006	Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
	Vyhláška	č. 264/2020	Vyhláška o energetické náročnosti budov
		č. 140/2021	Vyhláška o energetickém auditu
		č.4/2020	Vyhláška o energetických specialistech
		č. 359/2020	Vyhláška o měření elektřiny
		č. 141/2021	Vyhláška o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie

Tabulka 2: Základní právní předpisy zabývající se energetickým managementem

Zdroj: Vlastní

Předpisy na nadnárodní a evropské úrovni jsou směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti se změnou v 2018/844 a směrnice 2012/27 o energetické účinnosti s úpravou v 2018/2002 a 2018/844. Členské státy evropské unie se těmito dokumenty zavázaly ke zvýšení využití energie z obnovitelných zdrojů a energetické účinnosti a ke snížení emisí skleníkových plynů.[16]

Na úrovni národní se jedná především o vyhlášku č. 264/2020 o energetické náročnosti budov a ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2.

Vyhláška o energetické náročnosti č. 264/2020 Sb. je prováděcím předpisem pro *zákon o hospodaření energií č. 406/2000* a pro zákon *o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů č.165/2012.* Vyhláška především stanovuje metodiku pro hodnocení energetické náročnosti budov, úpravu parametrů referenční budovy a změnu vzhledu průkazu energetické náročnosti budovy.

[16] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) [online]. 2010 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031&qid=1665854493854

5.2. Energetická náročnost budovy

Oblast energetické náročnosti byla do české legislativy implementována směrnicí 2010/31/EU, která řeší nejen požadavky na energetickou náročnost ale také požadavky na certifikát, resp. průkaz samotný.

Tento průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je dnes povinný, a to zejména v případě prodeje, pronájmu, výstavby a větší změny dokončené budovy. Kvantifikuje spotřebu veškerých energií spotřebovaných při standardizovaném provozu budovy a zařazuje budovu do příslušné třídy A-G. Průkaz hodnotí energii spotřebovanou na provoz, vytápění, přípravu teplé vody, větrání, klimatizaci a osvětlení. Zpracování průkazu není limitováno na objekt jako celek, ale lze ho vytvořit i pro jakoukoliv budovu či její část.[17]

Aby objekt vyhověl z pohledu legislativy, musí splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni a to tak, že hodnoty ukazatelů hodnocené budovy musí být nižší, nežli hodnoty u referenční budovy.[18] Nákladově optimální úrovní je myšlen stupeň energetické náročnosti, která vede k nejnižším nákladům v průběhu ekonomického životního cyklu.[19]

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace
A	Velmi úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

Tabulka 3: Klasifikační třídy PENB

Zdroj: Vlastní

[17] , odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budov [online]. 2014 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/prukaz-energeticke-narocnosti-budov--119528/

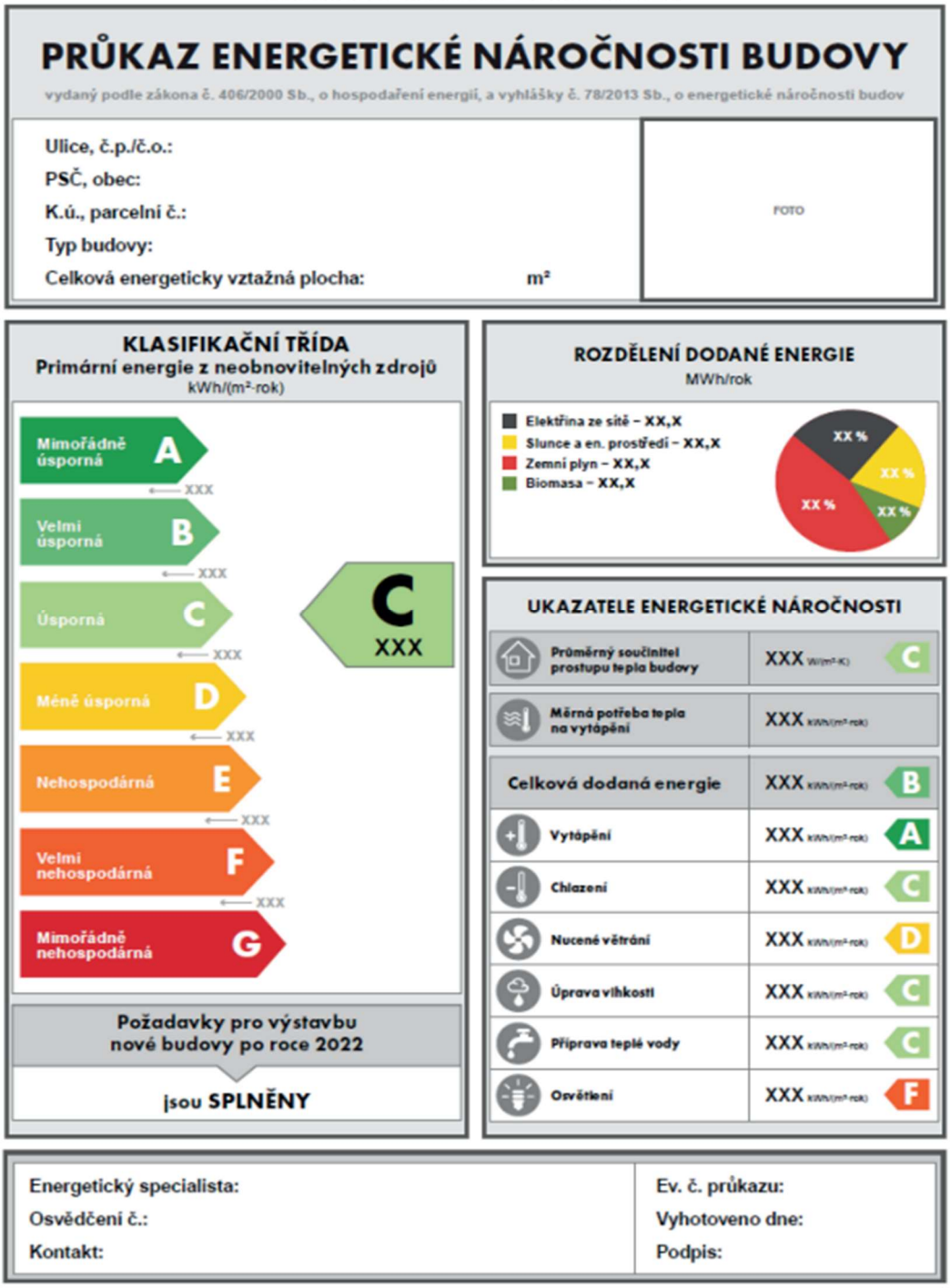
[18] Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264

[19] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) [online]. 2010 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031&qid=1665854493854

Součástí průkazu je také návrh energeticky úsporných opatření, která by v případě novostavby měla cílit na klasifikační třídu „A“. U rekonstrukcí by tato opatření měla být navržena nejméně o třídu výš, nežli je stávající stav, nejméně však na třídu „C“.

Vzor průkazu energetické náročnosti budovy

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮKAZU

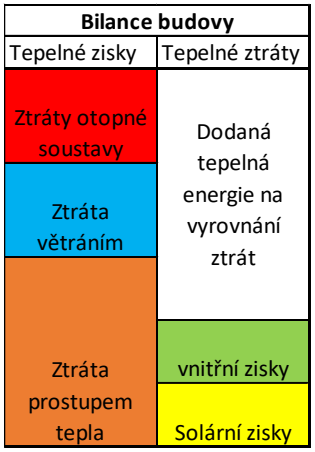


Obrázek 3: Vzor průkazu energetické náročnosti budovy

Zdroj: Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264

5.3. Energetická bilance budovy

Energetická bilance představuje pohyb energie mezi vnitřním a vnějším prostředím a popisuje vztah mezi tepelnými zisky a tepelnými ztrátami. Rozdíl mezi těmito hodnotami je vyrovnán dodanou energií.[20].



Obrázek 4: Energetická bilance budovy

Zdroj: Vlastní

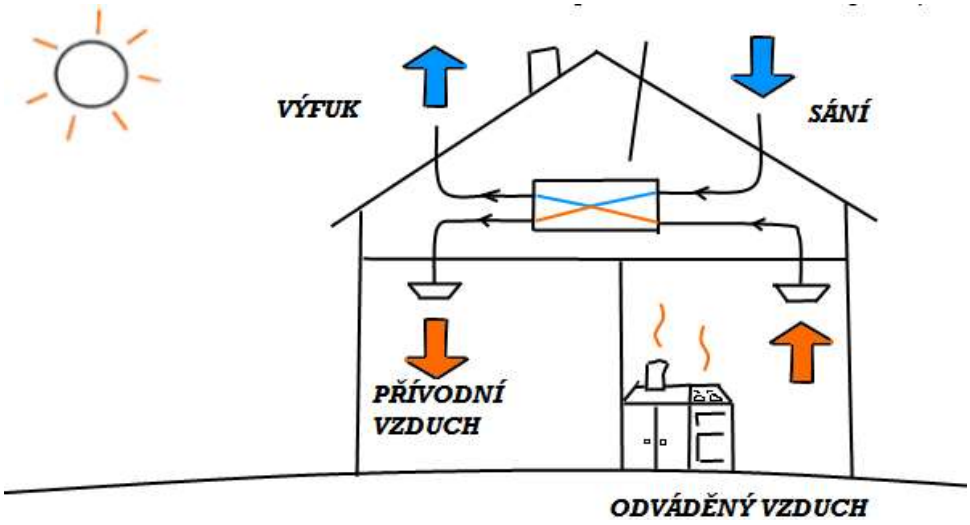
5.3.1. Ztráta větráním

Větrání ve vnitřním prostoru je důležité, protože tím dochází k výměně odpadního znečištěného vzduchu za vzduch čerstvý. Během této obměny však dochází k významným únikům tepla, což negativně ovlivňuje spotřebu energie na vytápění. Je zapotřebí také rozlišovat, zdali se jedná o větrání přirozené, či nucené. [21]

Přirozené větrání je takové, u kterého dochází k samovolné výměně znečištěného vzduchu za čistý. Docílit ho lze pouhým otevřením okna. U tohoto typu dochází k největším tepelným ztrátám.

U nuceného, resp. řízeného větrání je zapotřebí vzduchotechnická jednotka, která pomocí ventilátorů řídí průtok čerstvého vzduchu. Tepelnou ztrátu tímto systémem lze snížit zpětným získáváním tepla neboli tzv. rekuperací. Rekuperace odváděným vzduchem ohřívá, resp. chladí čerstvý vzduch z venkovního prostředí a následně jej pouští do objektu. Systém je účinný nejen v zimě ale i v létě, protože mění teplotu přiváděného vzduchu a teplotu odváděného vzduchu. Největší efektivity je docíleno zamezením přirozeného větrání fixními okny.

[20] POJAR, Jan, Jiří KARÁSEK, Michal BAČOVSKÝ, Jakub KVASNICA a Lucie MEDOVÁ. Energetický management budov. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 9788001066836.
[21] TEPELNÉ MOSTY PŘEHLEDNÁ ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY [online]. 2017 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/tepelne-mosty/21206-prehledna-energeticka-bilance-budovy-a.html#.Y48hDnbMJPa



Obrázek 5 Schéma rekuperace

Zdroj: Co je to rekuperace [online]. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.luftuj.cz/clanky/co-je-to-rekuperace/

5.3.2. Tepelná ztráta prostupem tepla

Do této kategorie jsou zařazeny veškeré tepelné ztráty, ke kterým dochází pronikáním tepla skrze konstrukci z vytápěné zóny do zóny chladnější, nevytápěné či do exteriéru.[22] Pro zjištění této hodnoty, je zapotřebí charakterizovat konstrukce, které dělí zóny vytápěné, temperované, nevytápěné či konstrukce obvodové, tedy konstrukce, jež jsou na rozmezí různých teplot.

U těchto konstrukcí je zapotřebí následně zjistit jejich součinitel prostupu tepla. V případě návrhu novostavby, nebo pokud je známá skladba je možné vypočíst součinitel prostupu dané konstrukce následujícím vzorcem.

Součinitel prostupu tepla :$U=\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_{si}+\sum\frac{d_i}{\lambda_i}+R_{se}}$=W/m^{2}K[23] (2)

D_i=tloušťka vrstvy konstrukce [m]

R_{si}=tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru[m^{2}K/W]

R_{se}=tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru[m^{2}K/W]

λ_i= součinitel tepelné vodivosti [W/mK]

[22] POJAR, Jan, Jiří KARÁSEK, Michal BAČOVSKÝ, Jakub KVASNICA a Lucie MEDOVÁ. Energetický management budov. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 9788001066836.
[23] Https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/vypocet-prostupu-tepla/ [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/vypocet-prostupu-tepla/

Celkové množství tepla, které projde konstrukcí je následně vypočteno pomocí vzorce pro tepelnou ztrátu prostupem tepla: $Q_{tr,m}=(\sum U_i * A_i - (\Phi_i - \Phi_e) * h$ [24] (3)

Ai = plocha konstrukce[m^2]

Φ_e = teplota v exteriéru[C^0]

Φ_i = teplota v interiéru [C^0]

h=počet hodin ve sledovaném období

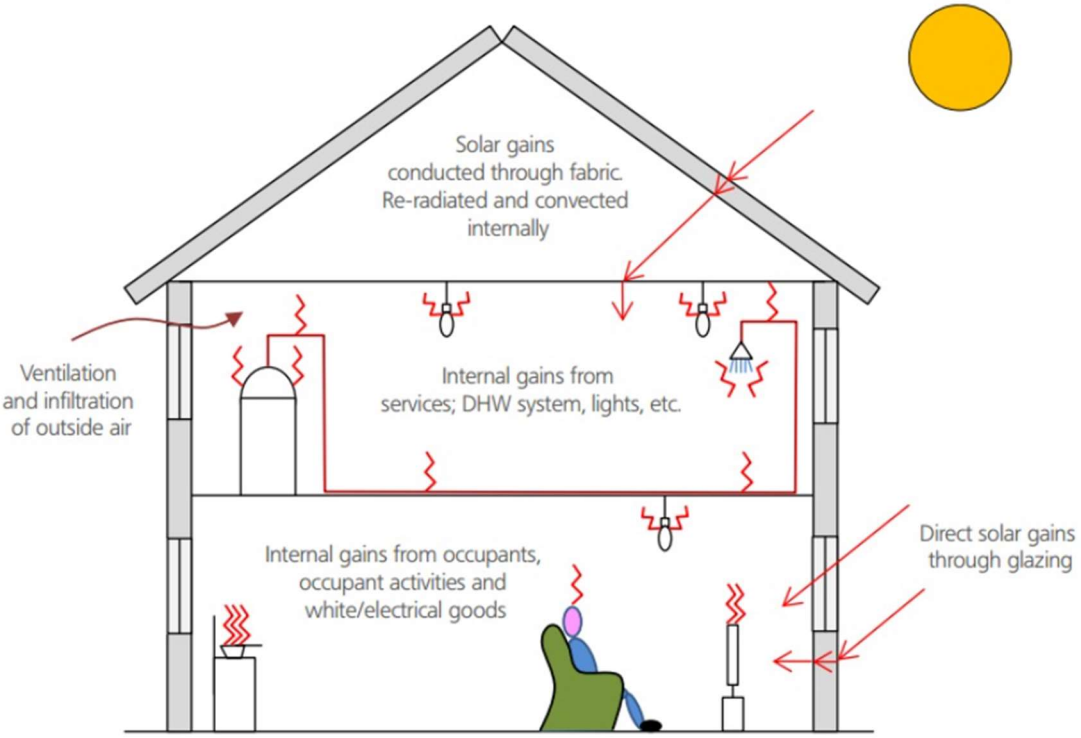
Pokud některá z výše zmíněných hodnot není známá přicházejí v úvahu 2 možnosti, jak postupovat dál. Pokud nejsou známé pouze tloušťky jednotlivých konstrukcí je možné vyvrtat do zdi otvor a tloušťky odměřit. Pokud však nejsou známé ani jednotlivé materiály a jejich součinitelé tepelné vodivosti nebo pokud je nežádoucí, aby stěna byla narušena je možné využít měřící přístroj. Měření pomocí přístroje by mělo být prováděno pouze v případě rozdílu teplot mezi interiérem a exteriérem alespoň 15 C^O, aby byl výsledek měření validní.

[24] ČSN EN ISO 13789. Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním – Výpočtová metoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009

5.3.3. Solární energetické zisky

Zdrojem solárních energetických zisků je sluneční záření. Množství tohoto záření, které pronikne do vnitřního prostoru objektu je ovlivněno mnoha faktory. Jedním ze základních faktorů je orientace domu ke světovým stranám. Nejvíce solárního záření je totiž ze strany jižní. Plocha zasklení s ohledem na světové strany také ovlivňuje celkové množství solárních zisků. Typ skla pak mění propustnost slunečního záření. U novostaveb, a především pak pasivních domů, které cílí na co nejnižší energetickou náročnost není výjimkou zasklení jižní fasády v rozsahu do 40% z celkové plochy pro docílení co nejvyšších tepelných zisků. Větší plocha totiž může způsobovat letní přehřívání a nutnost instalace stínících prvků.

5.3.4. Vnitřní zisky



Obrázek 6: Schéma vnitřních zisků

Zdroj: Preventing overheating [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Preventing_overheating

Do vnitřních tepelných zisků patří produkce tepla lidí, svítidel či strojů.

Člověk produkuje tepelnou energii, kterou nazýváme metabolické teplo v prostoru jen svou přítomností, avšak do výpočtů se zahrnuje tzv. citelné teplo. Množství tohoto tepla závisí na mnoha faktorech jako je například teplota vzduchu, činnost člověka, pohlaví či věk. Jako základ

se ale uvažuje produkce citelného tepla muže 62 W při mírně aktivní práci v prostředí o teplotě 26°C. [25]

S teplem produkovaným svítidly se počítá pouze za předpokladu, že jsou v provozu i v době špičkových tepelných zisků a kde není dostatečné přírodní osvětlení.

U produkce tepla zařízení napájených elektřinou ve vnitřním prostoru se uvažuje, že celý elektrický příkon se přeměňuje na tepelnou energii.

5.4. Energeticky úsporná opatření

Energetický úsporným opatřením je taková stavební úprava, která přímo ovlivňuje bilanci budovy. Zaměřuje se především buď na snížení tepelných ztrát, nebo na zvýšení tepelných zisků čímž dojde ke snížení dodané energie na vytápění objektu.

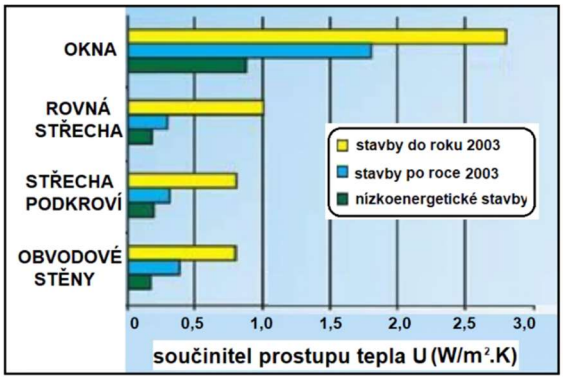
Tepelné ztráty lze ovlivnit zateplením obálky budovy, čímž dojde ke snížení ztráty prostupem tepla. Instalací např. systému řízeného větrání s rekuperační jednotkou dojde k snížení ztrát větráním. Tepelné zisky ovlivňují především zisky ze slunečního osvětlení, které lze ovlivnit skrze průhledné výplně otvorů. Především pak typ využitých skel, orientace objektu, prosklená plocha směrem k jihu a stínící prvky.

[25] ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů [online]. 1986 [cit. 2022-12-06].

6. Energeticky úsporné domy

6.1. Nízkoenergetický dům

Nízkoenergetickým domem je považován takový objekt, jehož spotřeba energie na vytápění je v rozmezí 15-50 kWh/m2rok. Pro dosažení těchto hodnot je nutné optimalizovat návrh obálky budovy, rozměr budovy a také minimalizovat tepelné mosty.



