



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÁ OPTIMALIZACE BUDOVY

ENERGY OPTIMISATION OF THE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ján Kozla

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ján Kozla
Název	Energetická optimalizace budovy
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah až 15 stran
- B. Výpočtová část
 - B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy
 - specifikace energetických systémů budovy
 - stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí
 - B2. Energetické hodnocení budovy
 - potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
 - výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě
- C. Projekt – PENB
 - o) závěr,
 - p) seznam použitých zdrojů,
 - q) seznam použitých zkratk a symbolů,
 - r) seznam příloh,
 - s) přílohy – výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá energetickým hodnotením a optimalizáciou polyfunkčného domu. Teoretická časť je zameraná na tému výroby elektrickej energie zo slnečného žiarenia, za pomoci fotovoltaických panelov a solárno-termických elektrární. Výpočtová časť analyzuje energetické potreby a toky budovy, na základe tepelnotechnických vlastností obalových konštrukcií a technických systémov. Ďalej navrhujem úsporné opatrenia na optimalizáciu energetickej náročnosti, ktorú v závere výpočtovej časti analyzujem z energetickeho a ekonomického hľadiska. Časť C – Projekt PENB obsahuje preukazy energetickej náročnosti pôvodného stavu a optimalizovaného stavu.

PREFACE

The bachelor's thesis deals with energy assessment and optimization of the polyfunctional building. The theoretical part focus on the topic of solar electric generation, using photovoltaic panels and solar thermal plants. Calculation part shall analyse the energetical flow of the building, based on thermal properties of the building envelope and technical amenities. Furthermore, I propose austerity measures to optimization energy intensity, witch I analyse form an energy and economic point of view at the end of the calculation part. Part C – The PENB project contains energy performance certificate of the initial state and the optimised state.

KLÍČOVÁ SLOVA

Preukaz energetickej náročnosti budovy, PENB, polyfunkčný dom, energetická optimalizácia, fotovoltaika, tepelné čerpadlo, obnoviteľné zdroje.

KEY WORDS

Energy performance certificate of building, polyfunctional building, energy optimisation, photovoltaic, heat pump, renewable energy sources.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Ján Kozla *Energetická optimalizace budovy*. Brno, 2022. 126 s., 8 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Energetická optimalizace budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 23. 5. 2022

Ján Kozla
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Energetická optimalizace budovy* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2022

Ján Kozla
autor práce

POĎAKOVANIE

Chcel by som sa poďakovať všetkým priateľom, spolužiakom, pedagógom a celej rodine, za psychickú aj vecnú podporu pri spracovaní bakalárskej práce. Najväčšia vďaka patrí v prvom rade моjím rodičom, ktorý ma celý život podporujú a inak to nebolo ani v tomto prípade. Konkrétne by som chcel poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Petrovi Horákovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedenie pri tvorbe bakalárskej práci.

OBSAH

ÚVOD	16
A TEORETICKÁ ČASŤ	18
1 SOLÁRNA ENERGIA	18
1.1 PŮVOD SOLÁRNEJ ENERGIE	18
1.2 ZLOŽENIE SLNEČNÉHO ŽIARENIA	18
1.3 DRUHY SLNEČNÉHO ŽIARENIA	19
1.4 DOSTUPNOSŤ SLNEČNEJ ENERGIE	19
2 FOTOVOLTAIKA	21
2.1 ROZVOJ FOTOVOLTAIKY	21
2.2 FOTOVOLTAICKÝ JAV V SOLÁRNYCH ČLÁNKOCH	21
3 TYPY SOLÁRNYCH ČLÁNKOV	22
3.1 KREMÍKOVÉ ČLÁNKY	22
3.1.1 MONOKRYŠTALICKÉ ČLÁNKY	22
3.1.2 POLYKRYŠTALICKÉ ČLÁNKY	23
3.2 TENKOVRSŤOVÉ ČLÁNKY	24
3.3 ALTERNATÍVNE DRUHY FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKOV	25
4 FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY	26
4.1 OFF-GRID	26
4.2 ON-GRID	27
4.3 HYBRIDNÝ SYSTÉM	27
5 SOLÁRNE TEPLA AKO ZDROJ ELEKTRINY	28
5.1 PARABOLICKÉ ŽLABOVÉ ELEKTRÁRNE	28
5.2 HELIOSTATY S VEŽOVÝM ABSORBÉROM	29
5.3 SOLÁRNE ELEKTRÁRNE S DISKOVÝM KONCENTRÁTOROM SO STIRLINGOVÝM MOTOROM	30
5.4 KOMÍNOVÉ SOLÁRNE ELEKTRÁRNE	30
B VÝPOČTOVÁ ČASŤ	32
6 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE	32
7 GEOMETRICÉ PARAMETRE PRE VÝPOČET	33
7.1 ZÓNOVANIE BUDOVY	33
7.2 ZÁKLADNÝ POPIS ZÓNY	34
7.2.1 ZÓNA 1 – SUTERÉN	34
7.2.2 ZÓNA 2 – PREVÁDZKA POTRAVÍN A POŠTY	34

7.2.3	ZÓNA 3 – KULTÚRNY DOM.....	34
7.2.4	ZÓNA 4 – KUCHYŇA.....	34
7.2.5	ZÓNA 5 – OBECNÝ ÚRAD	34
7.3	SCHÉMY ZÓNOVANIA POLYFUNKČNÉHO DOMU.....	35
8	STAVEBNÉ RIEŠENIE A TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI.....	36
8.1	SÚČASNÝ STAV KONŠTRUKCIÍ	36
8.2	TEPELNE TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ.....	37
8.2.1	SÚČINITEĽ PRESTUPU TEPLA OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ.....	37
8.2.2	VÝPOČET SÚČINITEĽA PRESTUPU TEPLA – SÚČASNÝ STAV	38
8.2.3	POSÚDENIE S NORMOU – SÚČASNÝ STAV	40
9	ŠPECIFIKÁCIA TECHNICKÝCH SYSTÉMOV.....	40
9.1	VYKUROVANIE	40
9.2	PRÍPRAVA TEPLEJ VODY	42
9.3	UMELÉ OSVETLENIE.....	43
9.4	VZDUCHOTECHNIKA, CHLADENIE A ÚPRAVA VLHKOSTI.....	43
9.5	SPOTREBIČE ENERGIE	43
10	ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTRIEB A TOKOV BUDOVY.....	43
11	NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATRENÍ.....	46
11.1	TEPELNE TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ.....	46
11.1.1	VÝPOČET HRúbKY IZOLAČNEJ VRSTVY.....	47
11.1.2	NÁVRH NOVÝCH KONŠTRUKCIÍ A VÝPLNÍ OTVOROV	47
11.1.3	POSÚDENIE NOVÝCH KONŠTRUKCIÍ	49
11.2	UMELÉ OSVETLENIE.....	50
11.3	VZDUCHOTECHNIKA A REKUPERÁCIA	50
11.4	TEPELNÉ ČERPADLO.....	52
11.5	FOTOVOLTAICKÉ PANEĽY.....	54
12	ANALÝZA ÚSPORNÝCH OPATRENÍ.....	59
12.1	ENERGETICKÉ POROVNANIE	59
12.2	EKONOMICKÉ POROVNANIE.....	62
C	PROJEKT PENB	68
	ZÁVER	113
	POUŽITÉ ZDROJE	114
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	117
	ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV	118
	PRÍLOHY	121

ÚVOD

Cieľom bakalárskej práce je analyzovať a energeticky optimalizovať objekt polyfunkčného domu. Objekt je nutné energeticky vyhodnotiť pomocou preukazov energetickej náročnosti. Následne navrhnuť úsporné opatrenia a vytvoriť varianty pre porovnanie a vyhodnotenie ekonomickej a energetickej náročnosti. Bakalárska práca je rozdelená do troch častí:

A – Teoretická časť. Obsahom teoretickej časti je problematika získavania energie zo slnečného žiarenia. Zaoberá sa dostupnosťou solárnej energie na zemskom povrchu, solárnymi článkami, fotovoltaickými systémami a alternatívnymi systémami výroby elektrickej energie zo slnečného tepla.

B – Výpočtová časť. Vo výpočtovej časti sú popísané stavebné a tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií a technické systémy súčasného stavu polyfunkčného domu. Následne sú vypočítané a zanalyzované energetické potreby a toky budovy. Zo získaných dát sú adresne navrhnuté úsporné opatrenia a varianty opatrení. V závere výpočtovej časti sú varianty porovnané so súčasným stavom a ekonomicke a energeticky vyhodnotené.

C – PENB. V tretej časti sa nachádzajú dva preukazy energetickej náročnosti súčasného stavu a tretej varianty so všetkými opatreniami. Preukazy boli spracované vo webovom softvare Energetika od spoločnosti Deksoft.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A – TEORETICKÁ ČASŤ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ján Kozla

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

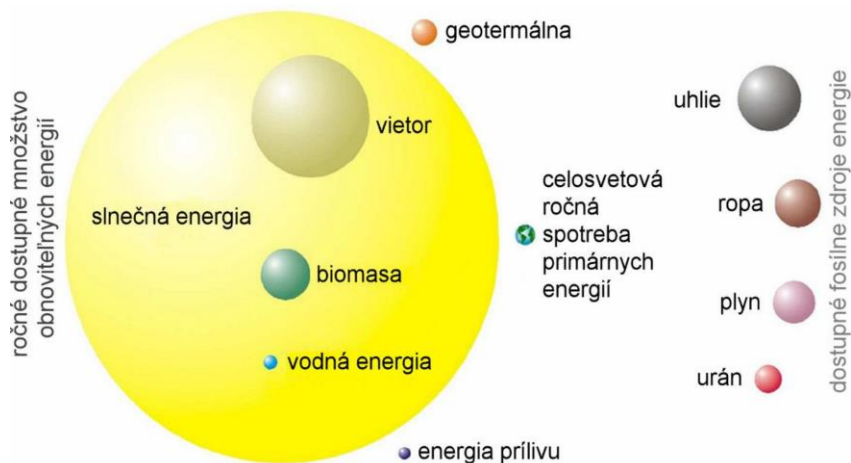
doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

A TEORETICKÁ ČASŤ

1 SOLÁRNA ENERGIA

Zem každoročne prijme od Slnka objem energie rovnajúci sa 1,5 triliarde kWh (tj. $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh/rok). Ak energiu zo Slnka očistíme od strát prechodom cez atmosféru, čo činí 30%, dostávame 1 triliardu kilowatthodín ročne na povrchu Zeme. Približná ročná spotreba energie ľudstva sa rovná 125 biliónom kWh (tj. $125 \cdot 10^{12}$ kWh/rok). Z toho vyplýva že Zem dostane od slnka 8000 krát viac energie než je celosvetová primárna spotreba. [1]



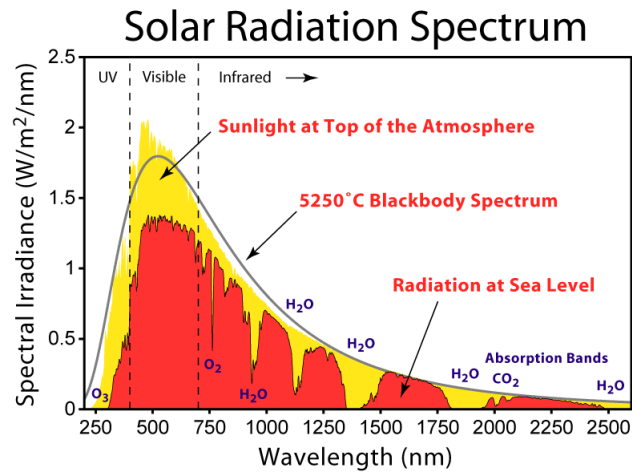
Obrázok 1.1 Porovnanie obnoviteľnej ponuky zdrojov energií a celosvetovej primárnej spotreby energie za rok s úhrom celého množstva konvenčných nosičov energie [1]

1.1 Pôvod solárnej energie

Slnečná energia je dopravovaná zo Slnka k Zemi, pomocou elektromagnetického vlnenia. Výkon energie zo Slnka dopadajúci na atmosférický obal Zeme nazývame solárna konštanta. Solárna konštanta má hodnotu 1350 W/m^2 . Na zemskom povrchu je solárna konštanta zredukovaná o straty prechodom cez atmosférický obal Zeme. Slnečné žiarenie je pohlcované, odrážané alebo sa rozptyľuje od molekúl vzduchu, vodných kvapiek a rôznych aerosólov v atmosfére. Maximálny výkon solárnej energie na zemi pri peknom počasí dosahuje 800 až 1000 W/m^2 . [2]