Graf 1 : Porovnání součinitele prostupu tepla nízkoenergetických staveb a domů stavěných v dřívějších letech

Zdroj: Jaké jsou parametry nízkoenergetického domu? [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/nizkoenergeticky-dum-vlastnosti.html

6.2. Pasivní dům

Pojem pasivní dům vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků a jedná se o stavbu s velmi nízkou potřebou dodané energie na vytápění. Toho je dosaženo pomocí slunečního záření a vnitřních tepelných zisků od spotřebičů, osob, odpadních vod, apod. Pasivní dům spotřebuje méně než 15 kWh/m^2 rok a díky tomu není potřebná rozsáhlá otopná soustava a je dostačující malý zdroj, který pokryje potřebu. Vysoký stupeň zateplení, větrací systém se zpětným získáváním tepla a vzduchotěsná obálka zajišťují v objektu výbornou tepelnou pohodu spolu s čistým čerstvým vzduchem. [26]

Základní znaky pasivního domu:

- Dobrý návrh a orientace objektu
- Prosklená fasáda k jihu
- Jednoduchý tvar
- Vynikající tepelná izolace a vzduchotěsnost
- Řešení tepelných mostů

[26] HUDEC, Mojmír. *Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět*. Praha: Grada, 2008. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2555-0.

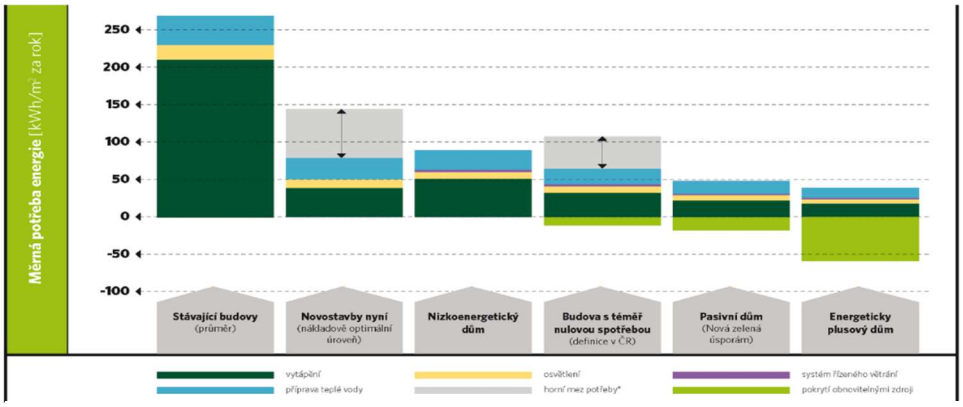
- Řízené větrání se zpětným získáváním tepla

6.3. Budova s téměř nulovou spotřebou tepla

Budova s téměř nulovou spotřebou tepla neboli tzv. NZEB (Nearly Zero Energy Building) je stavba jejíž energetická náročnost je velmi nízká, téměř nulová či převážně pokrytá z obnovitelných zdrojů včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě stavby či v jeho okolí.[27] Měrná spotřeba energie objektů, které spadají do kategorie NZEB mají měrnou potřebu tepla na vytápění v rozsahu 30-70 kWh/m^{2}rok s tím, že u malých jednopodlažních objektů může být tato hodnoty vyšší nežli 80 kWh/m^{2}rok.[28]

6.4. Energeticky plusový dům

S ohledem na výše zmíněné standardy má energeticky plusový dům nejvíce společného s pasivním domem. Je zde velmi důležité nejen umístění na pozemku, orientace, kompaktní tvar, tepelně technické vlastnosti jednotlivých konstrukcí na obálce budovy ale i využívané technologie. Zásadním rozdílem je, že energeticky plusový dům disponuje prostředky, nejčastěji fotovoltaickými elektrárnami, které vyrábí energii z obnovitelných zdrojů jejíž množství převažuje celkovou potřebu energie objektu. Přebytky vyrobené energie je možné využít k nabíjení elektromobilů či na při nedostatku energie na pokrytí spotřeby domu z baterií.[29]



Graf 2: Měrná potřeba energie jednotlivých standardů staveb

Zdroj: Nová vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov z roku 2020 [online]. 19. 3. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.project-atelier.cz/post/nova-

[27] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) [online]. 2010 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031&qid=1665854493854

[28] ČEJKA, Michal a Jan ANTONÍN. Potřeba energie pro NZEB – Srovnání energetických standardů s NZEB [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/351-potreba-energie-pro-nzeb-srovnani-energetickych-standardu-s-nzeb

[29] , ABF, a.s. Energeticky plusový dům vyrobí více energie, než sám spotřebuje [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/120362-energeticky-plusovy-dum-vyrobi-vice-energie-nez-sam-spotrebuje

7. Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení využívá výpočtové metody, při které je použita agregace minulých, současných a budoucích nákladů ve výpočtovém období. V případě, že toto období obsahuje také demolici objektu jsou zde též zahrnuty i náklady na ekologickou likvidací budovy. Tato metoda je nazývána jako metoda celkových nákladů a je využívána pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách.

7.1. Doba návratnosti

Doba návratnosti je jedním z nejjednodušších prostředků pro zhodnocení projektů. Definovat ji lze jako čas potřebný na to, aby příjmy z počáteční investice byly vyšší nežli vynaložené náklady. Často je používána pro porovnání efektivity nákladů dvou a více řešení. Obvykle jsou zvolené řešení porovnávána s referenčním / stávajícím stavem objektu.

7.1.1. Prostá doba návratnosti

Prostá doba návratnosti ve zkratce označována též jako PP podle anglického Payback period ukazuje, kdy dojde k návratu vynaložené investice za předpokladu zanedbání proměnlivosti hodnoty peněz v čase. Zjednodušeně se za prostou dobu návratnosti označuje čas, kdy suma peněžních toků je vyšší nežli vynaložená investice

Vzorec: $Ts = \frac{I}{CF}$ = [rok] (4)

Ts= doba návratnosti

I = počáteční investice

CF=roční úspora nákladů, cashflow

7.1.2. Reálná/ Diskontovaná doba návratnosti

Reálná doba návratnosti, též DPP (Discounted payback period), oproti prosté době návratnosti již zohledňuje časovou proměnlivost hodnoty peněz a při výpočtu se používá další proměnná neboli diskontní míra, jejíž stanovení může být v některých případech problematické. Zohledněním poklesu hodnoty peněz a proměnlivosti cashflow je výsledný údaj směrodatnější

Vzorec: $TS = -I + \sum_{t=1}^{t} CF_t * (1+i)^n$ = [rok] (5)

t= doba návratnosti

CF= roční úspora nákladů

r = diskontní sazba

7.2. Čistá současná hodnota

Čistou současnou hodnota peněz -NPV (Net Present Value), lze definovat jako součet všech diskontovaných finančních toků ve zvoleném časovém horizontu. Využívá se nejčastěji pro zjištění, zdali je daná investice se zvolenou diskontní mírou zisková či ztrátová.

Vzorec: $NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{R_t}{(1+i)^t}$ (6)

R_t=tok peněz v daném období

i= diskontní sazba

t=počet časových period[30]

7.3. Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento také IRR (internal rate of return) je diskontní sazba (r), při které je suma diskontovaného cashflow (NPV) rovná nule. Jedná se tedy o maximální výnosnost, kterou investice poskytne.

Vzorec: $0 = NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{C_t}{(1+IR\ )^t} - I$ = [%] (7)

CF=roční úspora nákladů v čase t

I= počáteční investice

IRR = vnitřní výnosové procento

t=počet časových period[31]

7.4. Hodnocení investice

7.4.1. NPV vs. IRR

NPV a IRR jsou jedněmi ze základních finančních veličin, které se používají k hodnocení jednotlivých investicí či projektů. Pokud investice vyhovuje z pohledu NPV při zvolené

[30] FERNANDO, Jason. Net Present Value (NPV): What It Means and Steps to Calculate It [online]. 2022 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp

[31] FERNANDO, Jason. Internal Rate of Return (IRR): Rule: Definition and Example [online]. 2022 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/i/irr.asp

diskontní míře tak projet dosáhne diskontované doby návratnosti a vnitřní výnosové procento je vyšší nežli požadovaná diskontní sazba.

$$NPV>0 \rightarrow IRR>požadovaný\ výnos \quad (8)$$

Pokud ale zvolený projekt nevyhovuje z pohledu čisté současné hodnoty tak požadovaný výnos vyšší než IRR

$$NPV<0 \rightarrow požadovaný\ výnos>IRR \quad (9)$$

7.4.2. NPV pravidlo

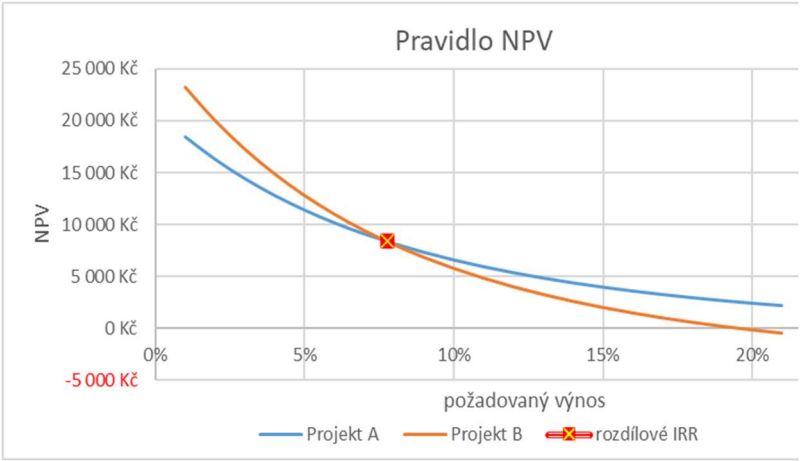
Pokud nastane situace, při které se nelze rozhodnout mezi dvěma variantami na základě jednotlivých NPV a IRR je vhodné využít tzv. Pravidlo NPV, podle kterého lze stanovit, resp. nalézt výnosové procento, při kterém se mění pořadí jednotlivých variant.

Tato metoda spočívá v rozdílu mezi variantami a následným výpočtem vnitřního výnosového procenta, jak je znázorněno na tab. č.4 a grafu č.3.

životnost projektu	20 let
Projekt A	
Investice	3 000 Kč
Roční příjem	1 200 Kč
Projekt B	
Investice	9 000 Kč
Roční příjem	1 800 Kč
Projekt B - Projekt A	
I_B-I_A	6 000 Kč
CF_B-CF_A	600 Kč
IRR_{B-A}	7,755%
NPV při 7,755%	
NPV_A	8 352,30 Kč
NPV_B	8 352,30 Kč

Tabulka 4: vstupní hodnoty pro pravidlo NPV

Zdroj: Vlastní



Graf 3: pravidlo NPV

Zdroj: Vlastní

7.5. Citlivostní analýza

Podstatou analýzy citlivosti v oblasti finančního rozhodování je zjišťování citlivosti zvoleného finančního kritéria projektu na možné změny hodnot, které kritérium ovlivňují.

Touto analýzou se tedy stanovuje jak určité změny vstupních hodnot, resp. faktorů (např. objem produkce, využití kapacit, cena zdrojů, …) ovlivňují daná kritéria.

Uplatnění této analýzy je limitováno na kvantifikovatelné rizikové faktory, u kterých lze predikovat, resp. modelovat jejich vazbu na finanční kritéria.[32]

Jednofaktorová analýza citlivosti

Základní verzí citlivostní analýzy je tzv. jednofaktorová analýza, při které se zjišťují dopady izolovaných změn jednotlivých rizikových kritérií na zvolené finanční kritérium a nezohledňuje tedy možnou závislost některých rizikových faktorů, kdy změna určitého kritéria může vyvolat změnu jiných faktorů. Změny hodnot jednotlivých faktorů pak mají často formu pesimistického, realistického a optimistického scénáře.[33]

Vícefaktorová analýza citlivosti

Tato analýza umožňuje odhalit vliv současných změn hodnot u více faktorů na hodnotu kritéria. Nejčastěji je využívána dvoufaktorová analýza[34]

[32] [-30]FOTR, Jiří a Jiří HNILICA. Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-802-4751-047.

8. Stávající stav objektu

8.1. Popis domu

Dům je zděné konstrukce téměř obdélníkového půdorysu. Střecha je sedlová se dvěma vikýři, obytným podkrovím a půdou. Součástí rodinného domu je také přistavěná garáž. Na pozemku se dále vyskytuje příjezdová asfaltová cesta ke garáži, podél níž byla zahrada původně rozdělena pletivovým plotem se ztraceným bedněním, které bylo vlastníkem odstraněno mini rypadlem v osobním vlastnictví. Stavba je napojena na veřejnou vodovodní, plynovodní, kanalizační a elektrickou síť. Na domě proběhly rekonstrukce udržovací jejíchž rozsah nelze s přesností určit a které nezamezily postupné degradaci některých částí stavby.

Obrázek 7: Fotografie stávajícího stavu: pohled na objekt

Zdroj: Vlastní

8.2. Materiálové řešení

8.2.1. Svislé konstrukce:

Veškeré svislé konstrukce jsou vyzděny z plných pálených cihel o rozměrech 65/140/290 mm. Obvodové a vnitřní nosné stěny o tloušťce 450 mm a ostatní nenosné svislé konstrukce jsou tloušťky 150 mm. V druhém nadzemním podlaží se nosné stěny vyskytují pouze po obvodu pro konstrukci krovu.

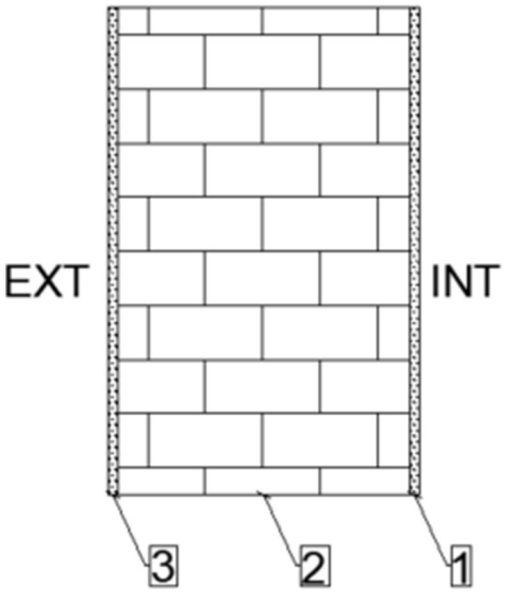
Původní Skladba – Obvodová stěna

1.Vnitřní omítka vápenocementová 15 mm

2.Cihla plná pálená 450 mm

3. Vnější omítka vápenocementová 15 mm

Součinitel prostupu tepla = **1,324** W/m^{2}K



Obrázek 8: Var.A – Obvodová stěna

Zdroj: Vlastní na základě PD

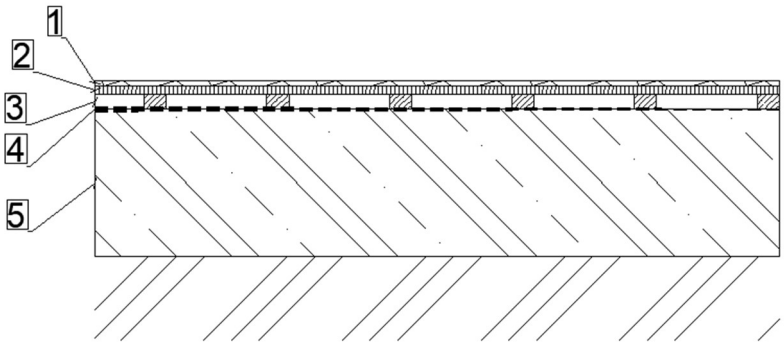
8.2.2. Podlaha 1NP

Podlaha přilehlá k zemině je složena pouze ze základové betonové desky, hydroizolace, která byla dodatečně dodána v rámci jedné z minulých rekonstrukcí, dřevěného roštu, desek OSB a nášlapné vrstvy. Není zde tedy žádná tepelná izolace, která by zamezila úniku tepla.

Původní Skladba – Podlaha k zemině

1.Linoleum	2 mm
2. OSB	18 mm
3.Dřevěný rošt	30 mm
4.Hydroizolace	3 mm
5.ŽB deska	200 mm

Součinitel prostupu tepla =**2,179** W/m^{2}K



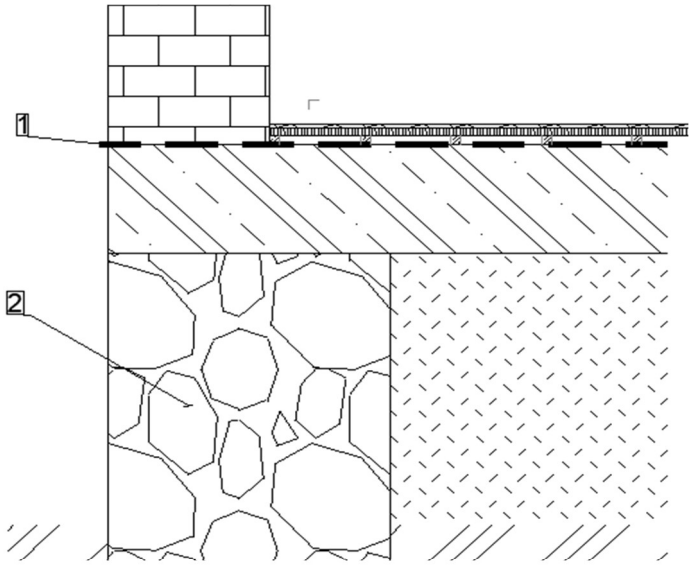
Obrázek 9: Var. A – podlaha k zemině

Zdroj: Vlastní na základě PD

Skladba stávající základové konstrukce:

1.Hydroizolace

2.Kamenné základové pasy



Obrázek 10: Var.A – základová konstrukce

Zdroj: Vlastní na základě PD

8.2.3. Stropy

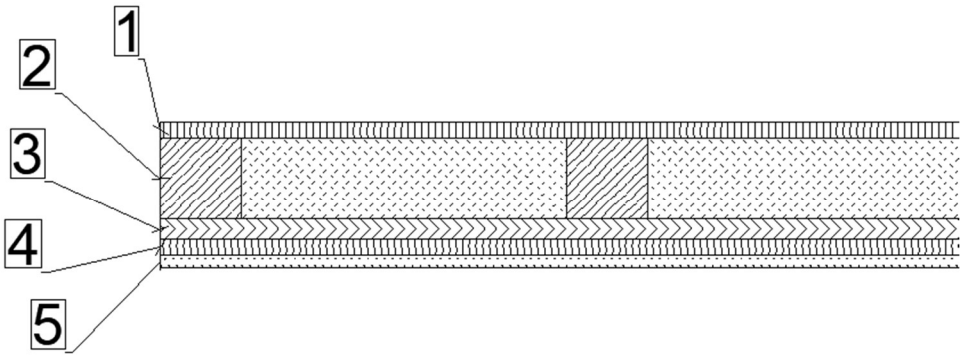
Strop prvního podlaží je jedním z typických architektonických prvků pro dobu, ve které byla původní vila postavena. Jedná se o klenutý strop, tzv. klenbu, která je vyzděna z cihel plných, jejichž zatížení je přenášeno do traverz a následně do nosných zní. Vyrovnávací vrstvou na této zděné klenbě tvoří vrstva plevového zásypu což je směs hlíny a obilné plevy či slámy, která také zastává funkci tepelně a zvukově izolační. Na tomto zásypu ze směsi hlíny a obilné plevy je vylitá vrstva betonu, na které je finální nášlapná vrstva.

- Nášlapná vrstva (PVC lino nebo dlažba)
- Beton
- Plevový zásyp
- Cihelná klenba
- Dřevěný rošt
- Nehoblované prkna
- Omítka na rákosovém pletivu

Nad druhým nadzemním podlažím se vyskytuje strop trámový jako součást konstrukce krovu s podbitím a obedněním. Prostor mezi trámy je také vyplněn plevovým zásypem. Omítka na tomto měkkém podkladě z dřevěných prken je jako v prvním patře ohozená na rákosovém pletivu.

Původní Skladba – Strop nad 2NP

1.Nehoblované měkké dřevo	20 mm
2.Trám + plevový zásyp	120 mm
3. Nehoblované měkké dřevo	20 mm
4.Rákosové pletivo	10 mm
5. Omítka	10 mm



Obrázek 11: Var. A – podhled 2NP

Zdroj: Vlastní na základě PD

8.2.4. Střecha:

Původní sedlová střecha s celkem čtyřmi štíty je pokrytá keramickými taškami, mezi nimiž jsou občasné mezery vyplněny expanzní pěnou, která zde byla dodatečně aplikována předchozím majitelem objektu. Laťování, krokve a další nedílné součásti konstrukce krovu jsou místy znehodnocené stářím a již na pohled je patrný rozklad dřeva.

Zateplení střechy je zajištěno minerální vatou o celkové tloušťce 80 mm v místech podkroví, kdy konstrukce přichází do přímého styku s obytným prostorem.

Obrázek 12: Fotografie stávajícího stavu - půda

Zdroj: Vlastní

Původní skladba – Střešní konstrukce

1.Vnitřní omítka na rákosovém pletivu

2.Dřevo měkké

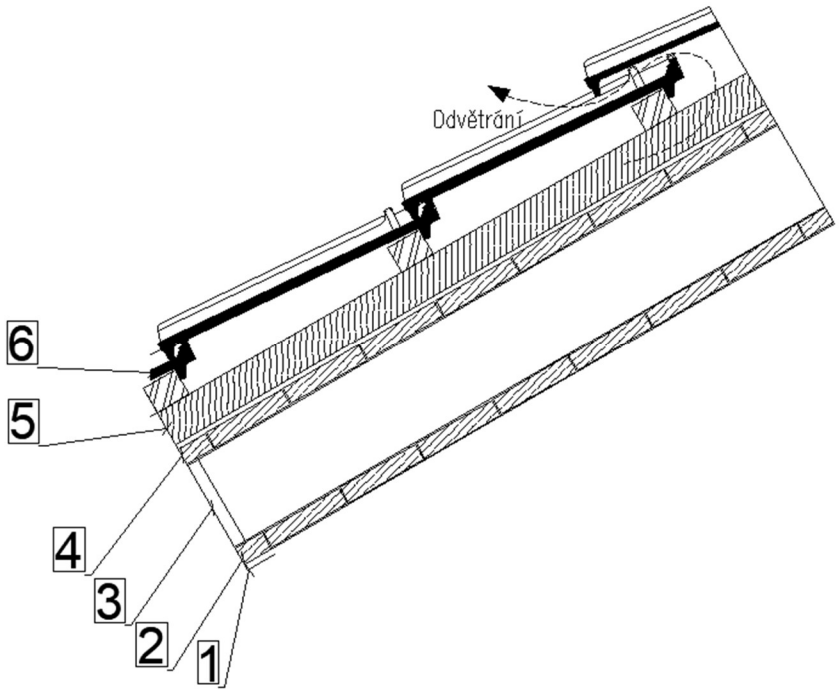
3. Krokev + minerální vata

4.Dřevo měkké

5. Laťování

6.Střešní taška

Součinitel prostupu tepla = **0,427** W/m^{2}K



Obrázek 13: Var. A – střešní konstrukce

Zdroj: Vlastní na základě PD

8.3. Dispozice

Stávající stav objektu je rozdělen do tří samostatných bytových jednotek. Dvě jednotky v prvním nadzemním podlaží a jedna v podkroví, dle následujícího schéma.

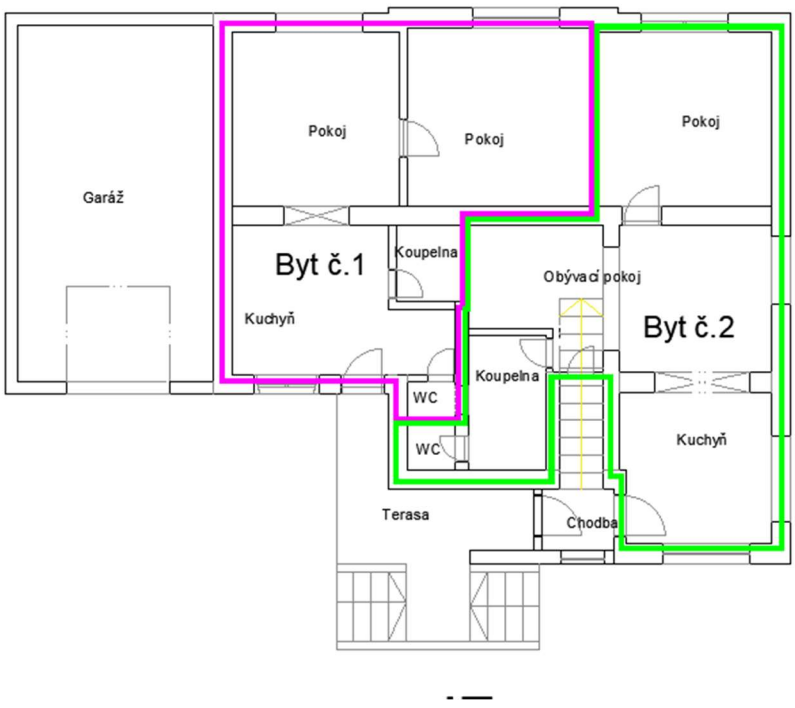
1NP: Byt č.1: Kuchyň, Obývací pokoj, Koupelna, WC, Pokoj

Byt č.2: Kuchyň, Koupelna, WC, 2 x Pokoj

Ostatní: Vchod, Terasa, Garáž

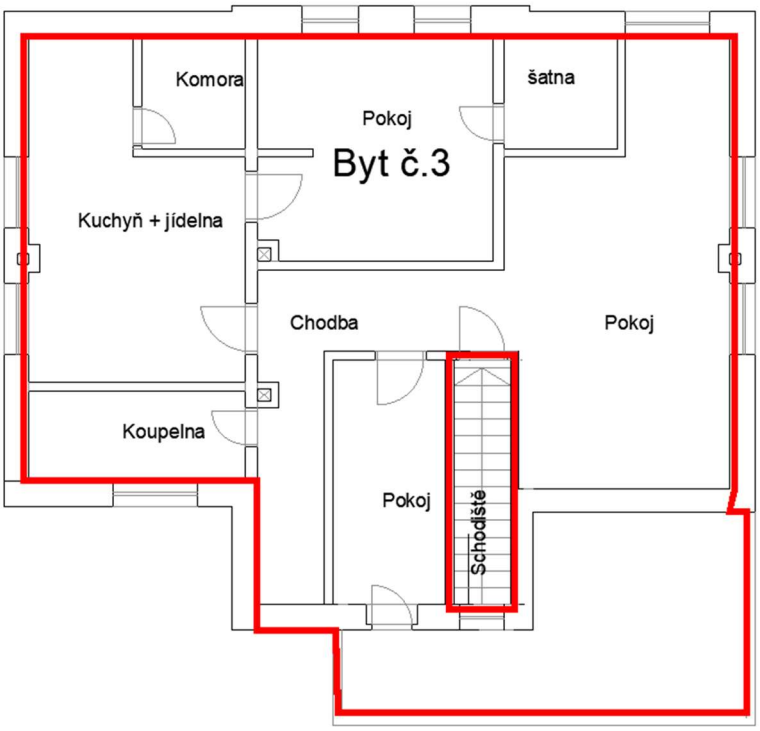
2NP: Byt č.3: Kuchyň, 3x pokoj; Koupelna, Komora, Šatna, Chodba

Ostatní: Schodiště



Obrázek 14: Dispozice stávajícího stavu – 1NP

Zdroj: Vlastní na základě PD



Obrázek 15: Dispozice stávajícího stavu- 2NP

Zdroj: Vlastní na základě PD

8.4. Fotodokumentace

Obrázek 17: Fotografie stávajícího stavu - zahrada

Zdroj: Vlastní

Obrázek 16: Fotografie stávajícího stavu – pokoj 1NP

Zdroj: Vlastní

Obrázek 19: Fotografie stávajícího stavu – Pokoj 2NP

Zdroj: Vlastní

Obrázek 18: Fotografie stávajícího stavu – Kuchyň 1NP

Zdroj: Vlastní

9. Rekonstrukce

Stávající stav rodinného domu je pro investora zcela nevyhovující a z tohoto důvodu je navržena rekonstrukce, která je rozdělena do dvou variant. První varianta obsahuje pouze stavební práce na obnovu a změnu dispozice. Druhá varianta již zahrnuje energeticky úsporná opatření.

9.1. Var. A – Rekonstrukce – obnova

V rámci první varianty se uvažuje pouze s obnovou morálního stáří a změny dispozice objektu tak, aby vyhovovala potřebám jedné rodiny. Také je zde předpokládáno, že nebude dosaženo požadavků žádné dotace a bude tedy zapotřebí vynaložit 100% vzniklých nákladů.

9.1.1. Sanace

Na vnitřních ani vnějších omítkách nejsou patrné žádné příznaky kumulující vlhkosti ve zdivu. Omítka je zde místy znehodnocená pouze z důvodu, že bytové jednotky v přízemí nebyly po delší dobu obydleny. V rámci rekonstrukce tedy není se sanací uvažováno. V případě, že by po stržení stávající omítky byly příznaky vlhkosti ve zdivu, bylo by nutné stavební práce zastavit a provést průzkumy, sondy a návrhy na potřebné ošetření objektu.

9.1.2. Izolace proti zemní vlhkosti

Objekt je vodorovně zaizolován proti zemní vlhkosti na úrovni základové desky, která zde byla realizována v rámci jedné z dílčích rekonstrukcí pro uchování stavu objektu předchozím majitelem.

9.1.3. Úpravy v interiéru

Kromě již zmíněných změn je uvažováno s mnohými dalšími úpravami v rámci interiéru. Mezi ně, patří například následující:

1.1.1. Výměna interiérových dveří

1.1.2. Nové omítky

1.1.3. Nové obklady a dlažba

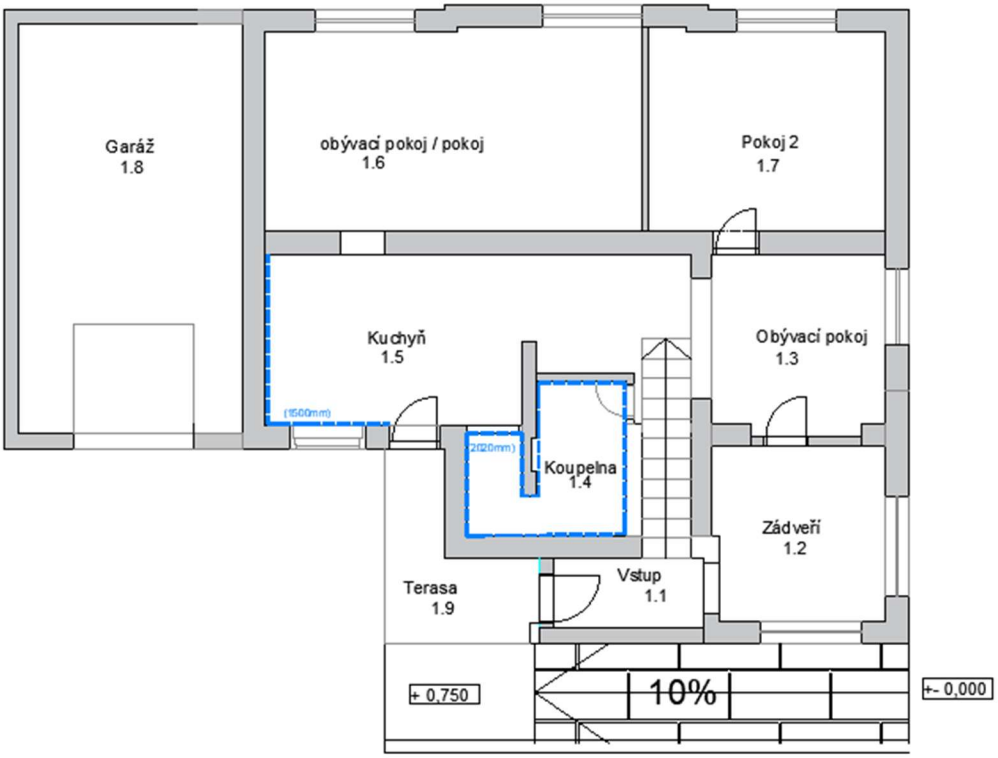
1.1.4. Změna nášlapných vrstev

Plánováno je také zaslepení vedení ZTI u kuchyně v bytě č.2 a č.3, a koupelně bytu č.1. Ostatní místnosti napojené na vedení ZTI budou sloužit ke stejnému či obdobnému účelu, a tudíž vedení zde bude ponecháno k dalšímu použití. Současně není v rozpočtu uvažováno

s náklady na vybavení objektu nábytkem a dalších předmětů, které jsou pro užívání objektu nezbytné, avšak nejsou stavebně-technického charakteru.

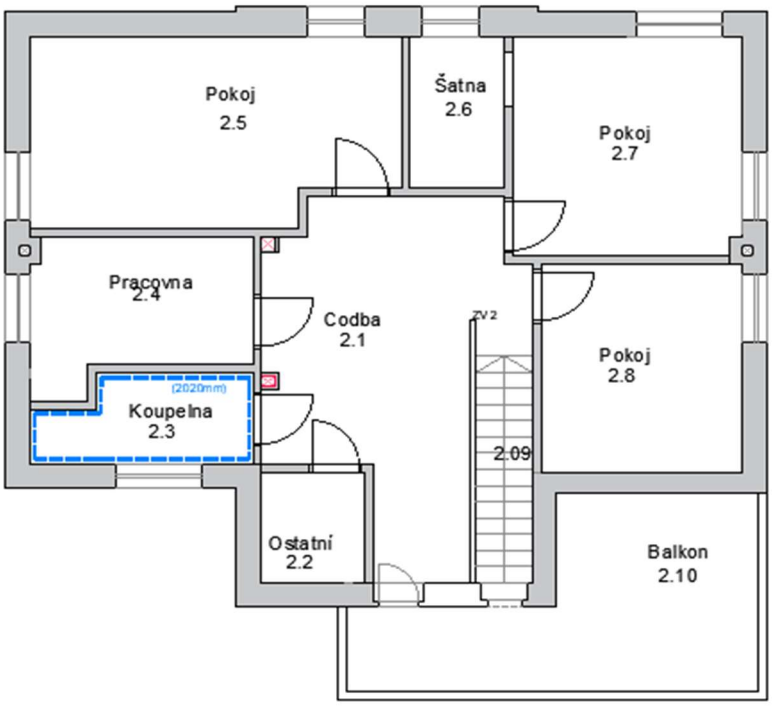
9.1.4. Dispozice

Současná dispozice objektu je rozdělena na 3 samostatné bytové jednotky. Pro budoucí využití jako rodinný dům je tedy nutné tyto prostory „spojit“. V rámci bouracích prací dojde k demolici veškerých nenosných zděných konstrukcí, které budou nahrazeny zdivem Porotherm 14 dle předpokládané dispozice. Součástí bude také oškrabání veškerých omítek, a následná realizace nové štukové dvouvrstvé omítky pro dosažení „homogenního“ povrchu.



Obrázek 20: Nová dispozice 1NP

Zdroj: Vlastní na základě PD



Obrázek 21: Nová dispozice 2NP

Zdroj: Vlastní na základě PD

9.1.5. Strop

V rámci stropu se uvažují úpravy tak, aby stávající konstrukce byla ponechána. Původní dřevěný podhled s roštem bude demontován a na jeho místě bude nahrazen sádrokartonovým podhledem. Nášlapná vrstva bude odstraněna a nahrazena novou dle požadavku investora.

9.1.6. Vnější úpravy

V exteriéru je na objektu předpokládané vyspravení stávající omítky v rozsahu do 65% a její následné natření krycím silikonovým emailem. Pro antikorozní ochranu bude ocelové zábradlí opatřeno antikorozním akrylátovým nátěrem. Podbytí střešní konstrukce bude natřeno lazurovacím akrylátem.

9.2. Var. B – Rekonstrukce – EÚO

Druhá varianta obohacuje pouhou obnovu o navržená energetická, a tím i ekonomická úsporná opatření. Je zde uvažováno s kontaktním zateplením obvodových stěn, zateplením podlahy přilehlé k zemině, výměnou výplní otvorů a také s výměnou střešní konstrukce.

Z celkové plochy střechy objektu je její jihovýchodní a jihozápadní část využita pro fotovoltaickou elektrárnu s bateriovým uložištěm o ploše 45m2. Počáteční roční produkce této elektrárny by měla činit 6,2 MWh/rok.

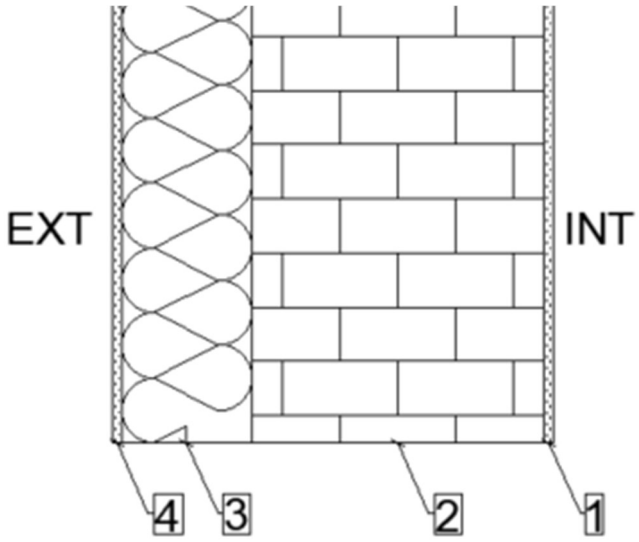
9.2.1. Zateplení obvodového pláště

Jedním ze základních opatření ke snížení energetické náročnosti objektu je provedení kontaktního zateplovacího systému na objektu. Původní hodnota součinitele prostupu tepla nevyhovovala normovému požadavku, a tak byl navržen tepelný izolant EPS o tloušťce 200 mm. Aby bylo možné izolant aplikovat bude původní místy popraskaná vnější omítka otlučena v plném rozsahu. Následně budou vyškrabány spáry ve zdivu, očištěn a penetrován podklad. Na takto připravený povrch bude již standardně aplikován kontaktní zateplovací systém.

Nová skladba – obvodové stěny

1.Vnitřní omítka	15 mm
2.Cihla plná pálená	440 mm
3. EPS	200 mm
4. Perlinka + Silikátová omítka	5 mm

Součinitel prostupu tepla = **0,173** W/m^{2}K



Obrázek 22: Nová skladba obvodově stěny- rekonstrukce

Zdroj: Vlastní na základě PD

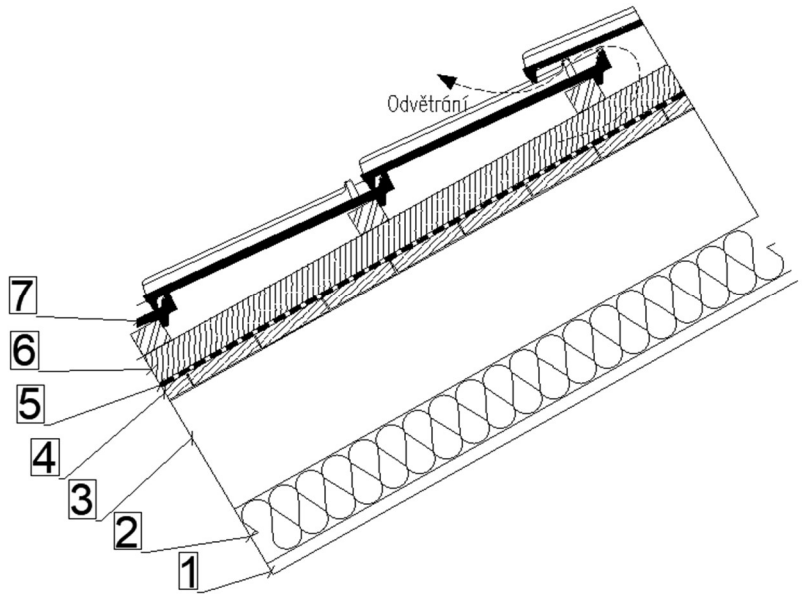
9.2.2. Střešní konstrukce

U stávající konstrukce střešní krytiny je uvažováno s otlučením omítky na rákosovém pletivu, demontáži dřevěného pobití trámu na půdě, vybráním a následným odvozem plevového zásypu, po kterém by následovala demontáž podbití trámu a rozebrání střešní krytiny. Následně by byl odstraněn a krov tak, aby na objekt mohla být zrealizována střešní konstrukce nová. Z estetického hlediska je navržená konstrukce totožná s konstrukcí stávající.