1.2 Zloženie slnečného žiarenia

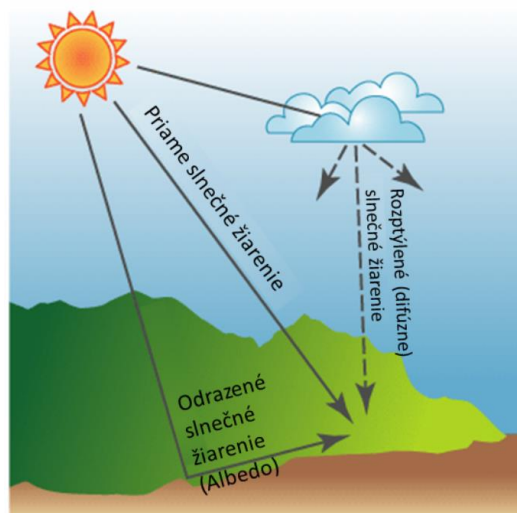
Slnečné žiarenie má rozdielne vlnové dĺžky. Krátke vlnové dĺžky tvoria ultrafialové svetlo, oblasť do 280 nm , sú z väčšej časti pohlcované ozónovou vrstvou. Na druhej strane infračervené svetlo je tvorené z dlhých vlnových dĺžok (od 650 nm do 2000 nm). Najvýznamnejšie vlnové dĺžky pre nás sú od 400 nm do 650 nm . Tieto vlnové dĺžky môžeme pozorovať ľudským okom a nazývame ich viditeľné svetlo. [3]



Obrázok 1.2 Slnčné spektrum [4]

1.3 Druhy slnečného žiarenia

Slnečné žiarenie sa skladá z priameho a difúzneho žiarenia. Priame slnečné žiarenie prechádza zo Slnka k povrchu Zeme bez vychýlenia z dráhy. Difúzne žiarenie je možné rozdeliť na dve zložky, a to na žiarenie atmosféry a žiarenie vznikajúce odrazom od iných oslnených povrchov. Difúzna radiácia zo Slnka závisí na znečistení atmosféry a na výške Slnka nad obzorom. Znečistenie atmosféry sa vyjadruje súčiniteľom znečistenia atmosféry a označuje sa z [-]. Súčiniteľ z môže naberať hodnoty od 1 až po 10, kde z = 1 znamená úplne čistú atmosféru. V mestských oblastiach sa súčiniteľ z pohybuje na hodnote 5, vo vidieckych oblastiach naberať hodnoty 2-3. V zimných mesiacoch je súčiniteľ znečistenia nižší. [5]



Obrázok 1.3 Druhy slnečného žiarenia [6]

1.4 Dostupnosť slnečnej energie

Množstvo slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch je značne rozdielne podľa jednotlivých lokalít na zemeguli. O množstve dopadajúcej energie rozhodujú nasledujúce faktory:

Poloha voči zemepisnej šírke

Na rovníku je množstvo slnečnej energie najvyššie. Od rovníku k pólom sa solárna radiácia znižuje. Je to zapríčinené vyšším uhlom dopadu slnečných lúčov na zemský povrch.

Ročné obdobie

Na kvantitu slnečného žiarenia má v našich podmienkach vplyv striedania ročných období. V zimných mesiacoch máme deň kratší, slnko nevychádza tak vysoko nad obzor, ako v letných mesiacoch a v zime býva zvýšená oblačnosť. V letnom období je možné predpokladať na ploche orientovanej na juh s obsahom 1 m², 7 až 8 kWh (pri oblačnosti 2kWh). V zime sú to len 3 kWh (pri oblačnosti 0,3kWh). [3]

Oblačnosť a klíma

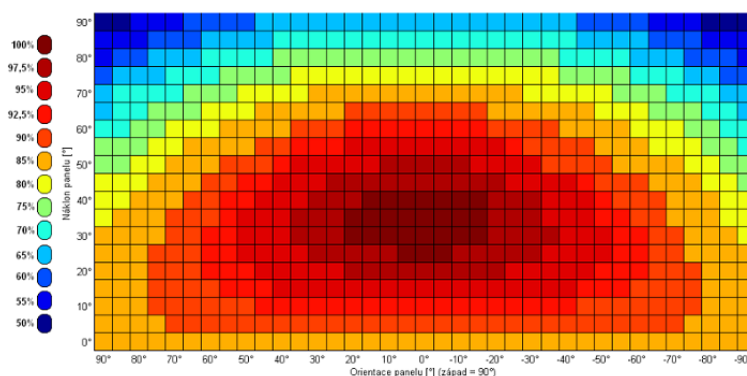
Miestna klíma je dôležitým faktorom pre množstvo solárnej energie. Klíma má vplyv na znečistenie atmosféry a množstvo vodnej pary vo vzduchu. Vysoká oblačnosť môže zapríčiniť zníženie solárnej radiácie až na 15-20 % (150-200 W/m²) energie dopadajúcej na zemský povrch. Prognózu oblačnosti na dlhšie obdobie nie je možné realizovať, preto sa pre návrh a výpočet dostupnosti slnečnej energie využívajú priemerné hodnoty (až za 50 rokov). [3]

Sklon plochy

Maximálne množstvo energie zo slnka je možné získať, ak je plocha naklonená kolmo na dopadajúce elektromagnetické vlnenie. Z toho dôvodu sú najúčinnějšími zariadenia otočné plochy, ktoré sledujú dráhu Slnka. Tieto zariadenia sú však drahé a v praxi málo využívané. Optimálnym sklonom pre maximálne množstvo výkonu je 45°. Ak chceme zvýšiť množstvo získanej energie v zimnom období, najlepším sklonom sa javí 60°, pre letné obdobie 30°. [3]

Orientácie voči svetovým stranám

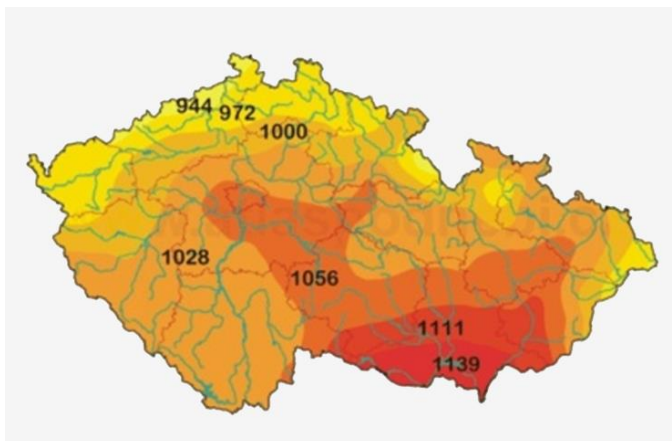
Najoptimálnejšie orientovaná plocha je na juh s azimutom 0°. Pri odchýlke ±10° od juhu prichádza k strate ±5%, čo nemá veľký vplyv na celkové ročné množstvo energie. Z obrázku 1.4 je znateľné, že odchýlka od juhu po juhovýchodnú alebo juhozápadnú stranu znižuje výkon najviac o 10%. Výhodné sú aj orientácie na východ a západ. [1]



Obrázok 1.4 Vplyv orientácie a sklonu na množstvo slnečnej energie [7]

Tieto faktory zapríčiňujú, že nie je možné vyhotoviť presný výpočet dopadnutej energie zo Slnka na určitú plochu za určitý deň. Je však možné vyhotovovať odhady pre jednotlivé mesiace a roky. Dôležité je preto celkové množstvo solárnej energie v určitej lokalite (v Českej

republike (ČR) vid'. obr. 1.5), aby sme mohli solárny systém správne nadimenzovať a vypočítať ekonomické návratnosti investícií.



Obrázok 1.5 Priemerné ročné hodnoty slnečného svitu v Českej Republike v kWh/m²

2 FOTOVOLTAIKA

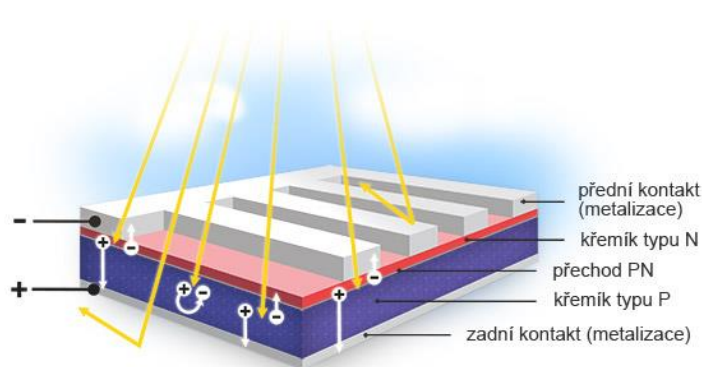
Fotovoltaika (FV) je zložený z dvoch slov a to foto a volt. Foto z gréckeho φώς [fós] znamená svetlo a volt je jednotka napätia.

2.1 Rozvoj fotovoltaiky

V roku 1939 prezentoval na francúzskej akadémii vied Alexander Edmond Becquerel svoje poznatky, že v roztoku s dvoma elektródami sa mení prúd v závislosti od intenzity slnečného žiarenia. Ďalší objav závislosti elektriny a svetla bol publikovaný Heinrichom Rudolfom Hertzom v roku 1887. Publikácia sa zaoberala elektrickým výbojom medzi elektródami v plyne, ktorý vznikne jednoduchšie, ak na elektródy dopadá ultrafialové svetlo. Fyzikálnu teóriu fotoelektrického javu popísal v roku 1905 Alebert Einstein a experimentálne ju potvrdil v roku 1916 Robert Andrews Millikan. Spomenuté experimenty a teórie popisujú fotoelektrický jav, pri ktorom sa elektróny uvoľňujú do okolia. Z fotoelektrického javu vychádza fotovoltaický jav, pri ktorom elektróny zostávajú v materiáli. Fotovoltaický jav bol prvýkrát pozorovaný v roku 1876 na PN prechodoch Williamom Gryllsom Adamsom a jeho žiakom. Adams bol aj prvým človekom, ktorý vyhotovil prvý fotovoltaický systém. [8]

2.2 Fotovoltaický jav v solárnych článkoch

Fotovoltaický jav vzniká v uzatvorenom obvode, kedy na polovodič typu PN dopadá foton s dostatočnou energiou a uvoľní elektrón (záporne nabitý) z valenčného pásu do pásu vodivého. Na mieste chýbajúceho elektrónu vznikne diera, ktorú môžeme považovať za kladný náboj. Elektrón a diera sa začnú pohybovať k elektródam s rovnakou polaritou. Elektrón k zápornej a diera ku kladnej. Ak sú elektródy prepojené vonkajším obvodom, elektróny putujú k opačnej elektróde, kde rekombinujú (znova sa prepoja) s dierami. V prepojení medzi elektródami vzniká elektrický prúd. [8]



Obrázok 2.1 Schéma princípu fotovoltaického článku [9]

Solárne články sa skladajú z dvoch rozdielne dotovaných, zväčša kremíkových, vrstiev. Vrchná vrstva je záporne dotovaná typu n a na spodnej strane je kladne dotovaná vrstva typu p . Medzi vrstvami vzniká tzv. $p-n$ prechod. Na zadnej strane sa nachádza celoplošná kladná kontaktná elektróda. Naopak, záporná elektróda na vrchnej strane nie je celoplošná. Predná strana musí byť čo najviac odokrytá, a práve preto sa kontakt volí ako tenká mriežka, ktorá minimálne kryje hornú dotovanú vrstvu (zloženie vid'. obr.2.1). Povrch článkov je pokrytý antireflexnou vrstvou pre menšiu odrazivosť. [2]

3 TYPY SOLÁRNYCH ČLÁNKOV

Celá kapitola vychádza z publikácie od Ralfa Haseluhna – *Fotovoltaika: Budovy jako zdroj proudu* [2], ak nebude inak zazdrojovaná.

Na trhu sa vyskytuje rada materiálov a koncepcií pre solárne články. Najrozšírenejším materiálom na výrobu solárnych článkov je kryštalický kremík. Kryštalický kremík je získavaný roztavením kremičitého piesku, ale hlavne z kremíkového odpadu elektronického priemyslu. V nasledujúcich podkapitolách budú spomenuté najpoužívanejšie solárne články na trhu.

3.1 Kremíkové články

Kremíkové doskové články sú označované ako články prvej generácie. Dosahujú vysokú účinnosť ale ich výroba je nákladná. Poznáme 2 základné typy kremíkových článkov, a to monokryštalické a polykryštalické články. [13]

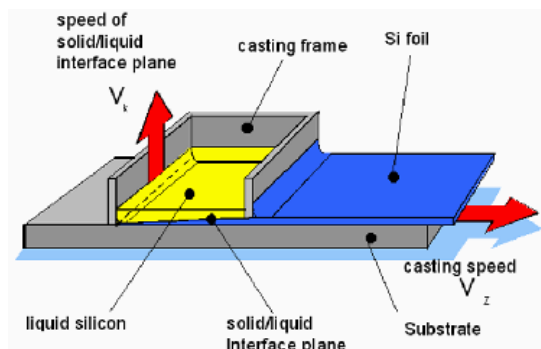
3.1.1 Monokryštalické články

Monokryštalické články sú už podľa názvu zložené z jedného kryštálu. Väčšinou sú štvorcové, kruhové, šesťhranné alebo štvorcové so zaoblenými hranami. Majú typickú tmavo modrú až čiernu farbu. Účinnosť monokryštalických článkov zväčša dosahuje 17 %, v niektorých prípadoch (vysoko výkonné solárne články) aj viac ako 25 %.

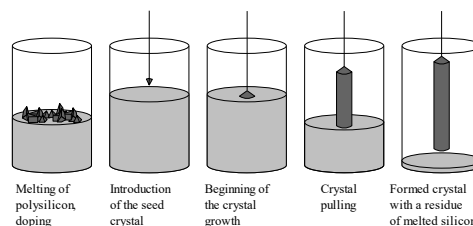
Výroba monokryštalických článkov prebieha tzv. Czokralskiho (Cz) procesom. Pri procese sa kremík roztavuje v kotly pri teplote 1420 °C (energeticky najnáročnejší proces). Následne

sa z taveniny vyťahuje guľatá tyč s priemerom až 30 cm a dĺžkou niekoľko metrov (vid' obr. 3.1 vpravo). Kryštalická tyč sa upraví do požadovaného tvaru a následne sa reže na doštičky o hrúbke 300 μm . Pri úprave tyče a rezaní na doštičky dochádza k vzniku veľkého množstva odpadu (materiálovo najnáročnejší proces).

Články sa môžu vyrábať priamo vo forme, z ktorej sa z roztaveného kremíku vyťahujú už hotové pláty (vid' obr. 3.1 vľavo). Jedná sa o Ribbon growthovú metódu. Metóda je viac šetrná na materiál ako Cz-proces. [10]



Obrázok 3.1 Ribbon growthov proces výroby monokryštalických článkov [10]



Obrázok 3.2 Výroba monokryštálu Czochralského metódou [11]

V poslednej fáze sa na vrchnú časť článku nanáša antireflexná vrstva, ktorá zabraňuje odrazu svetla od povrchu článkov. V súčasnosti sa vrstva, na ktorú dopadá svetlo upravuje (chemicky, mechanicky alebo pomocou laseru) mikroskopicky malými štruktúrami. Štruktúry sú tvorené pyramídami alebo ryhami, ktoré fungujú ako pohlcovače fotónov. Články je následne možné sériovo (za sebou) zapojiť do vetiev. Finálny solárny modul (fotolotaický panel) je tvorený 4 až 8 vetvami, ktoré sú medzi sebou prepojené a zapuzdrené v obale panelu.

3.1.2 Polykryštalické články

Polykryštalické články majú typickú modrú farbu. Sú tvorené z väčšieho množstva menších kryštálov, resp. väčšieho počtu rozhraní medzi nimi [3]. Majú z pravidla nižšiu účinnosť ako monokryštalické články. Približná typická účinnosť sa pohybuje okolo 14 % a maximálna laboratórna účinnosť 18,5% [1]. Polykryštalické panely majú pri difúznom žiarení rádovo lepšiu účinnosť (1-2 % výkonu), ako články monokryštalické.

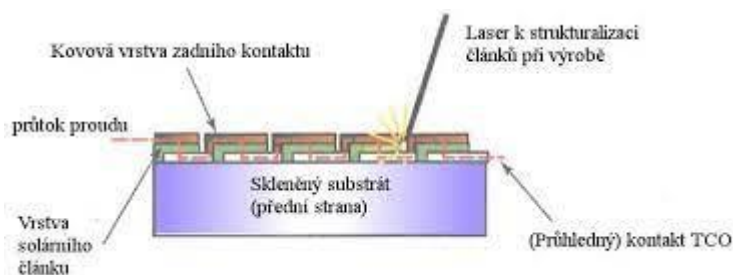


Obrázok 3.3 Porovnanie vzhľadu monokryštalického panelu (vľavo) a polykryštalického panelu (vpravo) [12]

Články z polykryštalického kremíku sa vyrábajú s nižším množstvom odpadu pri výrobe. Pre výrobu sa prevažne používa proces blokového liatia. Kremík sa zohreje na 1500 °C, následne sa regulovane ochladzuje k bodu topenia. Vzniknuté polykryštalické kremíkové bloky sa režu na doštičky. Ďalšie výrobné kroky sú totožné ako pri výrobe monokryštalických solárnych modulov.

3.2 Tenkovrstvové články

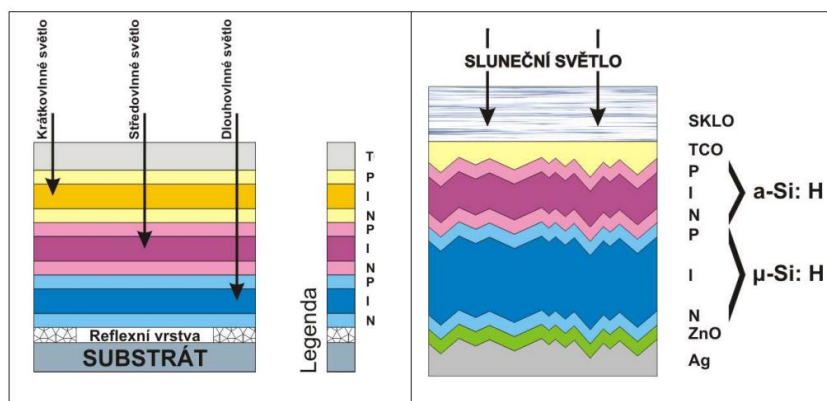
Taktiež nazývané, ako solárne články druhej generácie. Pre výrobu tenkovrstvových článkov sa využíva až 100 krát menej kremíku ako pri výrobe kremíkových doskových článkov. Hrúbka článkou dosahuje 1-6 μm . Tento fakt by mal posunúť tenkovrstvové články na prvú priečku v predajoch na trhu. Avšak technológia výroby tenkovrstvových článkov je drahá a nie je dostatočne rozvinutá ako u kremíkových článkov. Okrem drahej technológie, tenkovrstvové články majú voči monokryštalickým a polykryštalickým článkom nižšiu účinnosť. V laboratórnych podmienkach dosahujú články hranicu 13 %-nej účinnosti. Prevádzkové účinnosti sa pohybujú od 6 do 8 % [1]. Tenkovrstvová technológia má však mnohostranné využitie v praxi. K výhodným vlastnostiam patrí nízka citlivosť na teplotu, flexibilita, priehľadnosť, lepšia využiteľnosť spektrálnej ponuky slnka a geometrická voľnosť (ohybnosť).



Obrázok 3.4 Princíp výroby tenkovrstvových článkov

Výroba tenkovrstvových článkov je energeticky a materiálovo menej náročná ako výroba kremíkových článkov, pretože prebieha pri teplotách od 200 do 500 °C. Technológia výroby spočíva v nanášaní materiálu na sklo alebo iné nosné materiály (napr. umelá hmota a kovové fólie) v tenkých vrstvách, ktoré dosahujú niekoľko mikrometrov. Kontakty medzi jednotlivými článkami sú tvorené vysokovodivou a priehľadnou vrstvou (tzv. vrstva TCO – ang. Transparent Conductive Oxide).

Klasickým materiálom pre tenkovrstvovú technológiu je amorfný kremík. Štruktúra amorfných článkov sa nazýva *pin*. Vrstva typu *i* v štruktúre článku je vstavaná intrinsická (nedotovaná) vrstva, ktorá zabraňuje okamžitej rekombinácii nosičov náboja medzi nabitými vrstvami typu *p* a *n*. Amorfné kremíkové články majú nízku účinnosť, ktorá v prvom roku používania ešte viac klesá. Práve preto sa tieto články využívajú vo viacerých vrstvách, aby využívali väčšie spektrum slnečného žiarenia. U tandemových článkoch sa využívajú dve, u trojvrstvových článkov tri nad sebou umiestnené štruktúry typu *pin*.



Obrázok 3.5 Trojvrstvový amorfný kremíkový článok (vľavo); tandemový mikromorfný solárny článok (vpravo) [14]

Ďalšími typmi tenkovrstvových článkov sú napríklad tandemové mikromorfné solárne články, tvorené mikrokryštalickou kremíkovou vrstvou a amorfnou kremíkovou vrstvou alebo články typu CID (Copper-Indium-diSelenid) s najvyššou účinnosťou z pomedzi tenkovrstvových článkov, alebo články na báze teluridu kademnatého. Podrobnejšie informácie o ostatných typoch tenkovrstvových článkov v publikácii [2] (str. 21 – 29).

3.3 Alternatívne druhy fotovoltaických článkov

Dva základné druhy solárnych článkov spomenuté vyššie majú pomerne veľké nedostatky. Kremíkové doskové solárne články majú účinnosť do 25 % a výroba je energeticky a materiálne náročná. Naopak tenkovrstvové články majú technológiu výroby jednoduchšiu, ale ich účinnosť nedosahuje ani 15 %. Práve preto sa stále vyvíjajú nové technológie a materiály, ktoré by vedeli zlepšiť vlastnosti existujúcich článkov, alebo vytvorili nové solárne technológie.

FV články tretej generácie [13]

Solárne články tretej generácie je označenie pre panely, ktoré by mali prekročiť Shockley-Queisserovu hranicu obmedzujúcu účinnosť FV premeny. Napríklad Shockley-Queisserov limit pre kryštalický kremík je niečo vyššie 30 %. Práve preto môžeme povedať, že solárne panely tretej generácie stále neexistujú a vieme s nimi pracovať v hypotetickej rovine. Hranicu je možno prekonať viacerými teoretickými smermi, ktoré sú v súčasnej dobe pozorované. Ako príklad:

- Tandemové tenkovrstvové články
- Články s viacnásobnými pásmi
- Články, ktoré by využívali "horúce" nosiče náboja pre generáciu viacerých elektrónov a dier
- Články využívajúce kvantových javov v kvantových bodkách alebo kvantových jamkách.

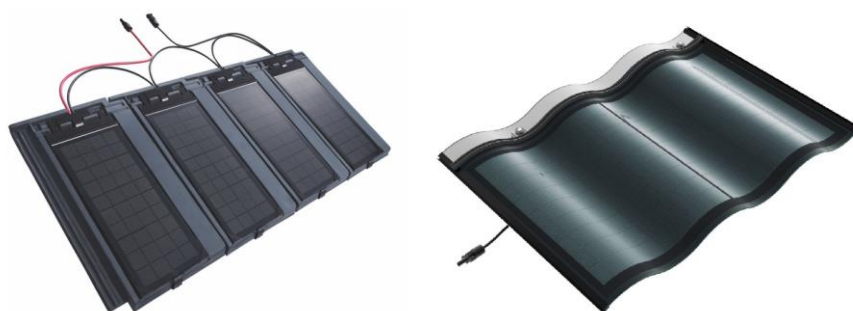
Organické solárne panely

Anorganické FV panely by v budúcnosti mohli byť nahradené organickými alebo hybridnými (organicky-anorganickými) solárnymi článkami na báze uhlíku. Vývoj organických článkov sa

v posledných rokoch posunul. V laboratórnych podmienkach dosahujú články až 17 % v ojedinelých prípadoch aj viac ako 20 % účinnosť. Nevýhodou však zostáva nízka odolnosť voči poveternostným vplyvom, ktorá je stále vo vývoji. Výhodou je, že majú podobné vlastnosti ako plasty, môžu byť ohybné alebo priesvitné až priehľadné. V budúcnosti by mali byť cenovo dostupnejšie. [15,3]

Fotovoltaické články ako náhrada škridly

Na trhu s fotovoltaikou sa stále častejšie objavujú solárne články zabudované priamo v strešnej krytine. Takýto druh krytiny je vhodné využívať na objektoch so šikmou strechou a v oblastiach, kde je neestetické alebo zakázané používať fotovoltaické panely. Nevýhodou je ale nižšia účinnosť, stále malá dostupnosť na trhu a vysoká cena voči klasickým panelom.