Nová skladba – střešní konstrukce

1.SDK	12 mm
2.Minerální vata	100 mm
3.Krokev + minerální vata	200 mm
4.Dřevo měkké	15 mm
5.Parozábrana	0,25 mm
6.Laťování	50 mm
7.Střešní taška	

Součinitel prostupu tepla = **0,130** W/m^{2}K



Obrázek 23: Var. B- střešní konstrukce

Zdroj: Vlastní na základě PD

9.2.3. Podlaha 1NP

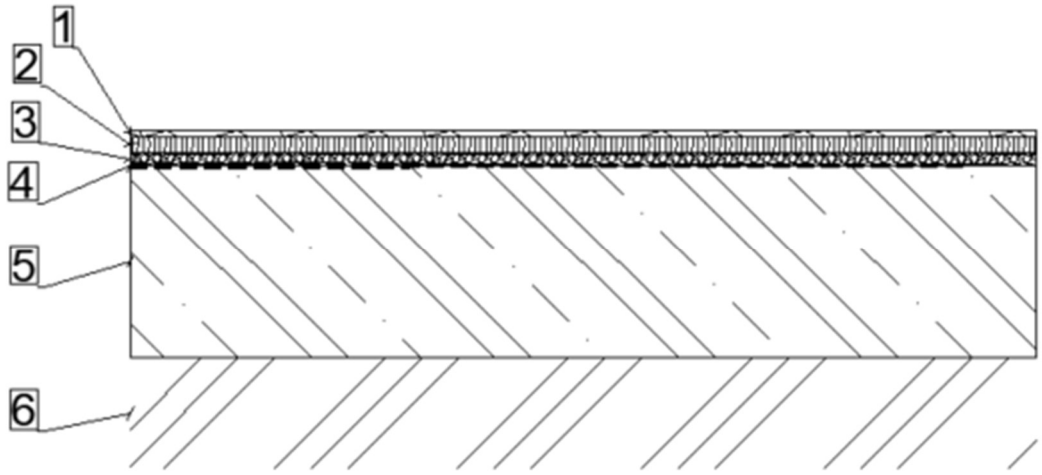
Současná skladba podlahy z desek OSB a dřevěného roštu o celkové tloušťce 50 mm, neobsahuje žádnou tepelně izolační vrstvu a v případě zateplení pouze obálky budovy bez podlahy by mohlo docházet ke kondenzaci vlhkosti na styku svislé konstrukce, kde se vyskytují vysoké rozdíly součinitelů prostupu tepla. V těchto místech se může potkat tzv. teplý a studený vzduch.

Pro zateplení bude využit tzv. suchý postup výstavby, při kterém bude na hydroizolaci základové desky nanesena vrstva lehkého keramického kameniva o frakci 1-4 mm o minimální tloušťce 20 mm. Tímto postupem by byla dodržena původní tloušťka podlahy a nebylo by nutné zasahovat do nosné konstrukce pro zvětšení otvorů. Po vyrovnání budou přímo na liapor uloženy dvě desky OSB o tloušťkách 14 mm. Celková tloušťka bez nášlapné vrstvy podlahové konstrukce bude tedy 48 mm, což je téměř shodné s tloušťkou současné skladby.

Nová skladba – Podlaha k zemině

1. Lino	2 mm
2.2X OSB deska	24 mm
3.Keramzit 1/4	20 mm
4.Hydroizolace	3 mm
5.ŽB deska	200 mm
6.Zemina	

Součinitel prostupu tepla = **1,192** W/m^{2}K



Obrázek 24:Var.B- Podlaha k zemině

Zdroj: Vlastní na základě PD

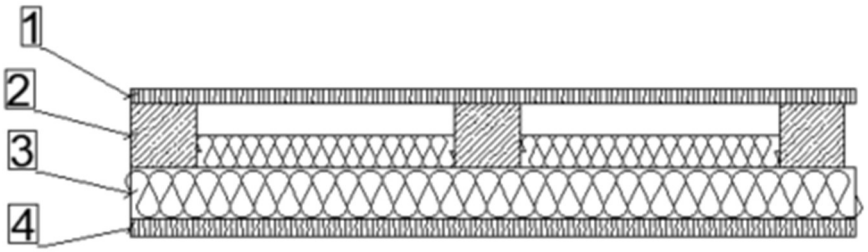
9.2.4. Podhled nad 2NP

V rámci obměny původní střešní konstrukce bude provedena demontáž stávajícího dřevěného podhledu. Po dokončení střešní konstrukce a krytiny bude realizován podhled nový ze sádrokartonových desek na profily, které budou připevněny do konstrukce krovu.

Nová skladba – Podhled nad 2NP

1.Dřevo	20 mm
2.Minerální vata	100 mm
3.Minerální vata	200 mm
4.SDK	12 mm

Součinitel prostupu tepla U = **0,128** W/m^{2}K



Obrázek 25- Var.B - Podhled 2NP

Zdroj: Vlastní na základě PD

9.3. Výměna výplní otvorů

V objektu se nacházejí starší okna plastová standardních i nestandardních rozměrů, jejichž součinitel prostupu tepla je uvažován 1,5W/m^{2}K. Umístění těchto oken je v ose zdiva. Tyto výplně budou nahrazeny okny s izolačním trojsklem na hraně mezi zdivem a tepelným izolantem pro lepší tepelně-technické vlastnosti.

10. Novostavba

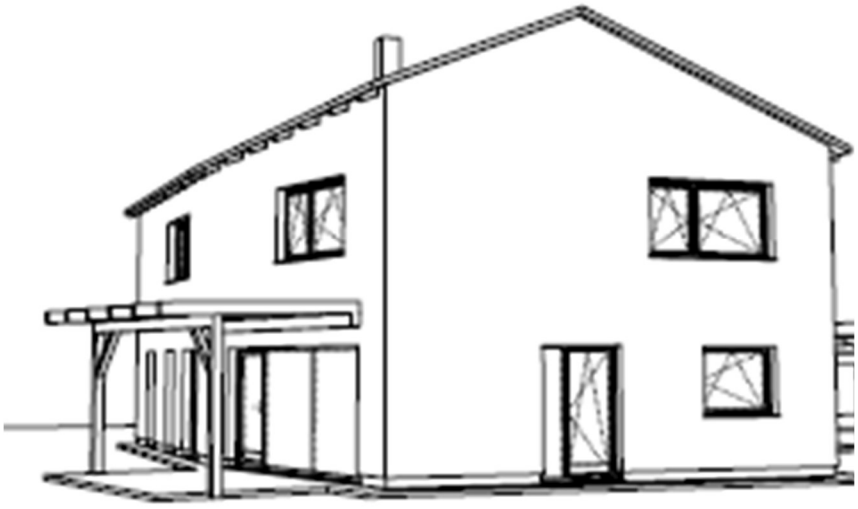
Dalšími možnými variantami, jak naložit se stávajícím objektem je jeho demolice a následné postavení nového rodinného domu, čímž by návrh přesně odpovídal představám vlastníka. Pro sestavení podrobnějšího výčtu možností pro majitele je i novostavba rozdělena do dvou variant. První řeší výstavbu dle projektové dokumentace a druhá varianta postupuje s upravenou projektovou dokumentací ve které došlo k snížení tepelných ztrát.

10.1. Var. C-Novostavba dle PD

Projekt rodinného domu byl zvolen tak, aby disponoval podobnými vlastnostmi pro porovnatelnost hodnocených kritérií.

Rodinný dům se dvěma obytnými podlažími a neobytným podkrovím s obdobnou celkovou podlahovou plochou je vybaven systémem centrální rekuperace, který snižuje tepelné ztráty větráním, a ačkoliv se v objektu vyskytují i otevíravá, resp. výklopná okna je zde uvažováno, že větrání objektu bude v plném rozsahu rekuperační jednotkou, a nikoliv přirozeným větráním.

Pro snížení nákladů na energie je součástí návrhu také fotovoltaická elektrárna (FVE) o ploše 45 m^2s bateriovým uložištěm nasměrovaná směrem na jihovýchod , jejíž předpokládána počáteční roční produkce činí 6,2 MWh/rok



Obrázek 26 – Var. C – pohled na objekt

Zdroj: Projektová dokumentace

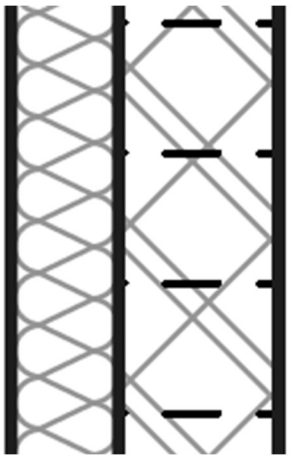
10.1.1. Obvodová stěna

INT

Vnitřní omítka	15 mm
Porotherm	300 mm
EPS	200 mm
Silikátová omítka	2 mm

EXT

Součinitel prostupu tepla : **0,157** W/m^{2}K



Obrázek 27 – Var. C Obvodová stěna

Zdroj: Projektová dokumentace

10.1.2. Podlaha k zemině

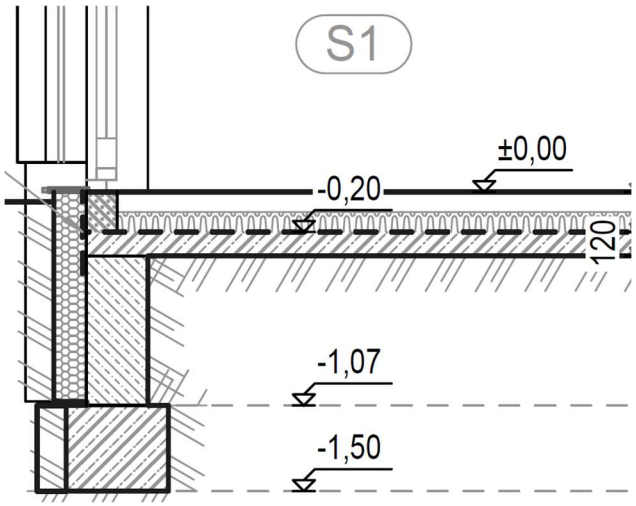
Skladba S1:

INT

Nášlapná vrstva	10 mm
Betonový potěr	60 mm
EPS 150 podlahový	130 mm
2x Glastek 40 special Mineral	8 mm
Železobetonový deska	120 mm

EXT

Součinitel prostupu tepla U = **0,244** W/m^{2}K



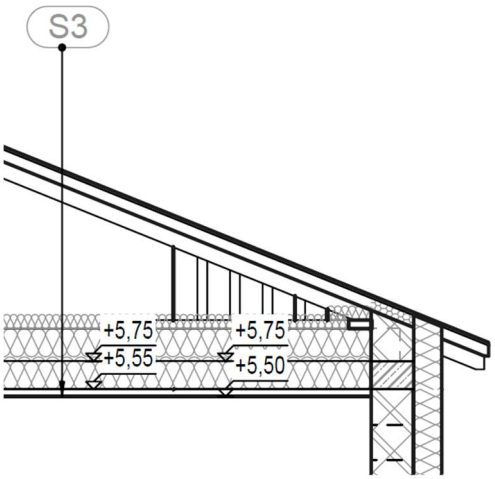
Obrázek 28: Var. C – podlaha k zemině

Zdroj: Projektová dokumentace

10.1.3. Střecha

EXT

1. Betonová krytina Bramac Tegalit
2. Latě a kontralatě 40/60 40 mm
3. Pojistná hydroizolace 4 mm
4. Bednění OSB 22 mm
5. Dřevěné krokve 200 mm
6. Tepelná izolace Knauf Unifit 0,35 240 mm
7. Parozábrana Knauf LDS 100 0,19 mm
8. SDK podhled 12,5 mm



Obrázek 29: Var.C – Střešní konstrukce

Zdroj: *Projektová dokumentace*

INT

Součinitel prostupu tepla U = **0,078** W/m^{2}K

10.2. Var. D-Novostavba+

Tato varianta navazuje přímo na základní projekt u Var. C, avšak upravuje některé konstrukční části. Změny se projevily ve zvýšené tloušťce zateplení na obvodovém zdivu o 100 mm a v podlahové konstrukci o 120 mm. Spolu s navýšenou plochou oken došlo díky této změně k celkovému snížení spotřeby energie na vytápění z 29 kWh/m^{2}rok na 14 kWh/m^{2}rok a splňuje tedy jeden z požadavků pro pasivní standard domu.

10.2.1. Obvodová stěna

Obvodová stěna je

Vnitřní omítka 15 mm

Porotherm 300 mm

EPS 200 mm

Silikátová omítka 2 mm

Součinitel prostupu tepla: **0,113** W/m^{2}K

10.2.2. Podlaha k zemině

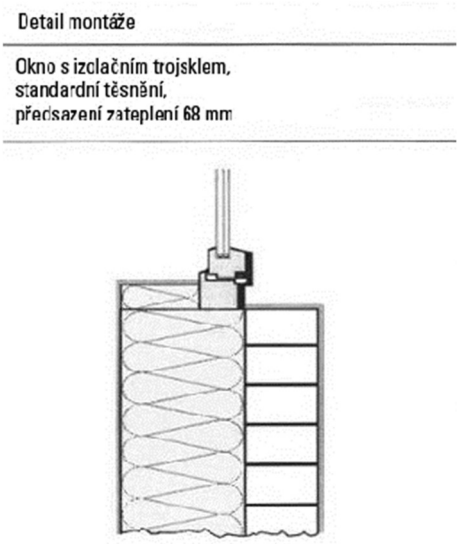
Skladba S1:

Nášlapná vrstva	10 mm
Betonový potěr	60 mm
EPS 150 podlahový	250 mm
2x Glastek 40 special Mineral	8 mm
Železobetonový deska	120 mm

Součinitel prostupu tepla U = **0,133**W/m^{2}K

10.2.3. Výplně otvorů

Celková plocha plastových oken s izolačními trojskly byla na jihovýchodní a jihozápadní straně fasády rozšířena celkem o 8,7m^2 pro zvýšení solárních zisků. Realizace těchto výplní byla také namísto klasické montáže v úrovní vnější hrany zdiva nahrazena za tzv. předsazenou montáží, při které jsou sníženy tepelné ztráty z důvodu tepelných mostů.



Obrázek 30: Okenní rám montovaný do prostoru tepelné izolace

Zdroj: https://www.izolace.cz/clanky/predsazena-montaz-oken/

11. Vyhodnocení

11.1. Energetické posouzení

Jedním z cílů této práce bylo posouzení provozních nákladů objektu pomocí nákladů za dodanou energii, tj. provozní náklady. V dnešní době pro běžného investora totiž není cílem mít nízkou spotřebu energií, nízké tepelné ztráty a například využívat i obnovitelné zdroje, či zpětné získávání tepla. Nízká energetická náročnost je cestou, jak docílit snížení finanční náročnosti objektu na běžný provoz.

V následujících tabulkách (tab. č.5 a tab. č.7) je znázorněna rekapitulace jednotlivých součinitelů prostupu tepla U [W/m^{2}K] pro jednotlivé části konstrukce.

K největšímu snížení součinitele prostupu tepla u rekonstrukce došlo u obvodové stěny a to o 86,93% a to především z důvodu dodatečně aplikovaného izolantu. Oproti tomu k nejnižšímu poklesu kromě vstupních dveří došlo u podlahy k zemině. Tuto konstrukci lze v rámci případné realizace zateplit více, zásahem do nosné konstrukce a zvýšením tloušťky podlahy. Toho však lze docílit pouze pokud bude vypracován statický posudek, se kterým se neuvažovalo.

Novostavba oproti tomu již zvýšenou tloušťku podlahy obsahuje a tak největší rozdíl součinitele prostupu tepla se vyskytuje právě zde. Přesněji o 88,80% a v případě úpravy projektové dokumentace se tento rozdíl zvýší na 93,9%.

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U				
	ČSN 73 0540-2	Obnova	Rekonstrukce	Novostavba	Novostavba - pasiv
	W/m^2•K				
Střecha	0,24	0,427	0,13	0,078	0,078
Strop k půdě	0,6	1,243	0,128	0,078	0,078
Podlaha k zemině	0,45	2,179	1,192	0,244	0,133
Obvodová stěna	0,6	1,324	0,173	0,157	0,113
Okna	1,5	1,5	0,8	0,7	0,7
Vchodové dveře	1,7	1,8	1,1	1	1

Tabulka 5 : srovnání součinitělů prostupu tepla

Zdroj: Vlastní

Rozdíl součinitelů prostupu tepla oproti stávajícímu stavu						
Konstrukce	Rekonstrukce		Novostavba		Novostavba - Pasiv	
	[%]	W/m^{2}K	[%]	[%]	[%]	[%]
Střecha	69,56%	-0,297	81,73%	-0,349	81,73%	-0,349
Podlaha k zemině	45,30%	-0,987	88,80%	-1,935	93,90%	-2,046
Obvodová stěna	86,93%	-1,151	88,14%	-1,167	91,47%	-1,211
Okna	46,67%	-0,7	53,33%	-0,8	53,33%	-0,8
Vchodové dveře	38,89%	-0,7	44,44%	-0,8	44,44%	-0,8

Tabulka 7 – Relativní a absolutní změny součinitelů prostupu tepla vůči stávajícímu stavu

Zdroj: Vlastní

Popis	Mn.	Příkon [kW]	hod/den	Q_{ei} [kW/den]	Spotřeba MWh/rok
Pračka	1	2,3	1	2,3	0,8395
Myčka	1	1,4	1	1,4	0,511
Televize	1	0,2	5	1,0	0,365
Playstation 5	1	0,34	3	1,0	0,3723
Trouba	1	2,4	1	2,4	0,876
Indukční deska	1	3	1	3,0	1,095
Mikrovlná trouba	1	0,8	0,25	0,2	0,073
Varná konvice	1	0,8	0,25	0,2	0,073
Kávovar Delonghi	1	1,4	0,5	0,7	0,2555
Celkem [MWh/rok]				4,4603	

Tabulka 6: Spotřeba zařízení v domácnosti

Zdroj: Vlastní

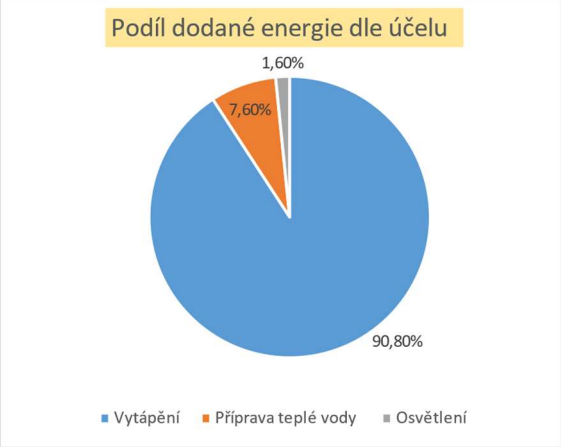
V jednotlivých variantách bylo uvažováno s totožnou spotřebou elektrické energie na provoz zařízení, které je znázorněno v tab. č. 6. Celková energie spotřebovaná na tato zařízení, a tedy jejich vnitřní tepelný zisk je 4,4603 MWh/rok. V rámci vyhodnocení energetické náročnosti jednotlivých variant byly však posuzovány pouze spotřeby energií dle účelu z průkazu energetické náročnosti budovy. S potřeba energie na zařízení by byla pro všechny varianty shodná.

11.1.1. Var. A – Rekonstrukce – obnova

Stávající stav objektu, na kterém budou provedeny pouze práce pro obnovu morální životnosti a změna dispozice je dle průkazu energetické náročnosti budovy zařazen do třídy energetické náročnosti G – mimořádně nehospodárný a energetickým štítkem obálky budovy je ohodnocena třídou F – velmi nehospodárná.

Pro vytápění i pro přípravu teplé vody je zde využíván plynový kotel, který byl dodatečně instalován předchozím vlastníkem. Celková dodaná energie činí 92,65 MWh/rok a více než 90 % je spotřebováno na vytápění objektu.

Skutečnou spotřebu objektu dle faktur není možné dohledat či přesně stanovit, jelikož předchozí majitel objektu obýval pouze jednu bytovou jednotku a aktuální vlastník objekt prozatím nevyužívá.