Obrázok 3.6 Príklady fotovoltaických strešných krytín; pálená škridla (vľavo), krytina z pevného skla (vpravo) [16,17]

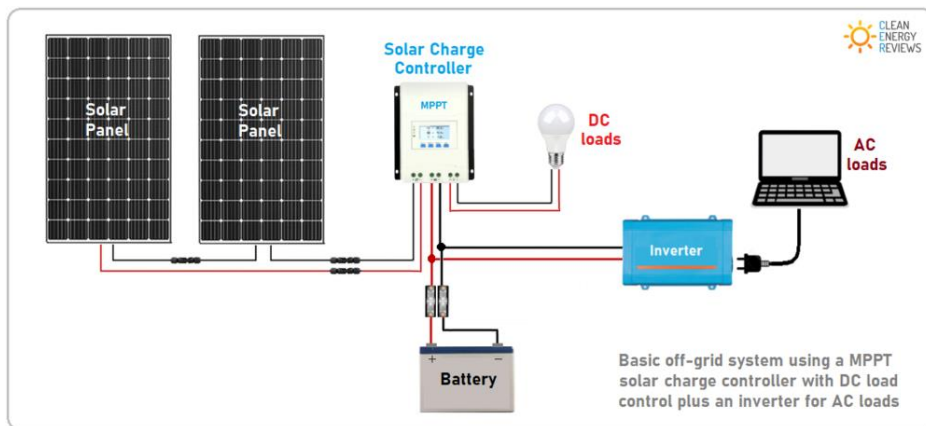
4 FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY

Fotovoltaické systémy je možné rozdeliť do dvoch základných druhov: ostrovný systém (tzv. off-grid system) a sieťový systém (on-grid system).

4.1 Off-grid

Ostrovný systém je výhodné využívať v oblastiach, kde nie je prístupná elektrická sieť, alebo na malých prístrojoch, ako sú napríklad parkovacie automaty alebo svetelné dopravné značenia. Takéto systémy potrebujú pre svoj neprerušovaný chod akumulátorové batérie. Akumulátory zaisťujú chod systému v noci a počas nepriaznivého počasia. Batérie je nutné chrániť pred prebíjaním a vybíjaním, aby sa neznižovala ich životnosť. Ako ochrana slúži nabíjací regulátor. Pri nedostatočnom množstve energie v zimnom období alebo pri zvýšenom odbere, je potrebné inštalovať do systému alternatívny zdroj, najčastejšie v podobe dieselagregátu, prípadne uhlíkovo neutrálny kotol na pelety so stirlingovým motorom [20].

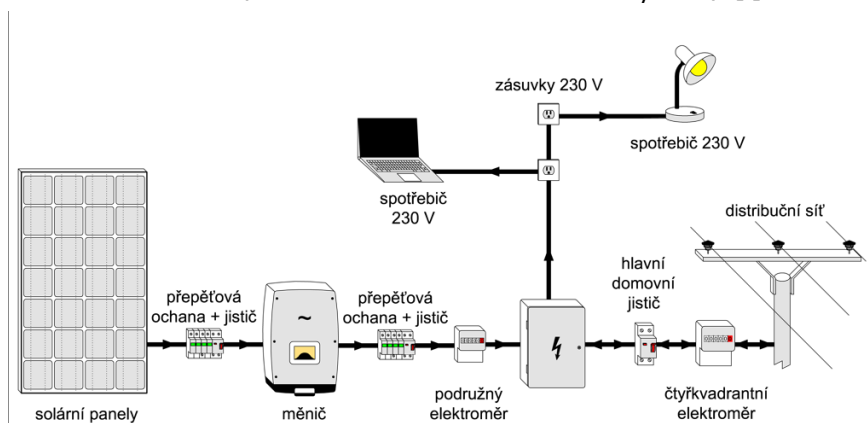
Fotovoltaické panely vyrábajú jednosmerný prúd (DC), preto by mali byť na elektrickú sieť pripojené spotrebiče využívajúce prúd typu DC. Ak by mali byť na ostrovný systém napojené spotrebiče na striedavý prúd (AC), je nutné do siete inštalovať inventar (menič). [1,21]



Obrázok 4.1 Off-grid fotovoltaický systém s úložiskom v batériách a invertorom [21]

4.2 On-grid

On-grid systém, alebo systém pripojený na distribučnú sieť. Pracuje iným spôsobom ako systém ostrovný. Fotovoltaické panely v podstate musia byť napojené na striedač-menič (invertor). Nevýhodou je, že elektrická energia pri tomto zapojení odchádza do distribučnej siete. Tento problém je možné odstrániť inštaláciou špeciálnych invertorov s použitím tzv. MPP-Trackrov (sledovače bodu maximálneho výkonu). [1]



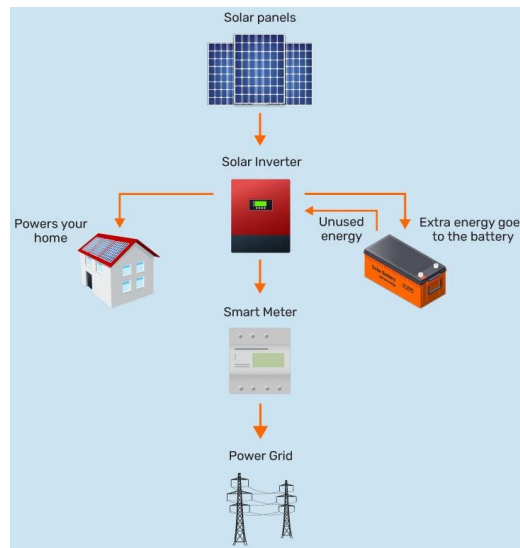
Obrázok 4.2 Schéma zapojenia on-grid systému fotovoltaickej elektrárne s požadovanými komponentami [23]

Pri systéme on-grid sa nevyužívajú akumulátorové batérie. Z toho dôvodu nie je možné uchovávať prebytky na využitie v nočných hodinách alebo v čase zlého počasia. Prebytky sú púšťané do siete a v čase nefunkčných FV panelov, je nutné, energiu odkupovať zo siete. Výkon FV elektrárne systému on-grid je preto nezmyslené dimenzovať na celkovú spotrebu elektrickej energie. Najefektívnejším riešením je FV panely dimenzovať, ako prídavný zdroj na zníženie energetickej závislosti od distribučnej siete. Systém je počas výpadku dodávok energie v distribučnej sieti nefunkčný, na rozdiel od hybridného systému (kapitola 4.3). [1,21]

4.3 Hybridný systém

Hybridným systémom sa rozumie systém napojený na distribučnú sieť s hybridným invertorom a s batériovým úložiskom. Funguje ako on-grid, ale odstraňuje jeho najväčšie nevýhody. Prebytky sú počas dňa akumulované v batériách a energia sa využíva v dobe

nefunkčnosti solárnych panelov. Výhodou hybridných systémov je funkčnosť pri tzv. black-oute (výpadku dodávky elektriny). [21]



Obrázok 4.3 Hybridný solárny systém [22]

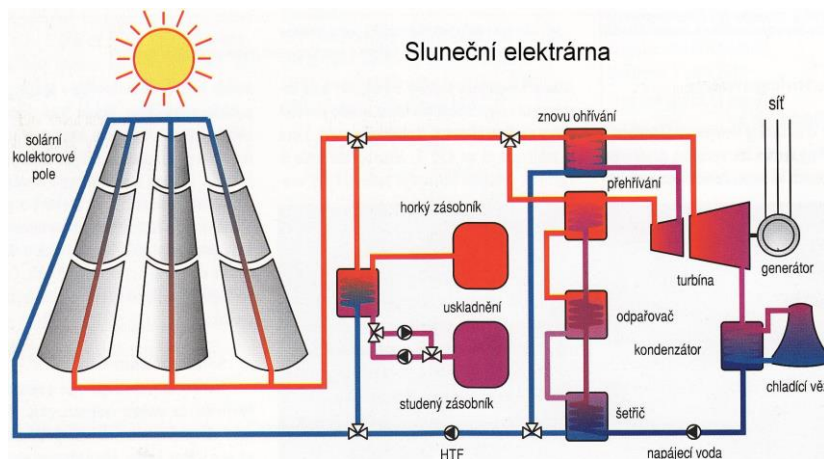
5 SOLÁRNE TEPLA AKO ZDROJ ELEKTRINY

Fotovoltaické panely nie sú jediným spôsobom ako vytvárať elektrickú energiu zo slnečného žiarenia. Technológia solárno-termických elektrární premieňa slnečné žiarenie na teplo, ktoré je následne využívané na výrobu elektrického prúdu ako v bežných elektrárňach. Tento druh elektrární je vhodný využívať v regiónoch s nízkou oblačnosťou a s veľkým množstvom slnečného svitu.

Princípom solárnych elektrární je koncentrácia slnečných lúčov na určité miesto, kde slnečné lúče predávajú energiu v podobe tepla do teplotnej látky. Koncentrácia lúčov je zabezpečená zrkadlami, ktoré majú zvyčajne parabolický tvar. Lúče sú sústredené buď na ohniskovú os alebo priamo do ohniska. V podstate môžeme rozlišovať dva typy systémov – jednoosý a dvojosý. Jednoosé systémy koncentrujú solárne lúče na trubicový absorber v ohnisku parabolických zrkadiel. K slnku sa nakláňajú len po jednej osi. Dvojosé systémy akumulujú tepelnú energiu, za pomoci vydutých zrkadiel, v jednom bode. Natáčanie kolmo na slnečné lúče prebieha podľa senzorov alebo naprogramovanou dráhou po dvoch osiach.

5.1 Parabolické žľabové elektrárne

Elektrárne tohto typu sú tvorené veľkými žľabovými zrkadlami, tvarovanými do parabol. Zrkadlá odrážajú slnečné žiarenie do ohniskovej línie, na ktorej sa nachádza absorber (vstrebávač). Pre účely zníženia tepelných strát je absorber uložený do vákuového skleneného plášťa. Trubicou absorberu preteká špeciálny tepelný olej a ohrieva sa na teploty 400 °C. Olej putuje do výmenníkov, kde teplo predáva parovodnému okruhu. Para vháňaná na turbínu generátoru vyrába elektrickú energiu. Schéma výroby je viditeľná na obr. (6.1).



Obrázok 5.1 Solárna elektrárňa so žľabovými parabolickými kolektormi [18]

Výhodou žľabových elektrární je, že aj v zlom počasí alebo v noci je elektrárňa prevádzky-schopná. Počas výpadku tepla od žľabových zrkadiel sú do prevádzky uvedené iné zdroje. Alternatívne zdroje výroby tepla môžu byť klasické fosílna palivá alebo bezemisné zdroje, ako napríklad biomasa. Ďalším spôsobom dotácie tepla, počas zlého počasia alebo v noci, je spotreba naakumulovaného tepla v tepelných zásobníkoch (vid'. obr. 6.1 – na obrázku je znázornená akumulácia v horúcom zásobníku).

5.2 Heliostaty s vežovým absorbérom

Princípom heliostatických elektrární je smerovanie slnečných lúčov pomocou stoviek až tisícov otáčavých zrkadiel do jedného ohniska na veži. V ohnisku sa nachádza tzv. prijímač (anglicky - receiver) s absorbérom, v ktorom sa zahrieva vzduch alebo tekutá soľ na 800 až 1000 °C. Nositele tepla prenášajú energiu od receiveru k plynovej alebo parnej turbíne, ktorá poháňa generátor na výrobu elektrickej energie.