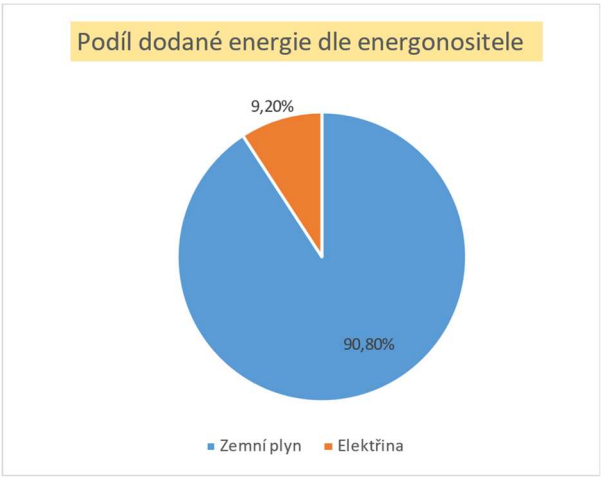
Graf 4: Var. A - Podíl dodanné energie dle účelu

Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle účelu		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Vytápění	90,80%	84,16
Příprava teplé vody	7,60%	7,05
Osvětlení	1,60%	1,44
Celkem	100,00%	92,65

Tabulka 8: Var. A - Podíl dodanné energie dle účelu

Zdroj: Vlastní



Graf 5: Var.A - Podíl dodané energie dle energonositele

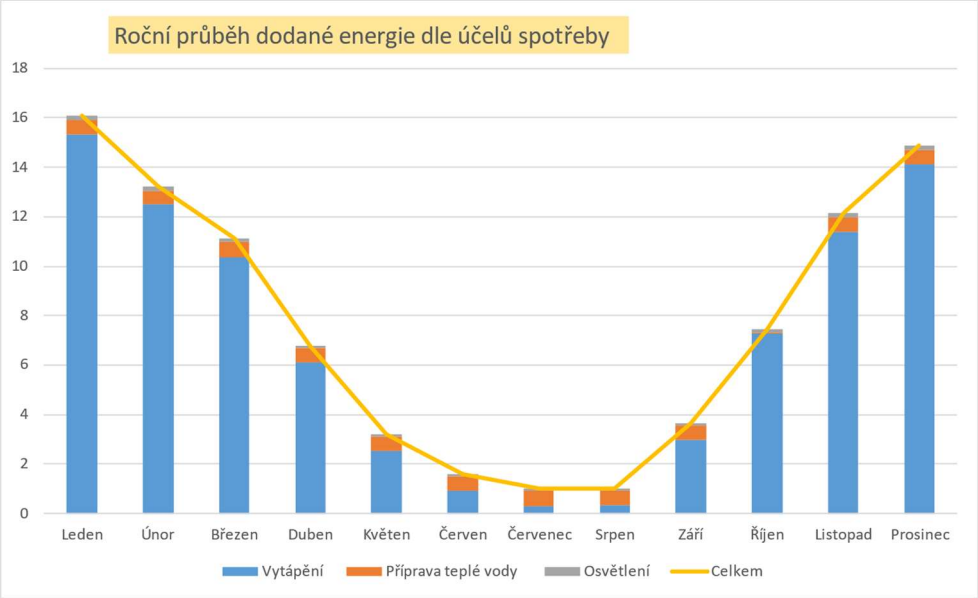
Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle energonositele		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Zemní plyn	90,80%	84,16
Elektřina	9,20%	8,49
Celkem	100,00%	92,65

Tabulka 9: Var.A - Podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: Vlastní

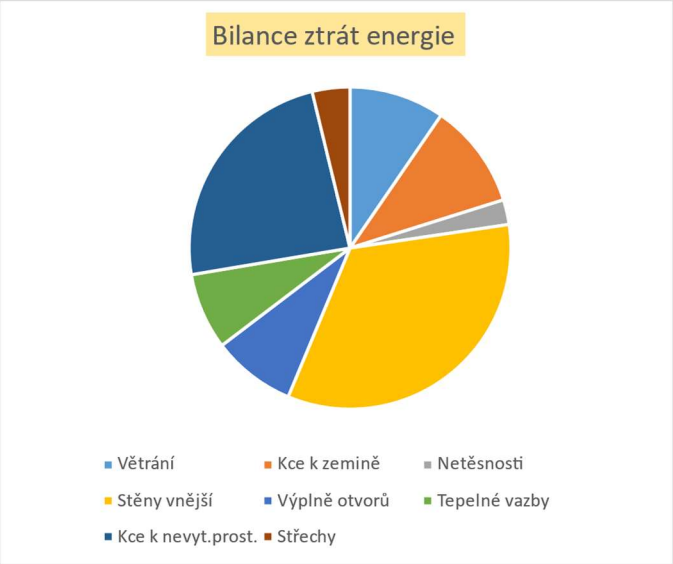
Z grafu č. 6 je patrné, že k největší spotřebě energií dochází v období: říjen-duben kvůli potřebám na vytápění. Ostatní spotřeby na přípravu teplé vody a osvětlení lze v průběhu roku uvažovat jako téměř konstantní. Rozdíl se zde vyskytuje pouze z důvodu různého počtu dní a době slunečního svitu v měsíci.



Graf 6: Var. A- Roční průběh dodané energie dle účelu

Zdroj: vlastní

K největšímu úniku tepla dochází skrze obvodové stěny, odkud pochází 33,7% z celkových ztrát. Další konstrukcí, skrze kterou dochází k tepelné ztrátě jsou konstrukce k nevytápěným prostorům (23,9%), nezateplená podlaha ve styku se zeminou (10,6%), výplněmi otvorů (8,4%) a střechou (3,8%). Zbývajících 19,6 % je způsobeno větráním, netěsnostmi nebo tepelnými vazbami na styku dvou a více různých konstrukcí.



Graf 7: Var.A – Bilance ztrát

Bilance ztrát energie	
Popis	**%**
Větrání	9,60%
Kce k zemině	10,60%
Netěsnosti	2,50%
Stěny vnější	33,70%
Výplně otvorů	8,40%
Tepelné vazby	7,70%
Kce k nevyt.prost.	23,90%
Střechy	3,80%
Celkem	**100,00%**

Tabulka 10: Var.A – Bilance ztrát

Zdroj: Vlastní

Zdroj: Vlastní

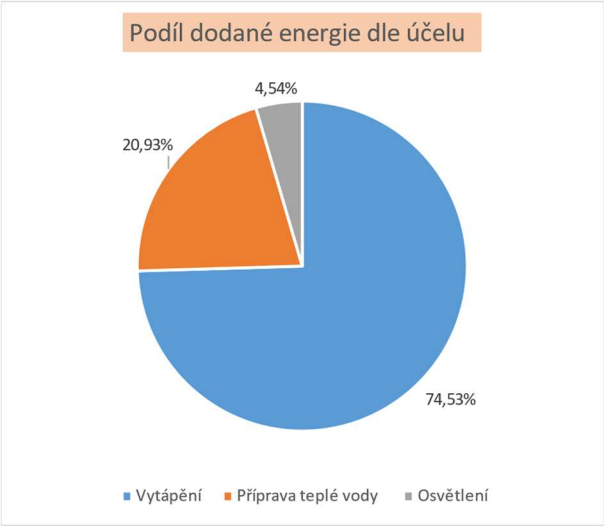
Součinitel prostupu tepla 1,15 W/m^{2}K je vyšší nežli hodnota referenční budovy 0,46W/m^{2}K. Primární energie z neobnovitelných zdrojů vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy 358 kWh/m^{2}K je oproti referenční hodnotě 153kWh/m^{2}rok téměř dvojnásobná. Celková dodaná energie vztažená k energeticky vztažné ploše 313 kWh/m^{2}K také převyšuje ukazatel referenční budovy 150kWh/m^{2}K.

Hodnoty jednotlivých ukazatelů energetické náročnosti budovy nesplňují požadavky vyhlášky 264/2020 Sb., § 6 odst., 2, protože jsou vyšší než referenční hodnoty energetické náročnosti referenční budovy. Záměr dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákonu č. 284/2021 Sb. nelze realizovat.

11.1.2. Var. B – Rekonstrukce – EÚO

Dům před rekonstrukcí se svou celkovou dodanou energií 92,65 MWh/rok byl mimořádně nehospodárný, finančně náročný na provoz a pro vlastníka nepraktický. Z toho důvodu byla na objektu navržena energeticky úsporná opatření. Jejich cílem bylo snížení celkové dodané energie. Toho bylo dosaženo se snížením na hodnotu 33,69 MWh/rok. Jedná se tedy o pokles o 63,6 %, tím došlo také ke změně klasifikace dle průkazu energetické náročnosti budovy na třídu C a dle energetického štítku obálky budovy na třídu B.

Největší část celkové dodané energie je spotřebována na vytápění, přesněji se jedná o 25,11 MWh/rok resp. 74,53 % z celku. Na přípravu teplé vody připadá 7,05 MWh/rok a zbývajících 1,53MWh/rok je spotřebováno na osvětlení objektu.



Graf 8: Var.B - Podíl dodané energie dle účelu

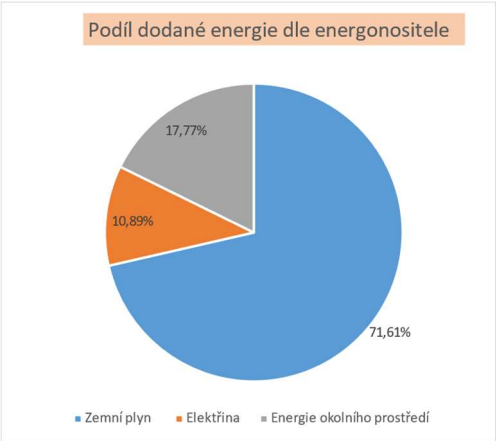
Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle účelu		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Vytápění	74,53%	25,11
Příprava teplé vody	20,93%	7,05
Osvětlení	4,54%	1,53
Celkem	**100,00%**	**33,69**

Tabulka 11: Var.B - Podíl dodané energie dle účelu

Zdroj: Vlastní

Vytápění je zajištěno plynovým kotlem, a tedy i největší část dodané energie je tvořená právě plynem a to 24,06MWh/rok neboli 71,61%. Elektrická energie je využívána na přípravu teplé vody a osvětlení a ročně je zapotřebí dodat jí 3,66 MWh/rok. Zbývající část je zajištěna fotovoltaickou elektrárnou, která je využito 5,97 MWh/rok. Energie vytvořená z obnovitelných zdrojů bude využívána nejen na ohřev teplé vody a osvětlení, ale také na běžnou spotřebu zařízeními v domácnosti.



Podíl dodané energie dle energonositele		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Zemní plyn	71,61%	24,06
Elektřina	10,89%	3,66
Energie okolního prostředí	17,77%	5,97
Celkem	**100,00%**	**33,60**

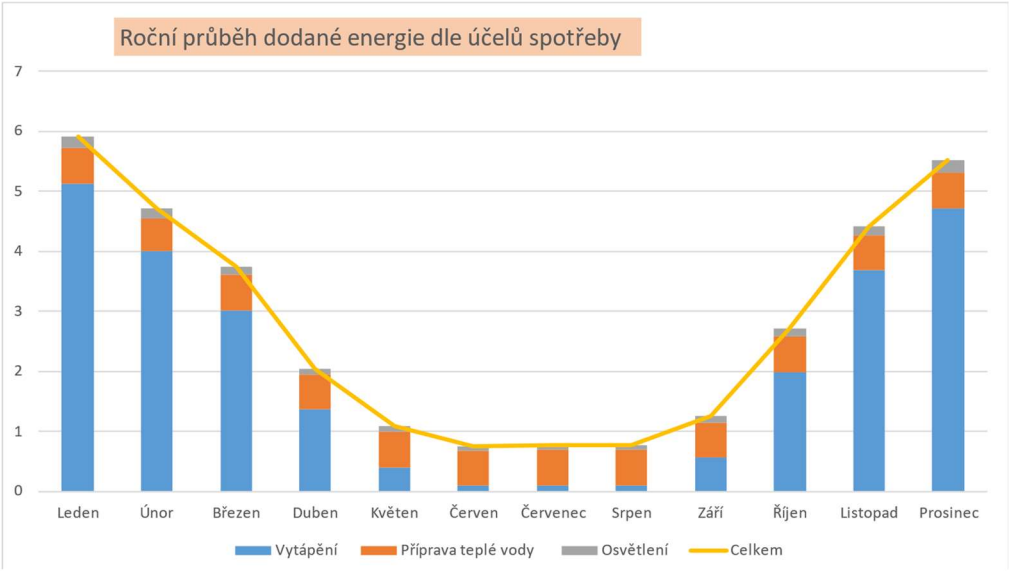
Tabulka 12: Var.B – podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: Vlastní

Graf 9: Var.B – podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: vlastní

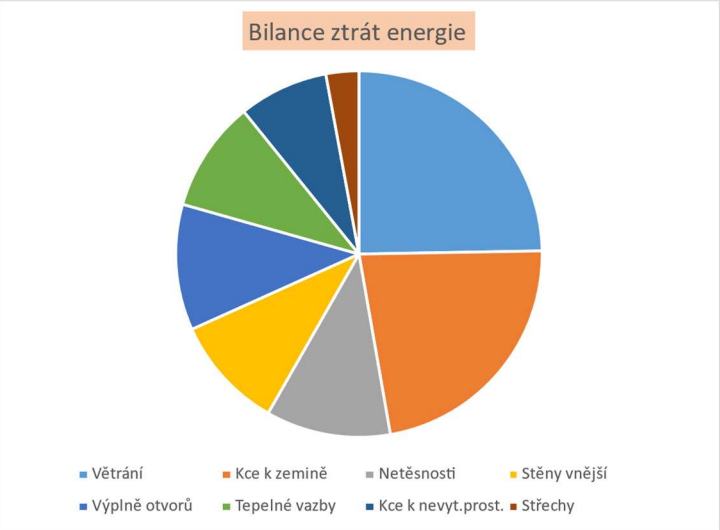
V grafu č. 10 je vyobrazena potřeba dodané energie dle účelu v jednotlivých měsících. V průběhu období duben–listopad, kdy jsou průměrné teploty nižší než 9 C^O dochází k největším spotřebám energie z důvodu spotřeby na vytápění objektu. Maximum potřebné dodané energie dosahuje 5,91 MWh v lednu. V období květen–říjen, kdy jsou průměrné teploty vyšší než 13 C^O je největší část spotřebována na přípravu teplé vody a energie na vytápění je zapotřebí minimálně.



Graf 10: Var. B - Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby

Zdroj: Vlastní

Z bilance ztrát energií (graf č. 11) vyplývá, že k největším tepelným ztrátám dochází přirozeným větráním (24,70 %) a podlahu přilehlou k zemině v 1NP. Obvodovými stěnami, kterými v předchozí variantě procházelo více než 33,7 %, již prochází jen 10,00%.



Graf 11: Var.B – Bilance ztrát

Zdroj: Vlastní

Bilance ztrát energie	
Popis	**%**
Větrání	24,70%
Kce k zemině	22,50%
Netěsnosti	11,00%
Stěny vnější	10,00%
Výplně otvorů	11,10%
Tepelné vazby	9,80%
Kce k nevyt.prost.	7,90%
Střechy	2,90%
Celkem	**100,00%**

Tabulka 13: Var.B – Bilance ztrát

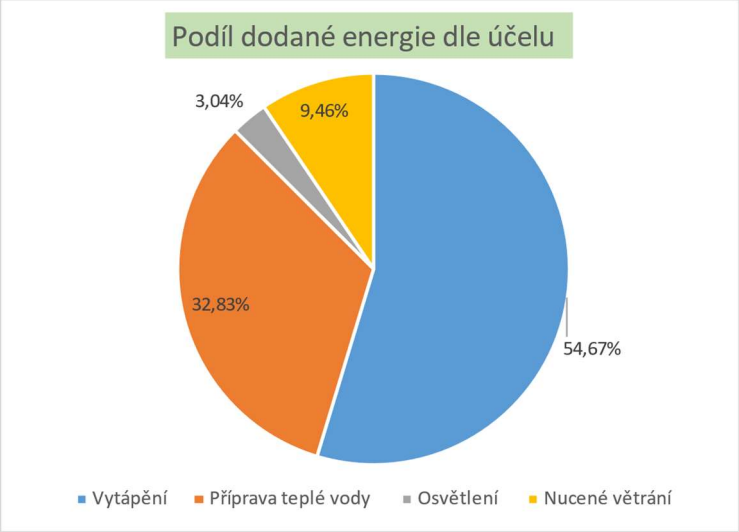
Zdroj: Vlastní

Celkový požadavek pro změnu dokončené budovy dle vyhlášky 264/2020 Sb., § 6 odst., 2 u této varianty byl splněn. Průměrný referenční součinitel prostupu tepla 0,46 W/m^{2}K, nebyl objektem s hodnotou 0,33 W/m^{2}K překročen. Primární energie z neobnovitelných zdrojů vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy objektu 113 kWh/m2rok nepřekročila hranici referenční budovy 166 kWh/m^{2}rok. Celková dodaná energie vztažená k energeticky vztažné ploše 114 kWh/m^{2}rok není vyšší než referenční hodnota 157 kWh/m^{2}rok.

Dle vyhlášky č.264/2020 Sb. a zákona 284/2021 Sb. lze tento záměr realizovat.

11.1.3. Var. C – Novostavba dle PD

Celková dodaná energie u novostavby dle projektové dokumentace činí 15,11 MWh/rok. Jedná se tedy o úsporu 83,7% oproti původnímu stavu . Dle průkazu energetické náročnosti budovy se jedná o třídu A – Velmi hospodárná. Více nežli polovina celkové dodané energie je spotřebována na vytápění, 32,83% je využito na přípravu teplé vody a zbývající část je rozložena mezi osvětlení a nucené větrání.



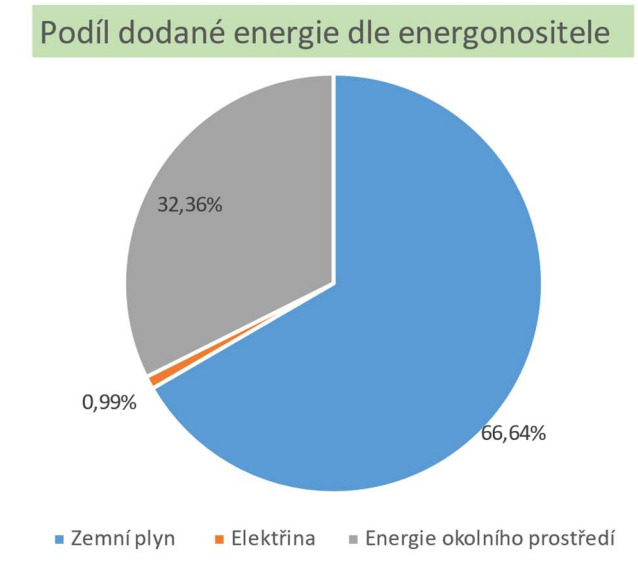
Graf 13: Var. C - podíl dodané energie dle účelu

Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle účelu		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Vytápění	54,67%	8,26
Příprava teplé vody	32,83%	4,96
Osvětlení	3,04%	0,46
Nucené větrání	9,46%	1,43
Celkem	**100,00%**	**15,11**

Tabulka 15 Var. C - podíl dodané energie dle účelu

Zdroj: Vlastní



Graf 12: Var. C Podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle energonositele		
Popis	**%**	**MW/rok**
Zemní plyn	66,64%	10,07
Elektřina	0,99%	0,15
Energie okolního prostředí	32,36%	4,89
Celkem	**100,00%**	**15,11**

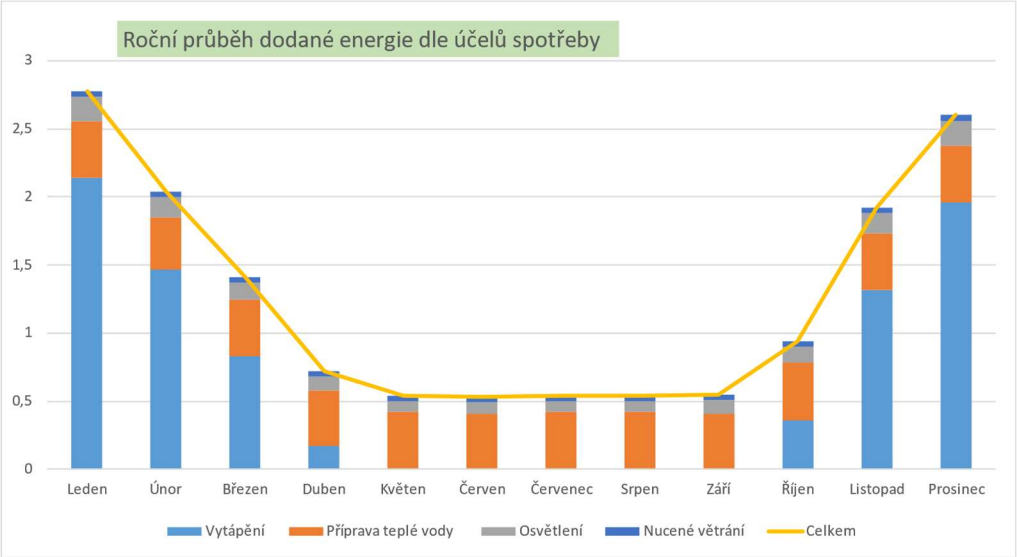
Tabulka 14: Var. C Podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: Vlastní

Energonositelem, který v této variantě převažuje a je využíván na vytápění objektu a přípravu teplé vody je zemní plyn. Roční potřeba dodaného plynu je 10,07 MWh/rok. Elektřina,

které je využito 5,04 MWh/rok je využívána na osvětlení a systém řízeného větrání s centrální rekuperační jednotkou.