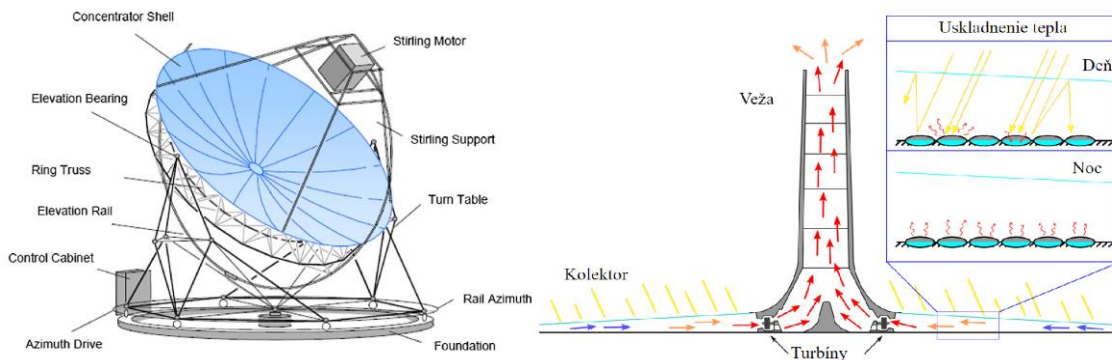
Obrázok 5.2 Solárna vežová elektrárňa [19]

V súčasnosti sa využívajú dva typy elektrární, a to solárna vežová elektrárňa s otvoreným vzduchovým receiverom a s uzatvoreným receiverom. Účinnosť tohto druhu solárnej elektrárne sa pohybuje od 35 do 50 %.

5.3 Solárne elektrárne s diskovým koncentrátorom so stirlingovým motorom

(ang. Dish Stirling Systems)

Systém Dish Stirling je v porovnaní s veľkokapacitnými systémami spomenutými vyššie mnohonásobne menší. Princípom je ohrev ohniska pomocou veľkých dutých parabolických diskových zrkadiel. Celé zariadenie sa natáča po smere Slnka na dvoch osách (dvojosý systém). V ohnisku sa nachádza stirlingov motor, ktorý premieňa energiu tepla na kinetickú energiu a ním sa poháňa generátor vyrábajúci elektrickú energiu. Stirlingov motor je schopný spaľovať palivo alebo bioplyn. Táto schopnosť dovoľuje diskovým solárnym elektrárnam pracovať aj počas vyššej oblačnosti.



Obrázok 5.3 Solárna elektráreň s diskovým koncentrátorom (vľavo) a princíp komínovej solárnej elektrárne (vpravo)

5.4 Komínové solárne elektrárne

Komínová elektráreň pracuje na rozdielnom princípe získavania energie zo slnka (obr. 6.3 vpravo). Veľká plocha v okolí komína je pokrytá priesvitnou strechou (sklo alebo plast) s miernym sklonom od komína. Počas dňa Slnko zohrieva vzduch pod strechou. Teplý vzduch postupne stúpa hore, až ku komínu, v ktorom sa nachádza turbína. Prúd vzduchu prechádzajúci komínom roztáča turbínu, ktorá je pripojená na generátor elektrickej energie. V nočných hodinách alebo za zlého počasia môže elektráreň pracovať zo zvyškového tepla, ktoré sa naakumulovalo v zemi. Je taktiež možné v zemi umiestniť vodný kolektor, ktorý by prebytočné teplo hromadil v zásobníkoch a počas noci by bolo využívané na chod elektrárne.

Jediný prototyp bol postavený v 90. rokoch v Španielsku. Prototyp bol príliš malý (priemer elektrárne 122m a výška komína 195m) a generoval len 50 kW. Avšak potvrdil funkčnosť. Od roku 2001 prebieha príprava výstavby na prvú elektráreň tohto typu v Austrálii. Predpokladaná výška komína je 800 až 1000 m a priemer je 6 km dlhý. Elektráreň by mala mať výkon až 200 MW. Technická a ekonomická stránka projektu je stále neistá.

Kapitola vychádza z publikácií [1] Quaschnig, *Obnoviteľné zdroje energie* a [3] Murtinger a Truxa, *Solárni energie pro váš dům*.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B – VÝPOČTOVÁ ČASŤ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ján Kozla

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

B VÝPOČTOVÁ ČASŤ

6 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE

Polyfunkčný dom sa nachádza v Slovenskej republike v obci Kolíňany, v blízkosti mesta Nitra. Pre účely bakalárskej práce je predpokladané, že polyfunkčný dom je situovaný v intraviláne, v okrese Brno-venkov severovýchodne od mesta Brno.

Objekt má dve nadzemné podlažia a jedno podzemné podlažie. Konštrukčný systém je stennový obojsmerný, s plošnými základovými pásmi zo železobetónu. Strecha objektu je plochá, kde nosnou časťou sú priehradové oceľové väzníky a roznášaciu funkciu majú montované dutinové panely z predpätého betónu. Zvislé nosné konštrukcie sú z pálených tehál CDm priečne dierovaných. Vodorovná nosná konštrukcia nad 1. PP je železobetónová monolitická doska a nad 1. NP montovaný strop z predpätých dutinových panelov.

Objekt má pôvodné výplne otvorov. Dverné aj okenné výplne sú kovové a izolačne netesné. Objekt nie je izolačne zateplený, až na čiastočné zateplenia v 1. NP a na streche.

Technické zariadenie polyfunkčného domu je pôvodné. Objekt je vykurovaný pomocou plynového zariadenia, nie je chladený, nútene vetraný, ani vlhčený/odvlhčovaný.

Polyfunkčný dom má 4 typické prevádzky a to prevádzka potravín a pošty na 1. NP; administratívna a spoločenská (kultúrna) časť a prevádzka kuchyne na poschodí 2. V tepelne neupravovanom suteréne sa nachádza technická časť objektu.

Úžitková podlahová plocha je 1238 m². Celková energeticky vzťažná plocha je 1054 m². Objem budovy s upravovaným vnútorným prostredím je 4723,5 m³ a objemový faktor tvaru budovy je 0,43 m²/m³. Prevažujúci typ budovy je definovaný ako budova pre obchodné účely. Budova nie je v pamiatkovej rezervácii ani samotný objekt nie je pamiatka.



Obrázok 6.1 Južný pohľad na polyfunkčný dom

7 GEOMETRICÉ PARAMETRE PRE VÝPOČET

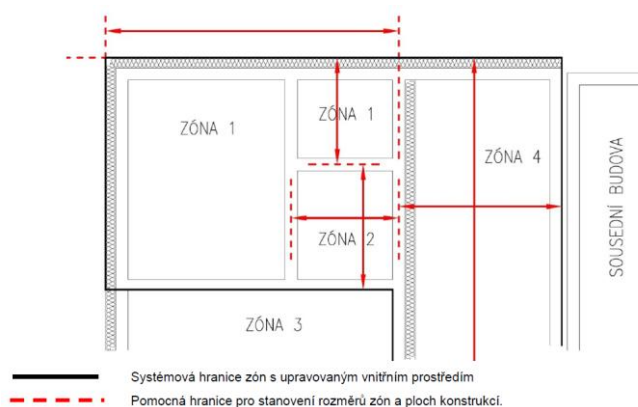
7.1 Zónovanie budovy

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

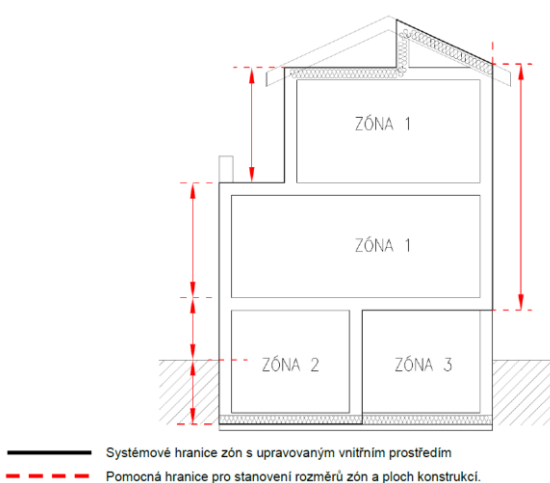
Zónovanie je nástroj slúžiaci k združovaniu jednotlivých priestorov budovy, ktoré majú vzájomne podobné typické užívanie, technické systémy a stavebné riešenie, do zjednodušených geometrických celkov. Spotreby energie všetkých zón stanovujú celkové množstvo dodanej energie do objektu.

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

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



Obrázok 7.1 Pravidlá pre stanovenie horizontálnych rozmerov [N.1]



Obrázok 7.2 Pravidlá pre stanovenie vertikálnych rozmerov [N.1]

7.2 Základný popis zóny

Rozdelenie objektu na zóny bolo vyhotovené podľa pravidiel ČSN EN 73 0331-1 2020 (Príloha D) [N.1].

7.2.1 Zóna 1 – Suterén

Zóna suterénu je nevykurovaný priestor - nemá požiadavky na vykurovanie ani chladenie. Zóna je prirodzene vetraná. Vonkajšia plocha suterénu je 135,0 m².

V zóne sa nachádza kotolňa a skladovacie priestory. Suterén zaberá celý priestor podzemného podlažia. Suterén je z väčšej časti priľahlý k zemine. Má vlastný samostatný vstup z juhovýchodnej strany objektu.

7.2.2 Zóna 2 – Prevádzka potravín a pošty

Zóna je z väčšej časti užívaná ako priestory pre obchodné účely – predajná plocha. Potraviny a pošta sú počas prevádzky vykurované na 20 °C. Mimo prevádzkovej doby je vykurovanie stlmené na 18 °C. Zóna nie je chladená a je prirodzene vetraná. Energeticky vzťažná plocha je 505,7 m².

Zóna 2 tvorí celé 1. NP polyfunkčného domu. Prevažnú časť tvorí predajná plocha potravín. V severnej časti zóny sa nachádzajú sklady potravín, hygienické zázemie pre zamestnancov a šatne. Na západnej strane je umiestnená prevádzka pošty so samostatným vstupom.

7.2.3 Zóna 3 – Kultúrny dom

Zóna je zadaná ako výstavný priestor. Priestory sú vykurované na 20 °C a v hodinách mimo prevádzky je vykurovanie stlmené na 18 °C. Zóna nie je chladená ani nútene vetraná. Energeticky vzťažná plocha je 282,4 m².

Zóna je umiestnená v 2.NP. Priestory kultúrneho domu sú tvorené pódium, tanečnou sálou a komunikačným priestorom. Vstup je zabezpečený cez administratívnu časť budovy. Celý priestor sa nachádza na južnej strane objektu, čo zabezpečuje vysoké tepelné zisky.

7.2.4 Zóna 4 – Kuchyňa

Užívanie kuchyne je definované ako príprava jedál. Priestor je vykurovaný na 20 °C. Mimo prevádzky je stlmené vykurovanie na 16 °C. Zóna nie je chladená ani nútene vetraná. Energeticky vzťažná plocha 4. zóny je 92,20 m².

Kuchyňa je situovaná v severnej časti 2. NP. V zóne je umiestnená prípravovňa jedál s kuchyňou, sklad potravín a kancelária. Zóna má vysoké tepelné zisky so spotrebičov pre prípravu jedla.

7.2.5 Zóna 5 – Obecný úrad

Obecný úrad je užívateľsky definovaný ako administratívna budova s oddelenými kancelárskymi priestormi. Zóna je počas prevádzky vykurovaná na 20 °C a mimo prevádzky je vykurovanie stlmené na 18 °C. Zóna nie je chladená a je prirodzene vetraná. Celková energeticky vzťažná plocha zóny je 173,5 m².

Administratíva je umiestnená na 2. NP v západnej časti a je tvorená z troch častí. Komuni-kačná časť s hlavným vstupom, hygienické zázemie pre 2. NP a kancelárie obecného úradu.