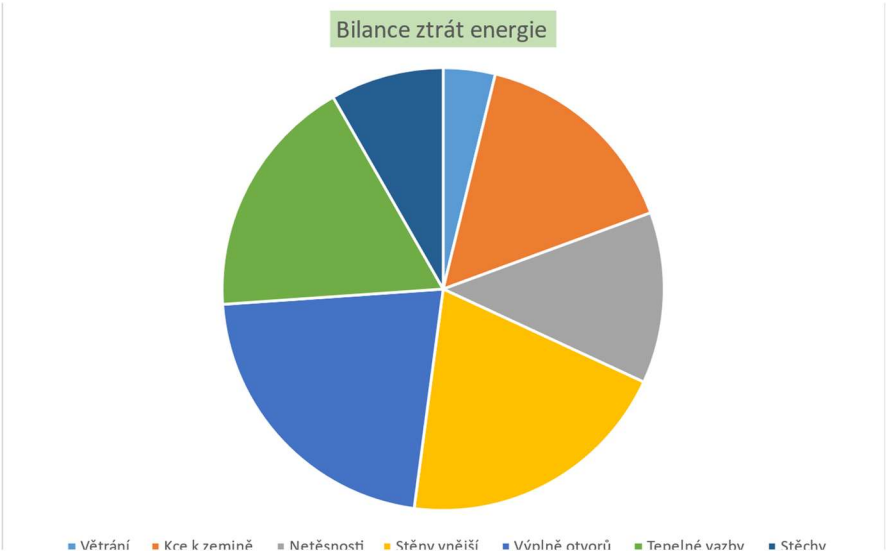
Dle ročního průběhu dodané energie dle účelu spotřeby je nejvíce energie zapotřebí v lednu a to 2,78 MWh a z toho na vytápění je zapotřebí 2,14MWh. Celková dodaná energie v období kdy je průměrná teplota nižší než $8C^{O}$, tedy říjen-duben, je 12,41MWh. Oproti předchozím variantám není v období květen-září vyžadována energii na vytápění. To je způsobeno vyšší externí teplotou,sníženými energetickými ztrátami a zvýšenými energetickými zisky oproti stávajícímu stavu.



Graf 14: Var. C – Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby

Zdroj: Vlastní

Dle bilance ztrát energie, která je oproti předchozí variantě více vyvážena, dochází k největší tepelné ztrátě výplněmi otvorů (21,8 %). Druhou konstrukcí, kterou prochází nejvíce tepelných ztrát je obvodová stěna (20,2 %). Ztráty větráním jsou systémem řízeného větrání téměř zanedbatelné, jelikož tímto stylem uniká do venkovního prostředí pouze 3,8% z celkových tepelných ztrát.



Graf 15: Var.C – Bilance ztrát energie

Zdroj: Vlastní

Bilance ztrát energie	
Popis	**%**
Větrání	3,80%
Kce k zemině	15,60%
Netěsnosti	12,50%
Stěny vnější	20,20%
Výplně otvorů	21,80%
Tepelné vazby	17,80%
Stěchy	8,30%
Celkem	**100,00%**

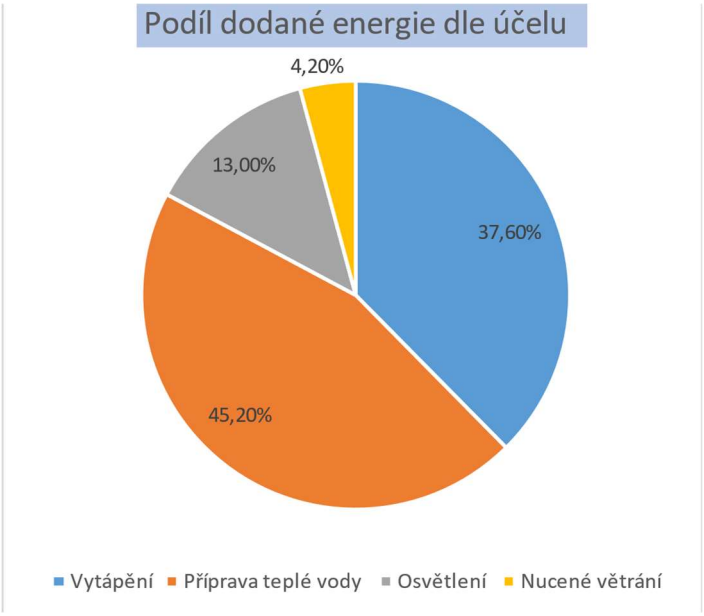
Tabulka 16: Var.C – Bilance ztrát energie

Zdroj: Vlastní

Celkový požadavek pro výstavbu nové budovy dle vyhlášky 264/2020 Sb., § 6 odst., 1 od 01.01.2022 u této varianty byl splněn. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy je 0,24 W/m^{2}K a jeho referenční hodnota 0,28 W/m^{2}K. Primární energie z neobnovitelných zdrojů 0,37 kWh/m^{2}rok nepřesáhla referenční hodnotu 69 kWh/m^{2}rok. Celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtverečný 53 kWh/m^{2}rok také není vyšší nežli referenční hodnota tohoto ukazatele 95 kWh/m^{2}rok. Ukazatelé energetické náročnosti budovy nejsou vyšší nežli jejich hodnoty u referenční budovy a požadavek je splněn. Záměr tedy lze realizovat.

11.1.4. Var. D – Novostavba +

V případě, že by byla projektová dokumentace na realizaci novostavby upravena o potřebné změny, aby byl splněn požadavek pasivního standardu bude celková dodaná energie rovna 10,98 MWh/rok. Vlastníkovi by to tedy přineslo snížení úspor o dalších 4,4 % nežli u novostavby dle PD vůči stávajícímu stavu. Oproti stávajícímu stavu by se tedy jednalo o snížení nákladů na dodané energie o 88,1%. Tento rozdíl se sice zdá téměř zanedbatelný, oproti novostavbě dle PD se však jedná o úsporu o 27,33%.



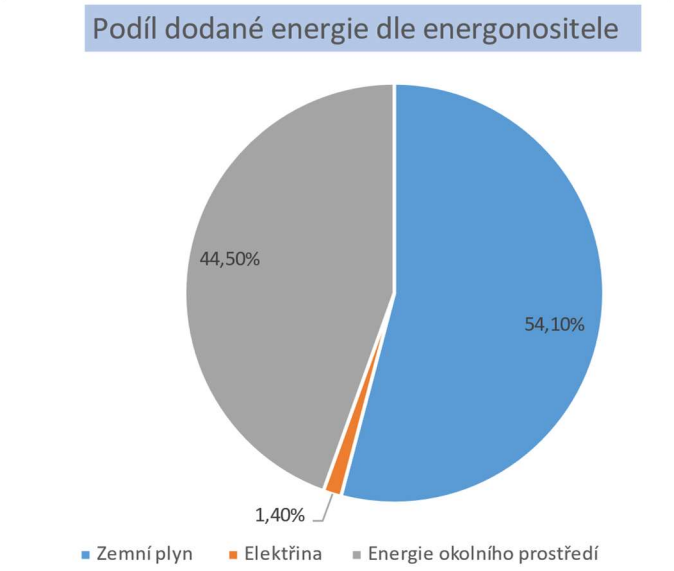
Graf 16: Var.D – Podíl dodané energie dle účelu

Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle účelu		
Popis	**%**	**MWh/rok**
Vytápění	37,60%	4,13
Příprava teplé vody	45,20%	4,96
Osvětlení	13,00%	1,43
Nucené větrání	4,20%	0,46
Celkem	**100,00%**	**10,98**

Tabulka 17: Var.D – Podíl dodané energie dle účelu

Zdroj: Vlastní



Graf 17: Var.D - Podíl dodané energie dle energonositele

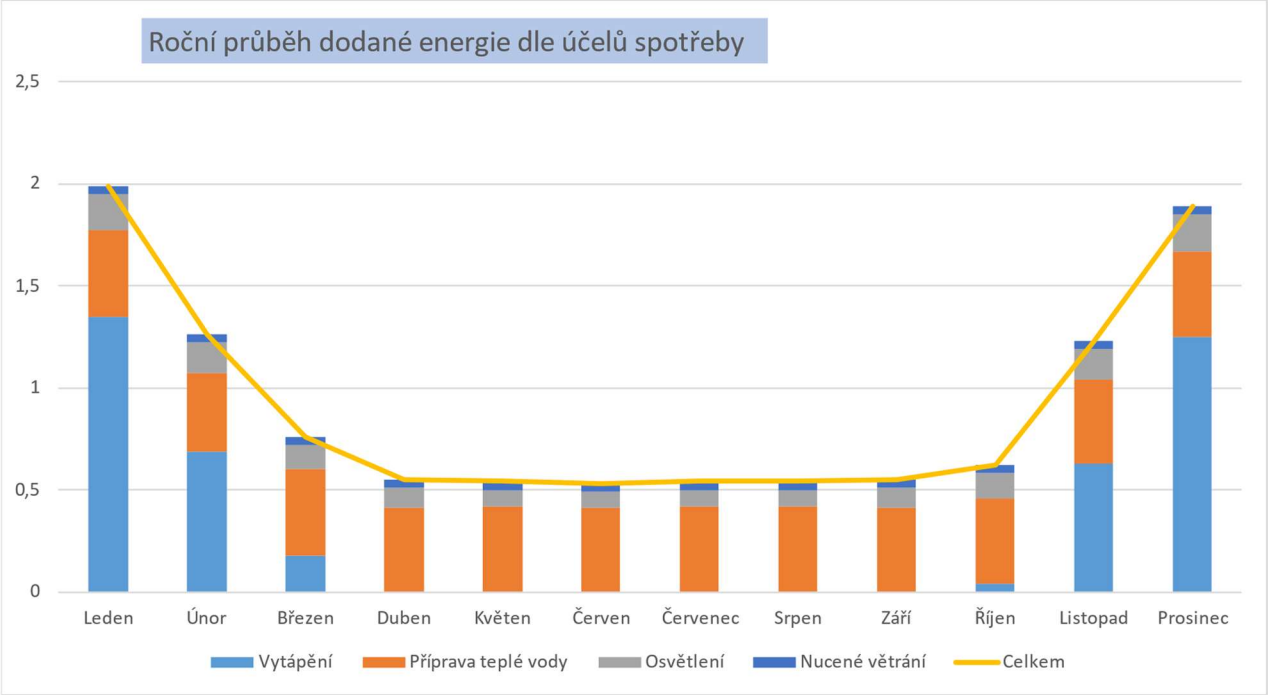
Zdroj: Vlastní

Podíl dodané energie dle energonositele		
Popis	**%**	**MW/rok**
Zemní plyn	54,10%	5,94
Elektřina	1,40%	0,15
Energie okolního prostředí	44,50%	4,89
Celkem	**100,00%**	**10,98**

Tabulka 18: Var.D - Podíl dodané energie dle energonositele

Zdroj: Vlastní

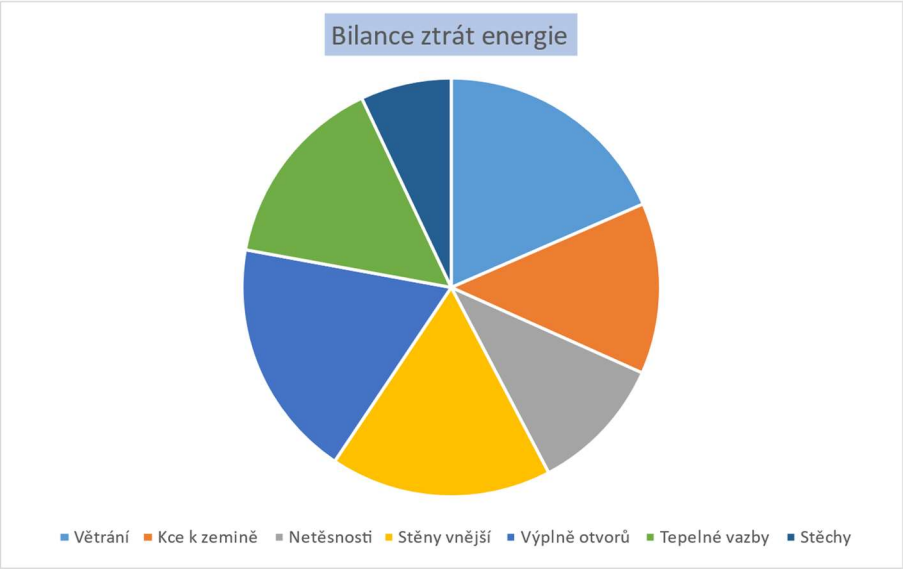
Z rozložení jednotlivých potřeb energie dle účelu využití v roce, jež je znázorněno v následujícím grafu č.18 je patrné, že maximální hodnota dodané energie s hodnotou 1,99 MWh se nachází taktéž v lednu. V období duben-září není zapotřebí vytápění objektu.



Graf 18: Var. D – Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby

Zdroj: Vlastní

Rozdělení jednotlivých tepelných ztrát mezi jejich příčiny je vyobrazeno na grafu č. 19. Z tohoto grafu lze vyčíst, že nejvíce ztrát prochází výplněmi otvorů. Konkrétně se jedná o 31,6%. Celková hodnota ztrát touto konstrukcí (4,097 MWh/rok) je však nižší než energie, která skrze tyto výplně vstupuje do objektu v podobě slunečního záření (7,295 MWh//rok).



Graf 19: Var. D Bilance ztrát energie

Zdroj: Vlastní

Bilance ztrát energie	
Popis	**%**
Větrání	4,70%
Kce k zemině	12,10%
Netěsnosti	15,40%
Stěny vnější	17,10%
Výplně otvorů	31,60%
Tepelné vazby	8,80%
Stěchy	10,30%
Celkem	**100,00%**

Tabulka 19: Var. D Bilance ztrát energie

Zdroj: Vlastní

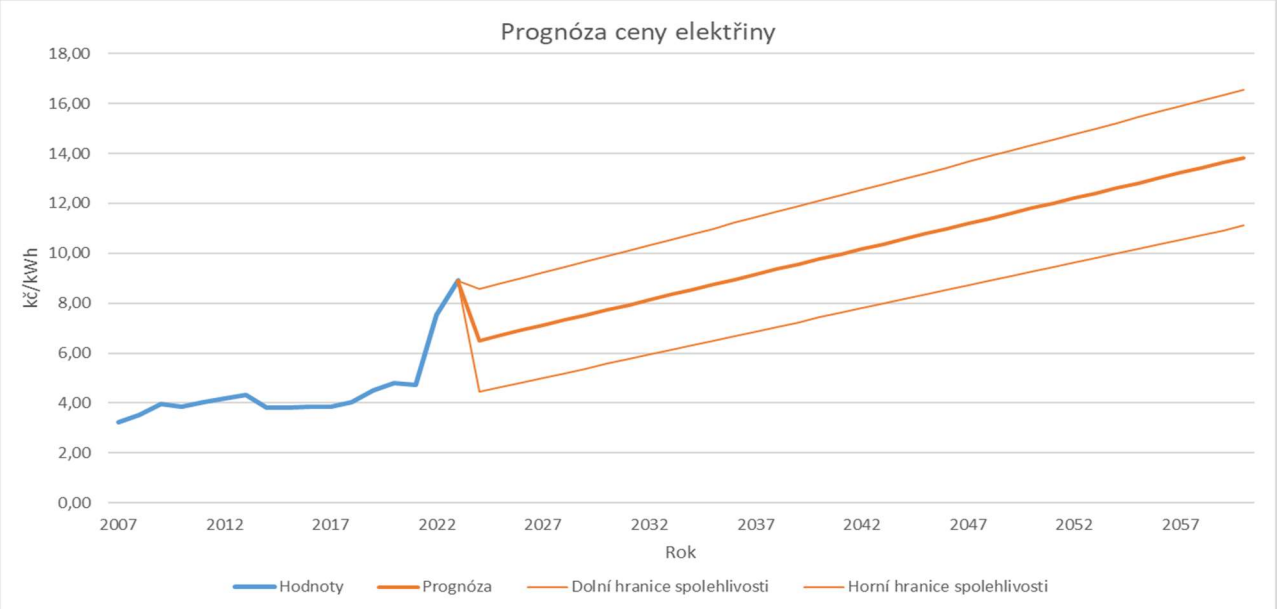
Celkový požadavek pro výstavbu nové budovy dle vyhlášky 264/2020 Sb., § 6 odst., 1 tato varianta splňuje. Primární energie z neobnovitelných zdrojů 22 kWh/m^{2}rok je nižší nežli referenční hodnota 69 kWh/m^{2}rok. Celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtverečný 38 kWh/m2rok splňuje horní hranici referenční budovy 94 kWh/m^{2}rok. Průměrný součinitel prostupu tepla 0,18 W/m^{2}K není vyšší nežli referenční hodnota tohoto ukazatele 0,30 W/m^{2}K. Ukazatelé energetické náročnosti objektu tedy nepřekračují hodnoty referenční budovy a záměr lze realizovat.

11.1.5. Vývoj cen

K tomu, aby bylo možné co nejpřesněji spočítat provozní náklady na energie v průběhu sledovaného období je zapotřebí predikovat vývoj cen elektřiny a plynu, protože tyto hodnoty ovlivňují výsledek hodnocení. Přesnou předpověď daných hodnot na zvolený horizont 2023-2052 tedy rozmezí 30 let je však nemožné se 100% přesností predikovat. Z toho důvodu byly pro vyhodnocení spočteny tři možné scénáře: Pesimistický, Realistický a Optimistický. U těchto scénářů lze předpokládat, že reálný stav vývoj cen energií se bude vyskytovat v rozmezí těchto modelů.

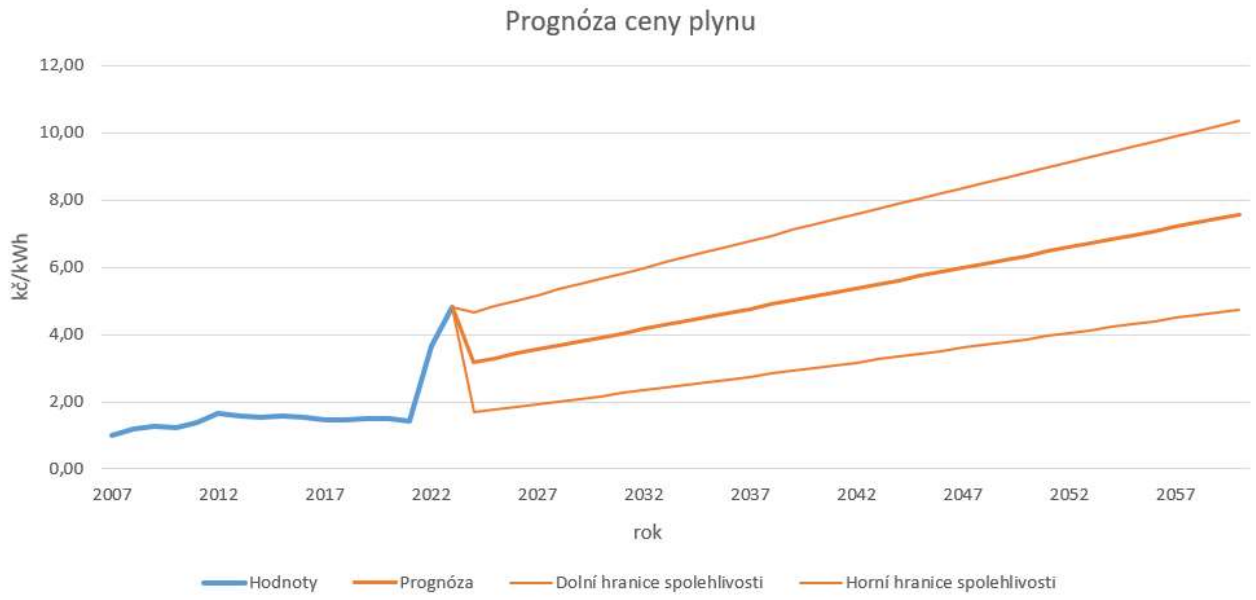
Do roku 2021 bylo možné označit růst maloobchodní ceny elektřiny oproti roku 2022 za stálý. V tomto období 15 let s průměrným meziročním nárustem 3 % byl rozdíl mezi maximální cenou (4,81 Kč/kWh z roku 2020) a minimální cenou (3,22 Kč/kWh z roku 2007) 1,59 Kč/kWh. Oproti tomu je aktuální stav značně odlišný a cena energií je velmi těžko předvídatelná pro následující období.