Tabuľka 7.1 - Súhrn informácií o zónach

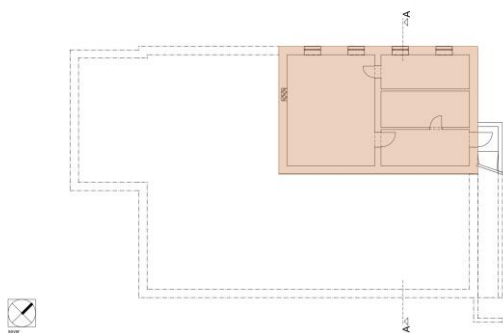
Číslo zóny	Názov zóny	Priemerná svetlá výška zóny	Energeticky vzťažná plocha	Vnútoraná návrhová teplota	Vonkajšia návrhová teplota	Prevádzková doba	Vnútoraná tepelá kapacita zóny	Vykurovaná	Chladená	Nútene vetraná
		[m]	[m ²]	[C°]	[C°]	[h]	[kJ/(m ² .K)]			
1	Suterén	2,95	135,00	-	-15	-	260	Nie	Nie	Nie
2	Prevádzka potravín a pošty	3,35	528,46	20		8 - 21		Áno	Nie	Nie
3	Kultúrny dom	4,20	294,71	20		10 - 20		Áno	Nie	Nie
4	Kuchyňa	3,20	97,70	20		6 - 15		Áno	Nie	Nie
5	Obecný úrad	3,50	183,03	20		7 - 18		Áno	Nie	Nie

7.3 Schémy zónovania polyfunkčného domu

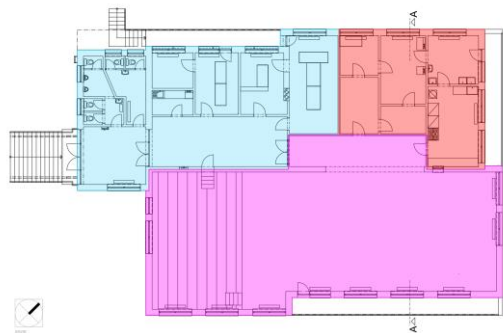
Na obrázkoch nižšie je znázornené rozdelenie objektu do zón.

Tabuľka 7.2 - Legenda schém zónovania

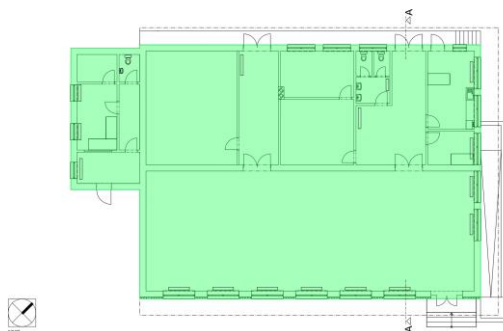
- Zóna 1 - Suterén
- Zóna 2 - Prevádzka potravín a pošty
- Zóna 3 - Kultúrny dom
- Zóna 4 - Kuchyňa
- Zóna 5 - Obecný úrad



Obrázok 7.3 Schéma - 1. PP



Obrázok 7.5 Schéma - 2. NP



Obrázok 7.4 Schéma - 1. NP



Obrázok 7.6 Schéma - Rez

8 STAVEBNÉ RIEŠENIE A TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI

8.1 Súčasný stav konštrukcií

Základové konštrukcie

Polyfunkčný dom je založený na železobetónových základových pásoch, ležiacich pod zvislými nosnými konštrukciami. V prvom nadzemnom podlaží základy dosahujú nezamrznú hĺbku (1000 mm) a v suteréne majú základové pásy hĺbku 800 mm. Základové pásy nie sú po obvode tepelne zaizolované.

Zvislé nosné konštrukcie

Zvislé nosné konštrukcie sú tvorené obvodovými a vnútornými nosnými stenami, ktoré sú vymurované priečne dierovanými CDM tehľami. Obvodové konštrukcie sú 450 mm hrubé. Z interiérovej strany sú konštrukcie stien povrchovo upravené vápenno cementovou omietkou a z exteriéru cementovou omietkou. Obvodové konštrukcie nie sú tepelne izolované.

Juhovýchodná obvodová stena v 1. nadzemnom podlaží bola v minulosti zrekonštruovaná a tepelne zaizolovaná. Boli použité EPS tepelnoizolačné dosky hr. 100 mm.

Vodorovné nosné konštrukcie

Podlahové konštrukcie

Skladby podlahových konštrukcií sú bez tepelne izolačných materiálov. Nosná konštrukcia ležiaca na teréne je tvorená železobetónovou základovou doskou, ktorá je izolovaná proti podzemnej vode a vlhkosti izolačnými asfaltovými pásmi. Pochôdznu vrstvu tvorí kameninová dlažba.

Stropná konštrukcia

Nosnú vrstvu medzi suterénom a prízemným podlažím tvorí monolitická železobetónová konštrukcia. Skladba podlahy je totožná s podlahovými konštrukciami. Strop nie je zateplený. Nosná konštrukcia stropu medzi 1. NP a 2. NP je tvorená dutinovými predpätými panelmi Spiroll hrúbky 250 mm.

Strešná konštrukcia

Nosnými prvkami strešnej konštrukcie sú priehradové oceľové väzníky, ktoré sú uložené na zvislých nosných konštrukciách. Vyrovnávajúca vrstva strešnej konštrukcie je tvorená predpätými panelmi Spiroll hr. 250 mm. Na streche bola vyhotovená nová tepelne izolačná vrstva hr. 50 mm z EPS izolačných dosiek a hydroizolácia z SBS asfaltových modifikovaných pásov. Z interiérovej strany je pod väzníkmi nainštalovaný pohľad.

Výplne okenných a dverných otvorov

Výplne otvorov na objekte tvoria netesné, jednoduché kovové okná s dvojsklom a dvere s čírim jednosklom (tepelne netesné).

Obalové konštrukcie z exteriérovej strany sú v zlom stave, vid'. obrázky 3.1 a 3.2. Je nutné zrekonštruovať a obnoviť obálku budovy.



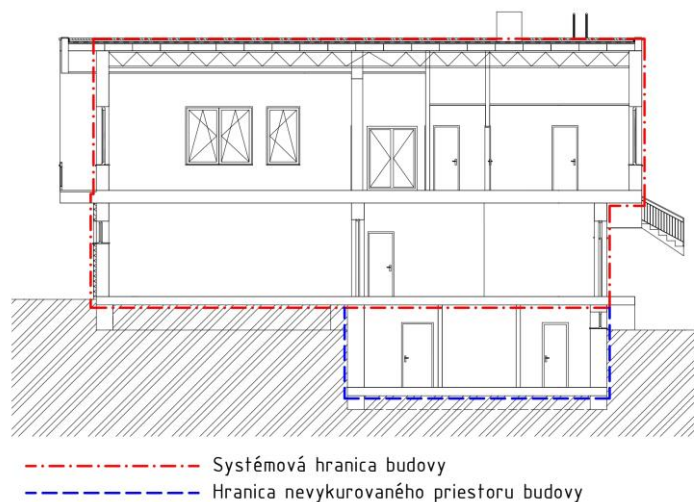
Obrázok 8.1 Zlý stav zvislých nosných konštrukcií a konštrukcie lodžie



Obrázok 8.2 Zlý stav lodžiových podhládov

8.2 Tepelne technické vlastnosti obalových konštrukcií

Systémová hranica budovy je znázornená nižšie na obrázku 3.1.



Obrázok 8.3 Systémová hranica budovy

8.2.1 Súčiniteľ prestupu tepla obalových konštrukcií

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

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

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

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

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

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

kde,

d_j je hrúbka j-tej vrstvy konštrukcie v m;

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

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

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

8.2.2 Výpočet súčiniteľa prestupu tepla – súčasný stav

Súčasný stav konštrukcií

Tabuľka 8.1 Obvodová stena S01 - súčasný stav

S01 - Obvodová stena v styku so zemou						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i ($m^2.K/W$)		
S01	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	R_{si} ($m^2.K/W$)	0,13
	Tehly CDm 14	0,375	0,73	0,514	ΣR_i ($m^2.K/W$)	0,54
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_{se} ($m^2.K/W$)	0
					R_T	0,67
			ΣR_i	0,54	U ($W/m^2.K$)	1,49
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c ($W/m^2.K$)	1,586

Tabuľka 8.2 Obvodová stena S02 - súčasný stav

S02 - Obvodová stena prifahlá k vonkajšiemu priestoru						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i ($m^2.K/W$)		
S02	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_{si} ($m^2.K/W$)	0,13
	Tehly CDm 14	0,375	0,73	0,514	ΣR_i ($m^2.K/W$)	0,55
	Cementová omietka	0,02	1,16	0,017	R_{se} ($m^2.K/W$)	0,04
					R_T	0,72
			ΣR_i	0,55	U ($W/m^2.K$)	1,40
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c ($W/m^2.K$)	1,496

Tabuľka 8.3 Obvodová stena S02 - súčasný stav

S03 - Obvodová stena čiastočne zateplená, prifahlá k vonkajšiemu priestoru						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i ($m^2.K/W$)		
S03	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_{si} ($m^2.K/W$)	0,13
	Tehly CDm 14	0,375	0,73	0,514	ΣR_i ($m^2.K/W$)	2,77
	Tepelná izolácia z EPS	0,1	0,045	2,222	R_{se} ($m^2.K/W$)	0,04
	Cementová omietka	0,02	1,16	0,017	R_T	2,94
			ΣR_i	2,77	U ($W/m^2.K$)	0,34
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c ($W/m^2.K$)	0,440

Tabuľka 8.4 Podlaha na teréne PO1 - súčasný stav

PO1 - Podlaha na teréne v 1.PP						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
PO1	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	ΣR_i (m ² .K/W)	0,14
					R_{se} (m ² .K/W)	0
					R_T	0,31
			ΣR_i	0,14	U (W/m².K)	3,27
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c (W/m².K)	3,365

Tabuľka 8.5 Podlaha na teréne PO2 - súčasný stav

PO2 - Podlaha na teréne v 1.NP						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
PO2	Kameninová dlažba	0,1	3	0,033	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	ΣR_i (m ² .K/W)	0,17
	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	R_{se} (m ² .K/W)	0
					R_T	0,34
			ΣR_i	0,17	U (W/m².K)	2,94
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c (W/m².K)	3,045

Tabuľka 8.6 Podlahová konštrukcia nad exteriérom PO3 - súčasný stav

PO3 - Podlahová konštrukcia nad exteriérom						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
PO3	Kameninová dlažba	0,1	3	0,033		
	Betónová mazanina	0,12	1,23	0,098	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Predpäté stropné panely Spiroll	0,25	1,2	0,208	ΣR_i (m ² .K/W)	0,36
	Cementová omietka	0,02	1,16	0,017	R_{se} (m ² .K/W)	0,04
					R_T	0,57
			ΣR_i	0,36	U (W/m².K)	1,77
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c (W/m².K)	1,865

Tabuľka 8.7 Strešná konštrukcia ST1 - súčasný stav

ST1 - Strešná konštrukcia						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
ST1	SBS Asf. modifikovaný pás	0,003	0,21	0,014	R_{si} (m ² .K/W)	0,1
	Tepelná izolácia z EPS	0,05	0,037	1,351	ΣR_i (m ² .K/W)	1,57
	Predpäté stropné panely Spiroll	0,25	1,2	0,208	R_{se} (m ² .K/W)	0,04
					R_T	1,71
			ΣR_i	1,57	U (W/m².K)	0,58
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_c (W/m².K)	0,683

Tabuľka 8.8 Stropná konštrukcia medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom STR1 – súčasný stav

STR1 - Stropná konštrukcia medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
STR1	Kameninová dlažba	0,1	3	0,033		
	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	SBS Asf. modifikovaný pás	0,003	0,21	0,014	ΣR_i (m ² .K/W)	0,28
	Železobetónová doska	0,15	1,58	0,095	R_{se} (m ² .K/W)	0,17
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_T	0,62
			ΣR_i	0,28	U (W/m².K)	1,61
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U (W/m².K)	1,714

Súčasný stav výplní otvorov

Súčiniteľ prestupu tepla výplní otvorov má hodnotu 3,9 W/(m².K) pri okenných výplniach a 5,65 W/(m².K) pri dverných výplniach. Výplne otvorov sú pôvodné, kovové a tepelne netesné.

Návrhové hodnoty súčiniteľa prestupu tepla konštrukciami a výplňami otvorov vychádzajú z ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3 : Navrhované hodnoty veličín; účinná od 12/2005 [N.3].

8.2.3 Posúdenie s normou – súčasný stav

Tabuľka nižšie zobrazuje porovnanie súčiniteľa prestupu tepla konštrukcií a výplní otvorov súčasného stavu objektu s normovými hodnotami (požadované, doporučené a doporučené hodnoty pre pasívne budovy), ktoré vychádzajú z ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požiadavky; účinná od 11/2011 [N.2].

Konštrukcia alebo prvok je vyhovujúci ak $U_c < U_{N,20}$.

Tabuľka 8.9 Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c – súčasný stav

Konš.	Výpočtová hodnota	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pre pasívny domy	Posúdenie
	U_c (W/m ² .K)	$U_{N,20}$ (W/m ² .K)	$U_{rec,20}$ (W/m ² .K)	$U_{pas,20}$ (W/m ² .K)	(vyhovuje / nevyhovuje)
SO1	1,586	-	-	-	Bez požiadavky
SO2	1,496	0,3	0,25	0,18-0,12	NEVYHOVUJE
SO3	0,440	0,3	0,25	0,18-0,12	NEVYHOVUJE
PO1	3,365	-	-	-	Bez požiadavky
PO2	3,045	0,45	0,30	0,22-0,15	NEVYHOVUJE
PO3	1,865	0,24	0,16	0,15-0,10	NEVYHOVUJE
ST1	0,683	0,24	0,16	0,15-0,10	NEVYHOVUJE
STR1	1,714	0,60	0,40	0,30-0,20	NEVYHOVUJE
Okná	3,900	1,50	1,20	0,80-0,60	NEVYHOVUJE
Dvere	5,650	1,70	1,20	0,90	NEVYHOVUJE

Z posúdenia vyplýva, že je nutné tepelne technicky optimalizovať všetky prvky a konštrukcie na objekty, aby dosiahli požadované, prípadne doporučené hodnoty.

9 ŠPECIFIKÁCIA TECHNICKÝCH SYSTÉMOV

9.1 Vykurovanie

Zdroj tepla

Zdrojom tepla boli 2 plynové kotle s jednostupňovým horákom vo vyhotovení B. Štandardné stacionárne plynové kotle majú maximálny tepelný výkon 65 kW. Sezónna účinnosť

výroby tepelnej energie zdroja je 83 %. Zemný plyn, ako elektronositeľ pre vykurovanie je do objektu dopravovaný verejnou plynovodnou sieťou.



Obrázok 9.1 Štandardný stacionárny plynový kotol s jednostupňovým horákom

V súčasnom stave funguje polyfunkčný dom v núdzovom stave vykurovania. Z pôvodných 2 plynových zariadení je v prevádzke a funkčnom stave iba jeden plynový kotol. V bakalárskej práci som nebral do úvahy núdzový stav a výpočty počítajú s 2 plynovými zariadeniami.

Vykurovacía sústava

Sústava rozvodu v kotolni je zastaralá a neefektívna na dnešné pomery. Potrubie nie je dostatočne izolované a je na viacerých miestach skorodované. Na sústave sa nachádzajú staré neefektívne armatúry a minimálne regulačné prvky. Cirkulácia vykurovacej vody je zabezpečená starými obehovými čerpadlami.



Obrázok 9.2 Obehové čerpadlá vykurovacej vody



Obrázok 9.3 rozvody v kotolni

Sústava vykurovacích telies pozostáva z ocelových rozvodov. Vykurovací systém je riešený ako dvojtrubkový. V celom objekte sa nachádzajú článkové ocelové vykurovacie telesá. Telesá sú vybavené priamymi regulačnými ventilmi. Telesá a rozvody sú vo funkčnom stave.



Obrázok 9.4 Článkové ocelové vykurovacie telesá

9.2 Príprava teplej vody

Zásobník TV plynových kotlov

Vetva TV_{sys1} distribuuje teplú vodu do zóny 2 (Potraviny a pošta) a zóny 5 (obecný úrad). Teplá voda (TV) je ohrievaná v zásobníku nepriamo, pomocou výmenníku od plynových kotlov. Zásobník je umiestnený v suteréne. Objem zásobníku je 150 l a nie je dostatočne zaizolovaný. Potrubie TV je čiastočne izolované. Sústava TV zabezpečuje stálu cirkuláciu pomocou cirkulačného čerpadla.

Elektrokotol so zásobníkom TV

V 4. zóne (Kuchyňa) sa nachádza samostatná vetva TV_{sys2}. Teplá voda je ohrievaná v zásobníkovom ohrievači s priamym ohrevom pomocou elektrického vykurovacieho telesa s výkonom 2,2 kW. Zásobník TV má objem 120 l, je dostatočne zaizolovaný. Na sústave sa nenachádza cirkulácia.



Obrázok 9.5 elektrokotol so zásobníkom TV

9.3 Umelé osvetlenie

Polyfunkčný dom je umelo osvetlený halogénovými žiarovkami. Osvetlenie nie je regulované, aby bolo schopné využívať prirodzené svetlo. Systém ovládania v celom objekte je decentralizovaný. Spôsob ovládania je bez automatickej detekcie osôb, pomocou ovládačov Z/V.

9.4 Vzduchotechnika, chladenie a úprava vlhkosti

V objekte nie sú inštalované žiadne systémy chladenia alebo úpravy vlhkosti. V objekte sa nenachádza systém umelého vetrania. Jediný vetracím systémom sú zariadenia odvodu spalín - digestory z kuchyne vo 4. zóne. Tento systém pracuje podtlakovo pomocou ovládača Z/V.

9.5 Spotrebiče energie

Polyfunkčný dom slúži na chod rôznych prevádzok. V celom objekte sa tak nachádzajú rozdielne druhy spotrebičov. Prevádzka potravín je energeticky náročná pre udržanie potravín v požadovanom stave. Nachádzajú sa tu chladiace a mraziace zariadenia. V kuchyni sú umiestnené spotrebiče pre prípravu a skladovanie jedla; a v sále je ozvučenie a osvetlenie pre kultúrne akcie. Všetky kancelárske priestory sú vybavené výpočtovou technikou, tlačiarňami a inými spotrebičmi administratívy.

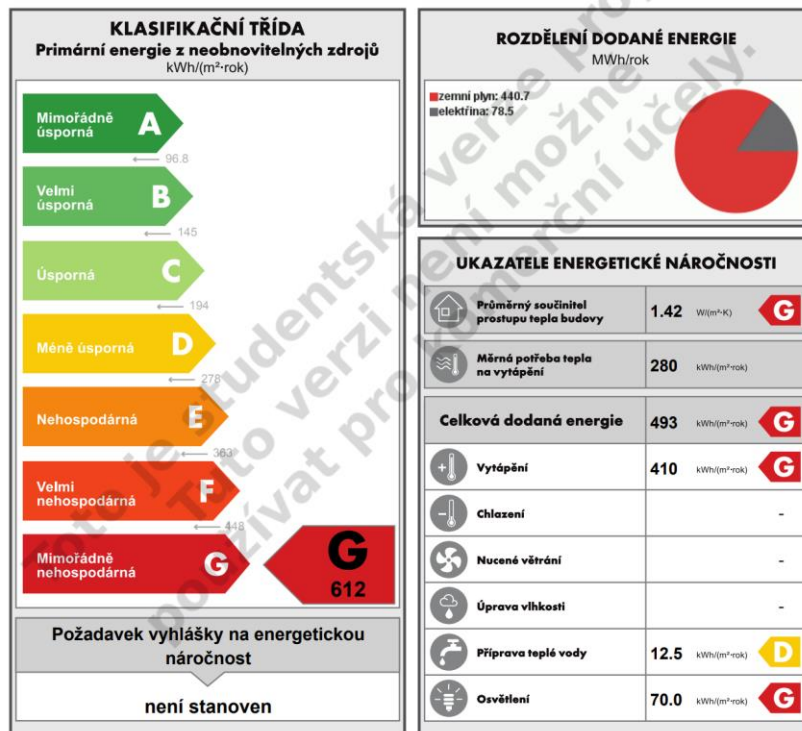


Obrázok 9.6 elektrospotrebiče v kuchyni na prípravu jedál

10 ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTRIEB A TOKOV BUDOVY

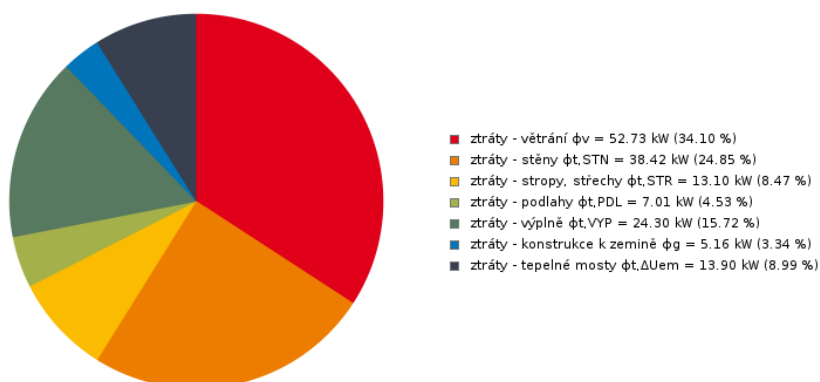
V tejto kapitole sa zaoberám analýzou aktuálnej spotreby energie celého polyfunkčného domu. Dáta spomenuté nižšie boli získané výpočtom preukazu energetickej náročnosti budovy (PENB). Výpočet bol vyhotovený pomocou softvéru DEKSOFT – Energetika. Výpočet PENB preukázal, že stavba je v zlom energetickom stave. Klasifikačná trieda budovy spadá do triedy G - mimoriadne nehospodárne. Všetky ukazovatele energetickej náročnosti, ako napríklad priemerný súčiniteľ prestupu tepla ($1,42 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), celková dodaná energia vykurovania a osvetlenia vychádzajú do mimoriadne nehospodárnej triedy. Jediným

parametrom, ktorý sa nenachádza v triede G je príprava TV, avšak nedosahuje triedu C a je mierne neúsporná – triedy D.



Obrázok 10.1 RENB - súčasný stav

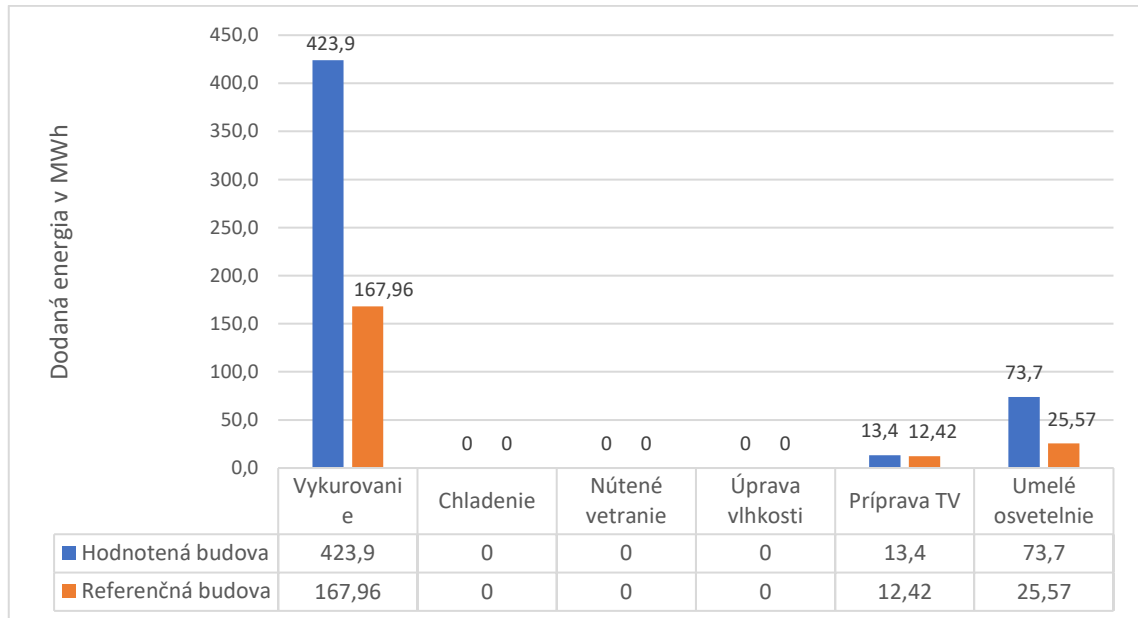
Nasledujúci graf vyobrazuje tepelné straty prestupom konštrukcií a vetraním. Ako si môžeme všimnúť až 34,10 % strát tvoria straty vetraním. Viac ako polovicu strát tvorí prestup konštrukciami a to 56,91 %. Najväčšie straty prestupom konštrukcií tvoria steny (24,85 %) a výplne otvorov (15,72 %). Z tohto grafu je tiež zrejmé, že veľká časť tepla nám uniká nedokonalosťami konštrukcií a špecifickým tvarom objektu, tvoriace približne 9 % strát.