Scénáře, jsou založeny na základě prognózy z historických dat od roku 2007 až do roku 2023, kdy v posledním roce je uvažována cena dodavatelů dle platných ceníků, kde byly zohledněny zastropované ceny. Výpočet prognóz proběhl v programu Microsoft Excel na 95 % hladině spolehlivosti. Dolní hranice představuje optimistický scénář, horní hranice pesimistický scénář a prognóza samotná představuje realistický scénář.



Graf 20: Prognóza ceny elektřiny

Zdroj: Vlastní na základě Microsoft Excel

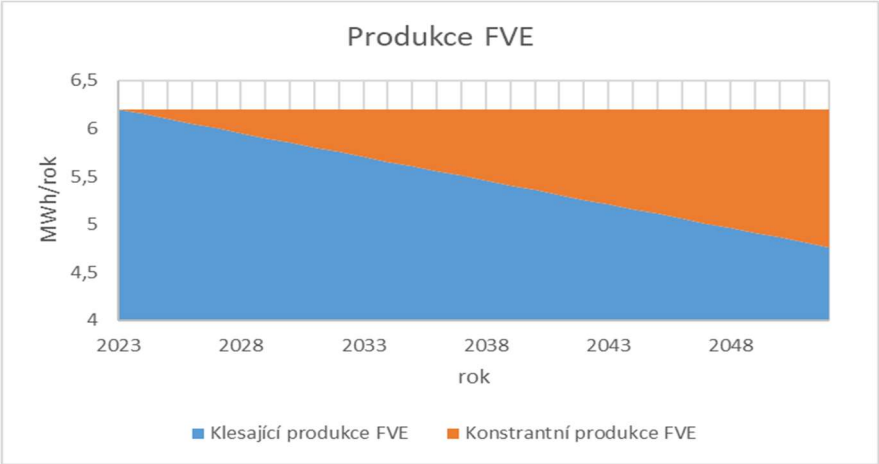


Graf 21: Prognóza ceny plynu

Zdroj: Vlastní na základě Microsoft Excel

11.2. Fotovoltaická elektrárna

V rámci srovnávání byla zohledněna nejen fotovoltaická elektrárna (FVE) ale taká fakt, že v průběhu let nelze počítat s konstantní produkcí energie. V realitě tato produkce s lety totiž klesá. Dodavatelem je povětšinou záruka udávána na 80 % výkonnosti po dobu 25 let. Z toho důvodu byla situace zjednodušena na pozvolné lineární snižování produkce dle záruky, kdy každý rok produkce klesne o :$\frac{100\%-80\%}{25} = 0{,}8\%$.



Graf 22: Uvažovaná produkce fotovoltaické elektrárny v času

Zdroj: Vlastní

11.3. Ekonomické posouzení

11.3.1. Investiční náklady

Pro všechny varianty byl vytvořen samostatný položkový rozpočet v programu KROS v cenové soustavě CS ÚRS a cenové úrovni 2022/II. Na základě těchto rozpočtů byly vyčísleny investiční náklady na jednotlivé varianty, jak je znázorněno v tabulce č. 20.

U rekonstrukce byla také pro vyhodnocení zohledněna varianta, která obsahuje pouze stavební práce na změnu dispozice a obnovu morálního stáří. Varianta B je rozšířením o energeticky úsporná opatření především pak: výměnu oken, zateplení stěn, podlahy a výměnu střešní konstrukce.

Novostavba ve variantě C je založena na projektové dokumentaci bez jakýchkoliv odchylek. Jedinými pracemi, které jsou nad rámec položkového rozpočtu z projektové dokumentace, jsou fotovoltaická elektrárna a práce jež se zabývají demolicí a následným odvozem a uskladněním vybouraného materiálu.

Varianta D – Novostavba+ obsahuje úpravy v projektové dokumentaci pro dosažení požadavku na spotřebu energie na vytápění pasivních domů.

Varianta	Popis	Investice	Dotace	Investice s dotací	Navýšení investice
Var. A Obnova	ZRN	2 831 202 Kč	- Kč	3 516 352 Kč	0 Kč
	Rezerva	141 560 Kč			
	VRN	84 936 Kč			
	DPH	458 655 Kč			
Celkem		**3 516 352 Kč**			
Var. B Rekonstrukce	ZRN	6 393 497 Kč	338 000 Kč	7 602 724 Kč	4 086 371 Kč
	Rezerva	299 775 Kč			
	VRN	211 705 Kč			
	DPH	1 035 747 Kč			
Celkem		**7 940 724 Kč**			
Var. C Novostavba	ZRN	9 181 145 Kč	235 000 Kč	11 615 322 Kč	8 098 970 Kč
	Projektová dokumentace	740 000 Kč			
	VRN	383 483 Kč			
	DPH	1 545 694 Kč			
Celkem		**11 850 322 Kč**			
Var. D Novostavba-pasiv	ZRN	9 596 453 Kč	500 000 Kč	11 888 255 Kč	8 371 902 Kč
	Projektová dokumentace	780 000 Kč			
	VRN	395 942 Kč			
	DPH	1 615 859 Kč			
Celkem		**12 388 255 Kč**			

Tabulka 20: Rekapitulace investičních nákladů

Zdroj: Vlastní

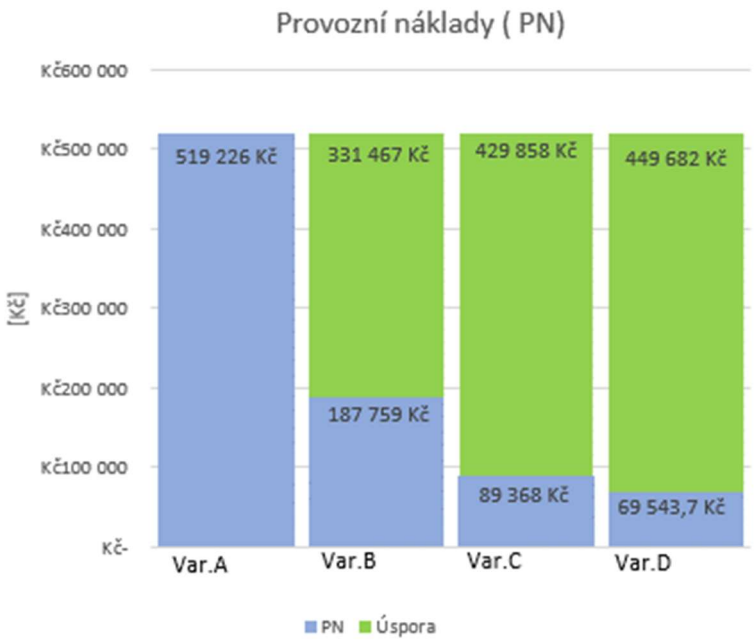
V rámci vyhodnocování byla var. A použita jako výchozí stav neboli minimální investice, kterou by majitel musel vynaložit, aby objekt vyhovoval alespoň částečně jeho požadavkům. U ostatních variant byl tedy vyhodnocován nárust investice oproti pouhé obnově.

11.3.2. Provozní náklady

Teoretické provozní náklady na stávající stav objektu, na kterém budou provedeny pouze obnovovací práce a změna dispozice činí 519 225,7Kč/ rok. Předchozí dispozice však byla rozdělena na 3 bytové jednotky, a tedy průměrné ročná náklady jedné domácnosti byli 173 075,23 Kč/rok.

Realizací energeticky úsporných opatření se tyto náklady snížily o 63,83 % na hodnotu 187 759,7 Kč/rok za celý objekt a průměrně by se tedy jednalo o 15 646,6 Kč/měsíc.

Demolice objektu a následná výstavba s sebou přináší mnohá úskalí, ale poskytuje investorovi také mnoho možností a úspor na nákladech za energie. Pokles provozních nákladů zde činí 82,71 %, na hodnotu 89 368 Kč/rok v případě projektu dle projektové dokumentace. Pokud by projektová dokumentace obsahovala navržené změny, provozní náklady by se oproti stávajícímu stavu snížily o 85,51% na 69 543,7 Kč/rok.



Graf 23: Provozní náklady jednotlivých variant

Zdroj: Vlastní

Nutné také podotknout, že výše zmíněné úspory jsou platné pouze v roce 2023. Snížení provozních nákladů je totiž přímo závislé na ceně jednotlivých typů energií. V následujících letech se tyto ceny budou měnit, čímž ovlivní změnu provozních nákladů.

	Energonositel	spotřeba [MWh/rok]	Energonositel	cena Kč/kWh	Roční náklady
Var A - Obnova	Plyn	84,16	PLY	4,80	403 968,0 Kč
	elektřina	8,49	ELE	8,90	75 561,0 Kč
	Spotřeba domácnosti	4,46	ELE	8,90	39 696,7 Kč
	CELKEM	**97,11**			**519 225,7 Kč**
Var. B - Rekonstrukce	Plyn	24,06	PLY	4,80	115 488,0 Kč
	elektřina	3,66	ELE	8,90	32 574,0 Kč
	FVE	5,97	ELE	0,00	0,0 Kč
	Spotřeba domácnosti	4,46	ELE	8,90	39 696,7 Kč
	CELKEM	**38,15**			**187 758,7 Kč**
Var. C - Novostavba	Plyn	10,07	PLY	4,80	48 336,0 Kč
	elektřina	0,15	ELE	8,90	1 335,0 Kč
	FVE	4,89	ELE	0,00	0,0 Kč
	Spotřeba domácnosti	4,46	ELE	8,90	39 696,7 Kč
	CELKEM	**19,57**			**89 367,7 Kč**
Var. D - Novostavba +	Plyn	5,94	PLY	4,80	28 512,0 Kč
	elektřina	0,15	ELE	8,90	1 335,0 Kč
	FVE	4,89	ELE	0,00	0,0 Kč
	Spotřeba domácnosti	4,46	ELE	8,90	39 696,7 Kč
	CELKEM	**15,44**			**69 543,7 Kč**

Tabulka 21: Rekapitulace spotřeby energií a provozních nákladů

Zdroj: Vlastní

11.3.3. Vyhodnocení

V rámci ekonomického vyhodnocení jednotlivých variant byly kombinovány tři scénáře pro vývoj cen energií. Celkem tedy vzniká 9 možných kombinací těchto modelů. Na takto stanovených scénářích byla provedena dvoufaktorová analýza citlivosti, kterou byly sledovány změny hodnot NPV a IRR vlivem změn cen energií.

Pro přehlednost a zjednodušení byly v následujících grafech používány zkratky pro popsání jednotlivých scénářů ve formě XY. Na pozici X je jeden ze scénářů pro cenu elektřiny a na pozici Y scénář ceny plynu.

O: optimistický scénář

R: realistický scénář

P: pesimistický scénář

Př. RO : realistický model pro cenu elektřiny a optimistický model pro cenu plynu.

11.3.3.1. Vyhodnocení bez dotace

Ve všech kombinacích jednotlivých scénářů a variant se při stanovené diskontní míře 4% jeví nejvýhodnější v horizontu 30 let rekonstrukce, která dosahuje NPV v rozsahu od -120 944,75 Kč do 5 312 688,57 Kč a IRR od 3,79 % do 11,46 %, což je i znatelné z paprskového grafu č24. a č.25, kde rekonstrukce tvoří vnější ohraničení napříč všemi kombinacemi scénářů.

Novostavba dle projektové dokumentace či se změnou mají hodnoty NPV a IRR podobné a v grafu se místy překrývají. Oproti rekonstrukci jsou však výrazně nižší. Dle PD se NPV novostavby pohybuje v rozmezí -2 648 227,71 Kč- 4 257 960,83 Kč a IRR 1,31% - 7,52%.

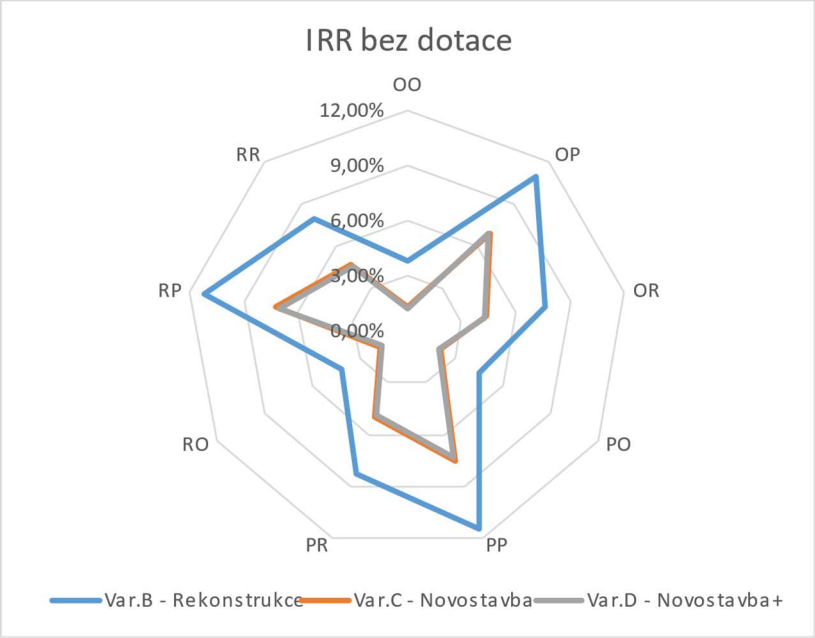
Úprava projektové dokumentace snižuje nejen energetickou náročnost objektu, ale také jeho hodnoty NPV a IRR. NPV je v tomto případě -2 932 639,67 Kč – 4 318 088,34 Kč a IRR 1,18% - 7,37% . Za předpokladu, že by nebyla poskytnuta dotace je investice do dodatečného snížení energetické náročnost budovy nepřiměřená úspoře energií a z finančního hlediska nevýhodná.

Maximálních hodnot je vždy dosaženo v kombinaci pesimistického scénáře pro plyn i elektřinu . To je zapříčiněno tím, že rostoucí ceny energií zvyšují rozdíl provozních nákladů mezi danou variantou a výchozí variantou A, což pozitivně ovlivňuje cashflow dané varianty. Stejným způsobem je dosaženo nejnižších hodnot u optimistických scénářů z důvodu snižujícího se rozdílu provozních nákladů.

Popis		Rekonstrukce		Novostavba		Novostavba +	
Zkr.	**Popisky řádků**	**NPV**	**IRR**	**NPV**	**IRR**	**NPV**	**IRR**
	Optimistický scénář - ELE						
OO	Optimistický scénář - PLY	-120 944,75 Kč	3,79%	-2 648 227,71 Kč	1,31%	-2 932 639,67 Kč	1,18%
OP	Pesimistický scénář - PLY	4 892 813,60 Kč	10,92%	3 532 626,80 Kč	6,96%	3 592 754,30 Kč	6,83%
OR	Realistický scénář - PLY	2 385 934,42 Kč	7,63%	442 199,54 Kč	4,40%	330 057,32 Kč	4,28%
	Pesimistický scénář - ELE						
PO	Optimistický scénář - PLY	298 930,23 Kč	4,50%	-1 922 893,67 Kč	2,09%	-2 207 305,63 Kč	1,93%
PP	Pesimistický scénář - PLY	5 312 688,57 Kč	11,46%	4 257 960,83 Kč	7,52%	4 318 088,34 Kč	7,37%
PR	Realistický scénář - PLY	2 805 809,40 Kč	8,23%	1 167 533,58 Kč	5,04%	1 055 391,35 Kč	4,89%
	Realistický scénáč - ELE						
RO	Optimistický scénář - PLY	88 910,47 Kč	4,15%	-2 285 642,96 Kč	1,71%	-2 570 054,92 Kč	1,56%
RP	Pesimistický scénář - PLY	5 102 668,81 Kč	11,19%	3 895 211,54 Kč	7,24%	3 955 339,05 Kč	7,10%
RR	Realistický scénář - PLY	2 595 789,64 Kč	7,93%	804 784,29 Kč	4,72%	692 642,07 Kč	4,59%

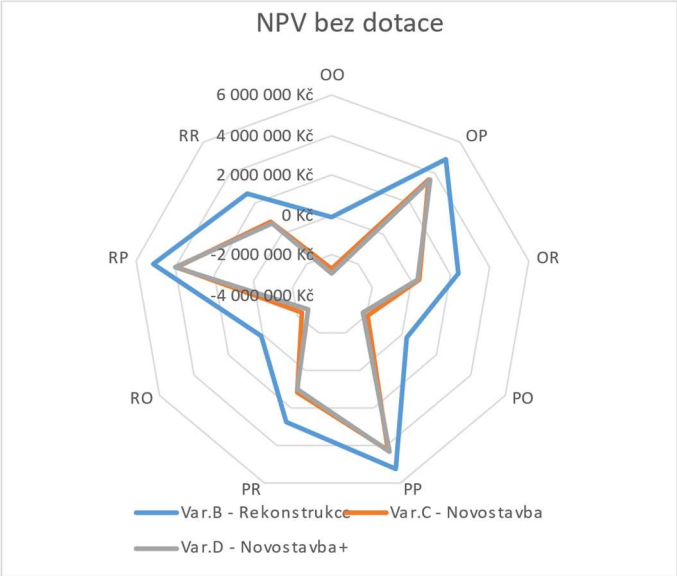
Tabulka 22: Citlivostní analýza jednotlivých variant bez dotace

Zdroj: Vlastní



Graf 24: IRR bez dotace

Zdroj: Vlastní



Graf 25: NPV bez dotace

Zdroj: Vlastní

11.3.3.2. Vyhodnocení s dotací

Pokud by bylo dosaženo výše dotací na objekty jednotlivých variant dle tab. č.23 tak se hodnoty NPV zvýší přesně o hodnotu dotace poníženou o diskontní míru, což v některých scénářích změní pořadí jednotlivých variant. Rekonstrukce zůstává nejvýhodnější variantou napříč všemi kombinacemi scénářů. Novostavba s upravenou projektovou dokumentací je ve většině scénářů výhodnější než novostavba dle projektové dokumentace. Dodatečná investice 537 932 Kč do úsporných opatření novostavby je v tomto případě pro vlastníka výhodná.

	Výše dotace
Var. B - Rekonstrukce	338 000 Kč
Var. C - Novostavba	235 000 Kč
Var. D - Novostavba - pasiv	500 000 Kč

Tabulka 23: Předpokládaná výše dotací

Zdroj: Vlastní

Zkr.	IRR Optimistický scénář - ELE	Rekonstrukce	Novostavba	Novostavba+
OO	Optimistický scénář - PLY	4,37%	1,49%	1,55%
OP	Pesimistický scénář - PLY	11,82%	7,21%	7,35%
OR	Realistický scénář - PLY	8,37%	4,62%	4,72%
	Pesimistický scénář - ELE			
PO	Optimistický scénář - PLY	5,11%	2,28%	2,31%
PP	Pesimistický scénář - PLY	12,40%	7,79%	7,91%
PR	Realistický scénář - PLY	9,00%	5,27%	5,35%
	Realistický scénář - ELE			
RO	Optimistický scénář - PLY	4,74%	1,89%	1,94%
RP	Pesimistický scénář - PLY	12,11%	7,50%	7,63%
RR	Realistický scénář - PLY	8,69%	4,94%	5,04%

Tabulka 25: Vnitřní výnosové procento variant – s datací

Zdroj: *Vlastní*

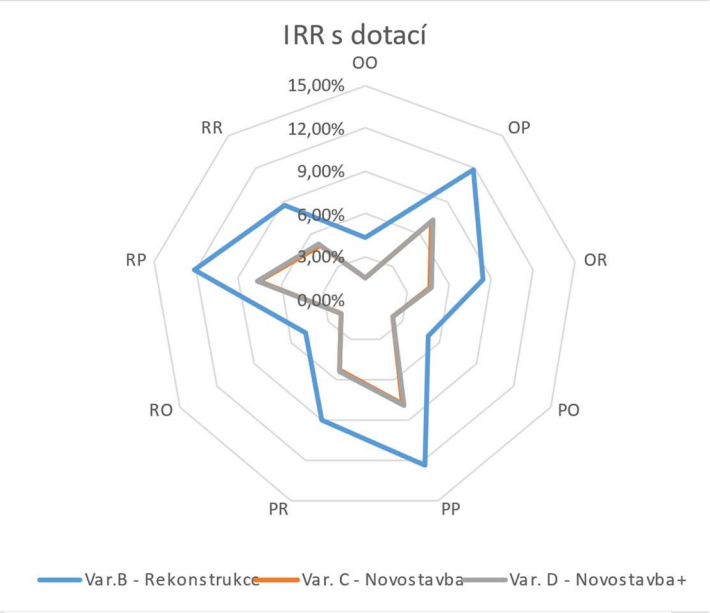
	Bez dotace			S dotací		
	Var.B	Var.C	Var.D	Var.B	Var.C	Var.D
Optimistický scénář - ELE						
Optimistický scénář - PLY	1	2	3	1	2	3
Pesimistický scénář - PLY	1	3	2	1	3	2
Realistický scénář - PLY	1	2	3	1	3	2
Pesimistický scénář - ELE						
Optimistický scénář - PLY	1	2	3	1	2	3
Pesimistický scénář - PLY	1	3	2	1	3	2
Realistický scénář - PLY	1	2	3	1	3	2
Realistický scénáč - ELE						
Optimistický scénář - PLY	1	2	3	1	2	3
Pesimistický scénář - PLY	1	3	2	1	3	2
Realistický scénář - PLY	1	2	3	1	3	2

Tabulka 24: pořadí variant dle scénářů

Zdroj: Vlastní

V případě, že by dotace nebyly získány je pořadí pro všechny kombinace scénářů totožná. V kombinaci s realistickým či optimistickým vývojem cen plynu je nejvýhodnější variantou je rekonstrukce, následně novostavba dle PD a nejméně výhodnou je novostavba+. Pesimistický scénář vývoje ceny plynu zapříčiní, že Var. D dosahuje vyšších hodnot NPV než Var. C.

Pokud by byly dotace obdrženy je již situace odlišná. Rekonstrukce zůstává nejvýhodnější variantou, ale Var. D již ve většině scénářů výhodnější oproti Var.C.



Graf 26: IRR s dotací

Zdroj: Vlastní

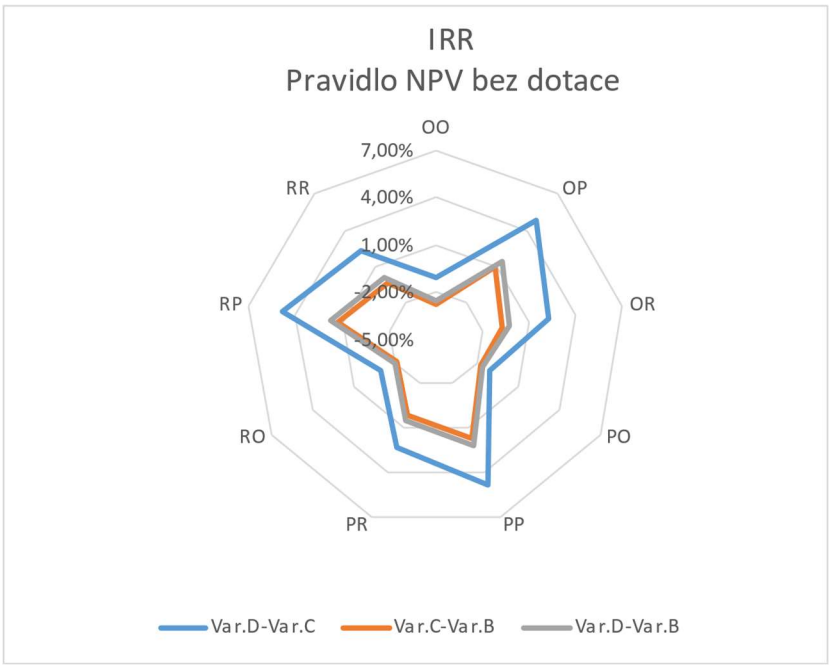
11.3.3.3. NPV pravidlo

Dle pravidla NPV zůstává nejvýhodnější variantou rekonstrukce za předpokladu, že diskontní míra bude investorem zvolena vyšší nežli 2,37%. V případě, že by byla zvolena nižší tak alespoň v jedné kombinaci jednotlivých scénářů je výhodnější novostavba. Jednotlivé mezní hodnoty, které stanovují diskontní míru, při které je jedna varianta výhodnější, nežli ta druhá jsou zobrazeny v následující tabulce č. 26 a grafech č.26 a č.27

Pravdlo NPV		Bez dotace			S dotací		
Zkr.	Optimistický scénář - ELE	Var. C-Var.B	Var.D-Var.B	Var.D-Var.C	Var. C-Var.B	Var.D-Var.B	Var.D-Var.C
OO	Optimistický scénář - PLY	-2,77%	-2,53%	-1,03%	-2,90%	-2,34%	3,16%
OP	Pesimistický scénář - PLY	0,93%	1,48%	4,84%	0,77%	1,73%	11,21%
OR	Realistický scénář - PLY	-0,72%	-0,30%	2,28%	-0,87%	-0,08%	7,55%
	Pesimistický scénář - ELE						
PO	Optimistický scénář - PLY	-1,67%	-1,59%	-1,03%	-1,82%	-1,39%	3,16%
PP	Pesimistický scénář - PLY	1,68%	2,12%	4,84%	1,51%	2,37%	11,21%
PR	Realistický scénář - PLY	0,16%	0,44%	2,28%	0,00%	0,67%	7,55%
	Realistický scénář - ELE						
RO	Optimistický scénář - PLY	-2,20%	-2,05%	-1,03%	-2,34%	-1,85%	3,16%
RP	Pesimistický scénář - PLY	1,31%	1,80%	4,84%	1,15%	2,05%	11,21%
RR	Realistický scénář - PLY	-0,27%	0,08%	2,28%	-0,42%	0,30%	7,55%

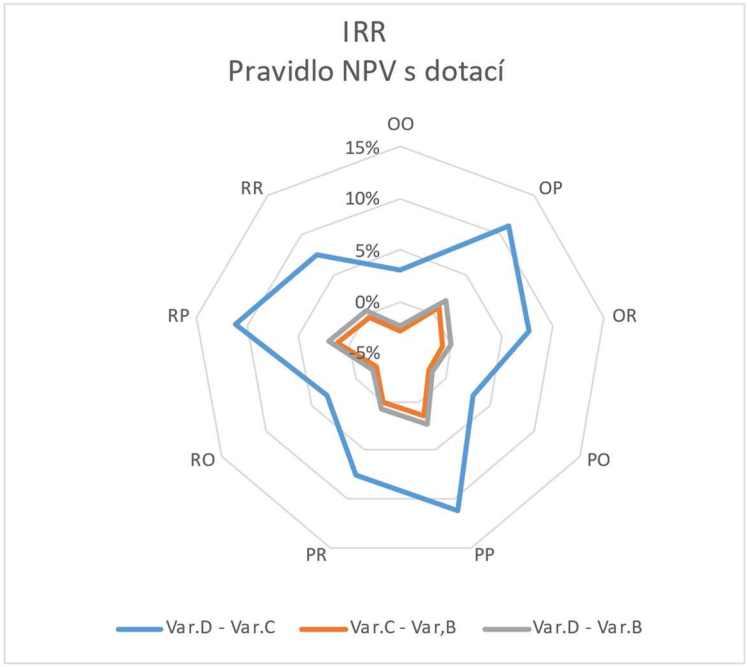
Tabulka 26: Rozdílové IRR - Pravidlo NPV

Zdroj: Vlastní



Graf 28:Pravidlo NPV bez dotace

Zdroj: Vlastní



Graf 27: Pravidlo NPV s dotací

Zdroj: Vlastní

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení ekonomické významnosti volby jedné z celkem čtyř variant nad kterými může vlastník objektu uvažovat. První varianta byla využita pro hodnocení zbývajících tří variant, které měli za cíl snížit ekonomickou a energetickou náročnost objektu.

První varianta obsahovala práce potřebné k pouhé obnově morální životnosti rodinného domu s cílem vnější i vnitřní pohlednosti .Náklady na tuto variantu byly vyčísleny na 3 517 352 Kč. Tato hodnota slouží jako nejnižší možná investice a u ostatních variant bylo řešeno navýšení oproti této investici nikoliv investice celá. Spotřeba energií tohoto objektu byla vypočtena na 97,11 MWh/rok a náklady na dodané energie jsou 519 225,7 Kč/rok.

Druhá varianta byla zaměřena na kompletní rekonstrukci s energeticky úspornými opatřeními. Počáteční investice dle položkového rozpočtu je 7 940 724 Kč a navýšení oproti první variantě by tedy bylo 4 424 37+ Kč s možnou dotací v hodnotě 338 000 Kč. Tato částka v rámci vedlejších rozpočtových nákladů obsahuje nejen standardní 3% na zařízení staveniště, ale také dalších 5% ve formě rezervy, tak aby v případě skrytých vad bylo možné alokovat finanční prostředky z rozpočtu a tyto vady opravit. Spotřeba energií na vytápění, přípravu teplé vody a elektrická zařízení klesla z 97,11 MWh na 32,18 MWh. Provozní náklady se dle aktuálních cen energií pro rok 2023 rovnají hodnotě 187 758 Kč/rok.

Náklady na novostavbu dle projektové dokumentace činí 11 850 322 Kč a zahrnují demolici objektu s ekologickou likvidací vybouraného odpadu, následnou realizaci novostavby včetně zajištění projektové dokumentace. Dotace z programu NZÚ v tomto případě dosahuje hodnoty 235 000 Kč. Tato varianta dosáhla úspory finančních nákladů o 429 858 Kč/rok a v potřebě dodané energie se pokles projevil změnou na hodnotu 19,57 MWh/rok, to představuje 429 858 Kč/rok v nákladech na energie.

Poslední variantou je novostavba s úpravou projektové dokumentace tak, aby bylo dosažení jednoho z požadavků pasivního standardu. Počáteční investice byla ze všech variant nejvyšší, a to 12 388 255 Kč s možnou finanční úlevou v podobě dotace ve výši 500 000 Kč. V této variantě bylo dosaženo největšího snížení dodané energie, která je ve výši 15,44

MWh/rok s finanční úsporou proti první variante 449 682 Kč/rok v roce 2023. To představuje 69 543,7 Kč/rok v nákladech na energie.

Jednotlivé varianty byly posuzovány z pohledu ekonomického citlivostní analýzou, která zohledňovala růst cen elektřiny a plynu a kombinaci optimistického, realistického a pesimistického scénáře napříč energonositeli. Nejvýhodnější variantou se jeví Var. B tedy rekonstrukce s energeticky úspornými opatřeními. Pokud by diskontní míra byla zvolena vyšší nežli 2,37% tak tato varianta dosahuje nejvyšších hodnot NPV a IRR napříč všemi kombinacemi scénářů nejen v případě obdržení dotací, ale i pokud by dotace nebyly poskytnuty.

Z energetického pohledu je rekonstrukce na posledním místě, jelikož ze všech hodnocených variant je zde zapotřebí největší množství dodané energie pro běžný chod domácnosti. Nejméně dodané energie, a tedy i nejnižší provozní náklady dosáhne investor odstraněním stávajícího objektu a výstavbou novostavby v pasivním standardu.

Výsledné rozhodnutí majitele však nelze přesně určit, může totiž mít např. předsudky k jedné z variant či být ochotný investovat více peněžních prostředků i s vědomím ekonomické nevýhodnosti např. pro pocit bydlení v domě dle jeho vlastních představ bez nutnosti dodržení stávající geometrie objektu. Záleží také na tom, zdali se majitel hodlá na daný záměr dívat z pohledu ekonomického či energetického.

Pokud by před finálním rozhodnutím ceny dále rostly, ustálily se na vysoké hodnotě či byly vysoce volatilní je vhodné doporučit pohled energetický a realizovat Var. D. V případě, že by ceny výrazně klesly měl by vlastník směřovat své rozhodnutí spíše k rekonstrukci.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Časové rozložení nákladů životního cyklu 14
Obrázek 2: Demingův cyklus 22
Obrázek 3: Vzor průkazu energetické náročnosti budovy 25
Obrázek 4: Energetická bilance budovy 26
Obrázek 5 Schéma rekuperace 27
Obrázek 6: Schéma vnitřních zisků 29
Obrázek 7: Fotografie stávajícího stavu: pohled na objekt 37
Obrázek 8: Var.A – Obvodová stěna 38
Obrázek 9: Var. A – podlaha k zemině 39
Obrázek 10: Var.A – základová konstrukce 39
Obrázek 11: Var. A – podhled 2NP 41
Obrázek 12: Fotografie stávajícího stavu - půda 41
Obrázek 13: Var. A – střešní konstrukce 42
Obrázek 14: Dispozice stávajícího stavu – 1NP 43
Obrázek 15: Dispozice stávajícího stavu- 2NP 44
Obrázek 16: Fotografie stávajícího stavu – pokoj 1NP 45
Obrázek 17: Fotografie stávajícího stavu - zahrada 45
Obrázek 18: Fotografie stávajícího stavu – Kuchyň 1NP 46
Obrázek 19: Fotografie stávajícího stavu – Pokoj 2NP 46
Obrázek 20: Nová dispozice 1NP 48
Obrázek 21: Nová dispozice 2NP 49
Obrázek 22: Nová skladba obvodově stěny- rekonstrukce 50
Obrázek 23: Var. B- střešní konstrukce 51
Obrázek 24:Var.B- Podlaha k zemině 53
Obrázek 25- Var.B - Podhled 2NP 54
Obrázek 26 – Var. C – pohled na objekt 55
Obrázek 27 – Var. C Obvodová stěna 56
Obrázek 28: Var. C – podlaha k zemině 56
Obrázek 29: Var.C – Střešní konstrukce 57
Obrázek 30: Okenní rám montovaný do prostoru tepelné izolace 58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kalkukační vzorec 13
Tabulka 2: Základní právní předpisy zabývající se energetickým managementem 23
Tabulka 3: Klasifikační třídy PENB 24
Tabulka 4: vstupní hodnoty pro pravidlo NPV 35
Tabulka 5 : srovnání součinitělů prostupu tepla 59
Tabulka 6: Spotřeba zařízení v domácnosti 60
Tabulka 7 – Relativní a absolutní změny součinitelů prostupu tepla vůči stávajícímu stavu .. 60
Tabulka 8: Var. A - Podíl dodanné energie dle účelu 61
Tabulka 9: Var.A - Podíl dodané energie dle energonositele 61
Tabulka 10: Var.A – Bilance ztrát 63
Tabulka 11: Var.B - Podíl dodané energie dle účelu 64
Tabulka 12: Var.B – podíl dodané energie dle energonositele 65
Tabulka 13: Var.B – Bilance ztrát 66
Tabulka 14: Var. C Podíl dodané energie dle energonositele 67
Tabulka 15 Var. C - podíl dodané energie dle účelu 67
Tabulka 16: Var.C – Bilance ztrát energie 69
Tabulka 17: Var.D – Podíl dodané energie dle účelu 70
Tabulka 18: Var.D - Podíl dodané energie dle energonositele 70
Tabulka 19: Var. D Bilance ztrát energie 72
Tabulka 20: Rekapitulace investičních nákladů 75
Tabulka 21: Rekapitulace spotřeby energií a provozních nákladů 77
Tabulka 22: Citlivostní analýza jednotlivých variant bez dotace 79
Tabulka 23: Předpokládaná výše dotací 80
Tabulka 24: pořadí variant dle scénářů 81
Tabulka 25: Vnitřní výnosové procento variant – s datací 81
Tabulka 26: Rozdílové IRR - Pravidlo NPV 82

Seznam Grafů

Graf 1 : Porovnání součinitele prostupu tepla nízkoenergetických staveb a domů stavěných v dřívějších letech 31
Graf 2: Měrná potřeba energie jednotlivých standardů staveb 32
Graf 3: pravidlo NPV 35
Graf 4: Var. A - Podíl dodanné energie dle účelu 61
Graf 5: Var.A - Podíl dodané energie dle energonositele 61
Graf 6: Var. A- Roční průběh dodané energie dle účelu 62
Graf 7: Var.A – Bilance ztrát 63
Graf 8: Var.B - Podíl dodané energie dle účelu 64
Graf 9: Var.B – podíl dodané energie dle energonositele 65
Graf 10: Var. B - Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby 65
Graf 11: Var.B – Bilance ztrát 66
Graf 12: Var. C Podíl dodané energie dle energonositele 67
Graf 13: Var. C - podíl dodané energie dle účelu 67
Graf 14: Var. C – Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby 68
Graf 15: Var.C – Bilance ztrát energie 69
Graf 16: Var.D – Podíl dodané energie dle účelu 70
Graf 17: Var.D - Podíl dodané energie dle energonositele 70
Graf 18: Var. D – Roční průběh dodané energie dle účelu spotřeby 71
Graf 19: Var. D Bilance ztrát energie 72
Graf 20: Prognóza ceny elektřiny 73
Graf 21: Prognóza ceny plynu 74
Graf 22: Uvažovaná produkce fotovoltaické elektrárny v času 74
Graf 23: Provozní náklady jednotlivých variant 76
Graf 24: IRR bez dotace 79
Graf 25: NPV bez dotace 80
Graf 26: IRR s dotací 82
Graf 27: Pravidlo NPV s dotací 83
Graf 28:Pravidlo NPV bez dotace 83

Zdroje

Použitá literatura

POJAR, Jan, Jiří KARÁSEK, Michal BAČOVSKÝ, Jakub KVASNICA a Lucie MEDOVÁ. Energetický management budov. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 9788001066836.

SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Iveta STŘELCOVÁ, Stanislav VITÁSEK a Michal STRNAD. Kalkulace nákladů ve stavebnictví. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2017. ISBN 9788001063484.

KANOGLU, Mehmet a Yunus A. ÇENGEL. Energy efficiency and management for engineers. New York: McGraw Hill, [2020]. ISBN 978-1-260-45909-8.

STRNADOVÁ, Zuzana. Co by měl vědět příjemce dotace. Praha: Grada Publishing, 2019. Finance a investování. ISBN 978-80-247-3076-9.

DOTY, Steve a Wayne C. TURNER. Energy management handbook. 7th ed. Lilburn, GA: Fairmont Press, c2009. ISBN 08-817-3609-0.

Turner, W., and Steve Doty, (2007), "Energy Management Handbook", Oklahoma State University, Fairmont Pres.Inc, ISBN 0-88173-543-4 (electronic), USA

Příručka rozpočtáře: rozpočtování a oceňování stavebních prací. Praha: ÚRS, 2009-. Cenová soustava ÚRS. ISBN 978-807-3697-358.

STEMPEL, Ulrich E. Zateplení a rekonstrukce rodinného domu. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-802-4748-085.

Internetové zdroje

FERNANDO, Jason. Internal Rate of Return (IRR): Rule: Definition and Example [online]. 2022 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/i/irr.asp

FERNANDO, Jason. Net Present Value (NPV): What It Means and Steps to Calculate It [online]. 2022 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp

Nová vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov z roku 2020 [online]. 19. 3. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.project-atelier.cz/post/nova-vyhlaska-energeticka-narocnost-budov

, ABF, a.s. Energeticky plusový dům vyrobí více energie, než sám spotřebuje [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/120362-energeticky-plusovy-dum-vyrobi-vice-energie-nez-sam-spotrebuje

ČEJKA, Michal a Jan ANTONÍN. Potřeba energie pro NZEB - Srovnání energetických standardů s NZEB [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/351-potreba-energie-pro-nzeb-srovnani-energetickych-standardu-s-nzeb

Jaké jsou parametry nízkoenergetického domu? [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/nizkoenergeticky-dum-vlastnosti.html

ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů [online]. 1986 [cit. 2022-12-06].

Co je to rekuperace [online]. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.luftuj.cz/clanky/co-je-to-rekuperace/

Preventing overheating [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Preventing_overheating

TEPELNÉ MOSTY PŘEHLEDNÁ ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY [online]. 2017 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/tepelne-mosty/21206-prehledna-energeticka-bilance-budovy-a.html#.Y48hDnbMJPa

, odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budov [online]. 2014 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/prukaz-energeticke-narocnosti-budov--119528/

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) [online]. 2010 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031&qid=1665854493854

Zákon č. 283/2021 Sb.: Zákon stavební zákon [online]. 2021 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283#cast6

Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. 2020 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264

Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) [online]. 2006 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183

Domácnosti s nižšími příjmy [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/domacnosti-s-nizsimi-prijmy/

Kotlíkové dotace [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/

Nová zelená úsporám [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/nova-zelena-usporam/

Zákon č. 218/2000 Sb.: Zákon o rozpočtových pravidlech a o změně některých souvisejících zákonů (rozpočtová pravidla) [online]. 21.07.2000 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-218

KREJČÍ, Luboš. Rozpočtování staveb (TP 3.1) [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-3-1/#9-1

Seznam příloh

Příloha č.1 Rozpočet – Var. A

Příloha č.2 Rozpočet - Var. B

Příloha č.3 Rozpočet - Var. C

Příloha č.4 Rozpočet – Var. D

Příloha č.5 PENB – Var. A

Příloha č.6 PENB – Var. B

Příloha č.7 PENB – Var. C

Příloha č.8 PENB – Var. D