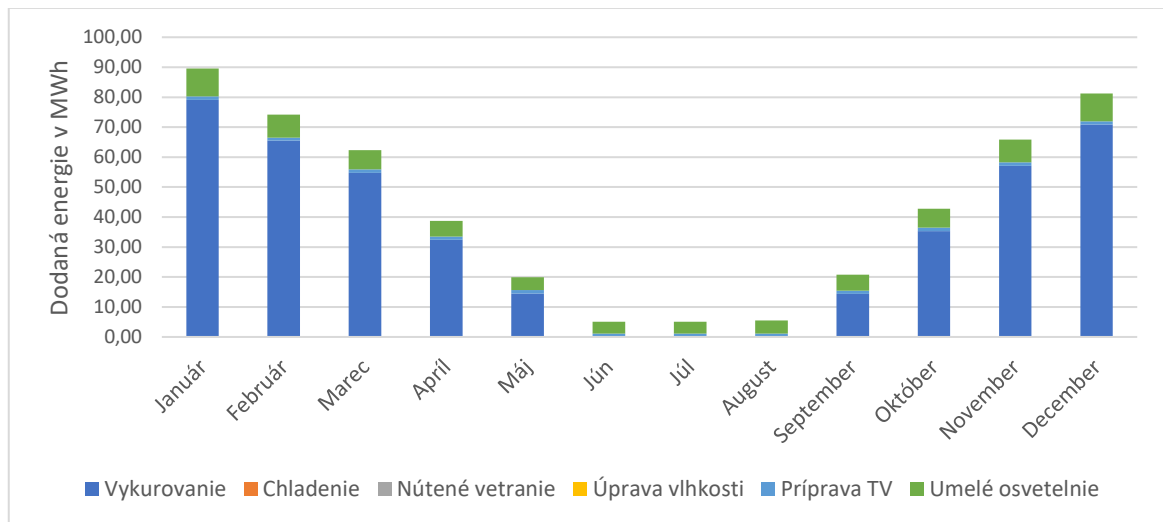
Graf 10.1 Tepelné straty prestupom konštrukcií a vetraním

Graf 10.2 znázorňuje spotreby energií pre systémy TZB po celý rok. Najväčšie množstvo energie je spotrebované systémom vykurovania (82,95 %). Umelé osvetlenie spotrebuje 73,7 MWh/rok a príprava teplej vody 13,4 MWh/rok.

Hodnoty spotreby budovy sú až 2,5 krát väčšie ako určuje referenčná budova. Najväčší nepomer má umelé osvetlenie, ktoré je až 3 násobne neúspornejšie. Pri vykurovaní zas musíme spotrebu energie znížiť až o 256 MWh/rok, aby sme sa dostali k požadovaným hodnotám.



Graf 10.2 Ročná spotreba dodanej energie pre systémy TZB

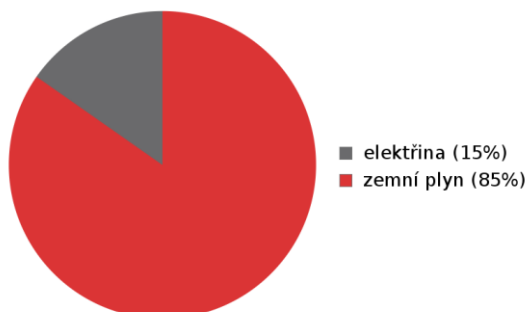


Graf 10.3 Mesačná spotreba dodanej energie pre systémy TZB

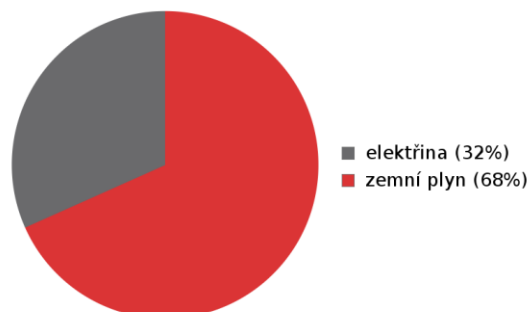
Objekt využíva dva druhy energonositeľov a to zemný plyn a elektrickú energiu. Zemný plyn sa využíva na vykurovanie celého objektu a z väčšej časti aj ohrevu teplej vody, to zapríčiňuje, že až 85 % (441 MWh/rok) z dodanej energie je práve z tohto energonositeľa. Elektrická energia sa využíva pre ohrev teplej vody v TV_{sys}1 a na chod halogénových žiaroviek. Ročná spotreba elektrickej energie je 78,7 MWh/rok, čo tvorí 15 % z celkovej dodanej energie.

Na obrázku 10.5 je znázornený podiel elektrickej energie a zemného plynu, ako primárnej energie. Elektrická energia je 2,6 násobne zvýšená voči dodanej energii, podľa faktoru primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov. Zemný plyn sa podľa faktoru primárnej energie

z neobnoviteľných zdrojov násobne nezvyšuje. Podiel elektriny voči zemnému plynu je pri primárnej energii nižší. Množstvo dodaného zemného plynu je totožné 441 MWh/rok (68 %). Dodaná elektrická energia je zvýšená na 205 MWh/rok (32 %).



Graf 10.4 Podiel celkovej dodanej energie podľa energonositeľov



Graf 10.5 Podiel primárnej energie podľa energonositeľov

Fotodokumentácia (viď. Kapitoly 3 Stavebné riešenie a tepelne technické vlastnosti a 4 Špecifikácia technických systémov) a obhliadka objektu preukázali nutnosť rekonštrukcie a obnovy obálky budovy a kotolne, nielen z energetického hľadiska, ale aj z hľadiska funkčnosti a efektívnosti konštrukcií a zariadení.

Systém rozvodov v kotolni je zastaralý a neefektívny. Potrubia nie sú dostatočne zaizolované. Jeden zo zdrojov tepla je nefunkčný, a preto je v súčasnosti vykurovanie objektu a čiastočná výroba teplej vody v núdzovom stave. Rekonštrukcia kotolne je vysoko odporúčaná.

Obálka budovy sa skladá z netesných výplní otvorov a neizolovaných konštrukcií. Okná a dvere sú v zlom stave. Exteriérové úpravy obálky budovy sa rozpadajú od poveternostných vplyvov. Rekonštrukcia je zo stavebného hľadiska odporúčaná.

11 NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATRENÍ

Z predchádzajúcich kapitol je zrejmé, že budova je mimoriadne nevhodná. Preto je potrebné navrhnuť také opatrenia, ktoré budú podľa analýzy najadresnejšie.

11.1 Tepelne technické vlastnosti obalových konštrukcií

Preukaz energetickej náročnosti budovy preukázal, že až 65 % všetkých strát je zapríčinených zlou obálkou budovy (viď. Obrázok 10.1 Tepelné straty prestupom konštrukcií a vetraním). Budova nie je tepelne izolovaná (až na menšie lokálne zateplenia viď. Kapitola 8.1 Súčasný stav konštrukcií) a to spôsobuje veľké tepelné straty. Výpočet a posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c (viď. Kapitola 8.2.2 a 8.2.3), taktiež ukazujú, že ani jedna konštrukcia nevyhoví normovým požadovaným hodnotám súčiniteľa prestupu tepla $U_{N,20}$. Práve preto je najdôležitejším opatrením tepelná izolácia konštrukcií, izolácia tepelných mostov budovy a výmena výplní otvorov.

11.1.1 Výpočet hrúbky izolačnej vrstvy

Hrúbka tepelnej izolácií bola počítaná pomocou vzťahu odvodeného od výpočtu súčiniteľa prestupu tepla U . Tepelná izolácia bola navrhovaná na doporučené hodnoty a lepšie.

$$d_{TI} = \lambda_{TI} \cdot \left(\frac{1}{U_{N;rec;pas,20} - \Delta U} - R_{si} - R_{old} - R_{se} \right)$$

kde,

d_{TI} – hrúbka navrhnutej izolácie	[m]
λ_{dTI} – Návrhový súčiniteľ prestupu tepla	[W/(m.K)]
$U_{N;rec;pas,20}$ – Normová hodnota súčiniteľa prestupu tepla	[W/(m ² .K)]
ΔU – Prirážka na tepelné väzby (0,02)	[W/(m ² .K)]
R_{si} – Tepelný odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu	[(m ² .K)/W]
R_{se} – Tepelný odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu	[(m ² .K)/W]
R_{old} – Tepelný odpor pri prechode tepla konštrukciou	[(m ² .K)/W]

11.1.2 Návrh nových konštrukcií a výplní otvorov

Nové konštrukcie

Obvodové steny a podlahové konštrukcie nad exteriérom navrhujem v novom stave zaizolované minerálnou vlnou hrúbky 260 mm. Súčiniteľ prestupu tepla maximálne $\lambda = 0,037$ W/(m.K). Taktiež je potrebné vyhotoviť novú tenkovrstvú exteriérovú omietku svetlej farby. Pri podlahových konštrukciách navrhujem odstrániť pôvodnú nášlapnú vrstvu. Skladby podláh sa navýši o 160 mm EPS izolačných dosiek so súčiniteľom prestupu tepla $\lambda = 0,035$ W/(m.K). Je potrebné vyhotoviť novú vyrovnávaciu vrstvu z cementového poteru hr. 70 mm a nalepiť keramickú dlažbu.

Strešnú konštrukciu navrhujem tepelne zaizolovať drevovláknitou fúkanou izoláciou, hrúbky 300 mm so súčiniteľom prestupu tepla $\lambda = 0,040$ W/(m.K). Pri vyhotovovaní fúkanej izolácie je nutné skladbu parotesne odizolovať od exteriéru.

Tabuľka 11.1 Obvodová stena S01 - bez zmien

S01 - Obvodová stena v styku so zemou						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
S01	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	R_{si} (m ² .K/W)	0,13
	Tehly CDm 14	0,375	0,73	0,514	ΣR_j (m ² .K/W)	0,54
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_{se} (m ² .K/W)	0
					R_T	0,67
			ΣR_j	0,54	U (W/m².K)	1,49
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_e (W/m².K)	1,586

Tabuľka 11.2 Obvodová stena S03 - nový stav

S02 - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru - Nový stav						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
S02	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_{si} (m ² .K/W)	0,13
	Tehly CDm 14	0,375	0,73	0,514	ΣR_i (m ² .K/W)	7,56
	Minerálna vlna ISOVER TF Profi	0,26	0,037	7,027	R_{se} (m ² .K/W)	0,04
	Tenkovrstvá omietka Baumit	0,002	0,88	0,002	R_T	7,73
			ΣR_j	7,56	U (W/m².K)	0,13
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					U_e (W/m².K)	0,149

Tabuľka 11.3 Podlahová konštrukcia P01 - bez zmien

P01 - Podlaha na teréne v 1.PP						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
P01	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	ΣR_i (m ² .K/W)	0,14
					R_{se} (m ² .K/W)	0
					R_T	0,31
			ΣR_j	0,14	U (W/m².K)	3,27
					$\Delta U_{em,R}$	0,10
					U_e (W/m².K)	3,365

Tabuľka 11.4 Podlahová konštrukcia P02 - nový stav

P02 - Podlaha na teréne v 1.NP - Nový stav						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
P02	Kameninová dlažba	0,01	1,01	0,010		
	Cementový poter	0,07	1,16	0,060	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	EPS izolačné dosky ISOVER 150	0,16	0,035	4,571	ΣR_i (m ² .K/W)	4,78
	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	R_{se} (m ² .K/W)	0
	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	R_T	4,95
			ΣR_j	4,78	U (W/m².K)	0,20
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					U_e (W/m².K)	0,222

Tabuľka 11.5 Podlahová konštrukcia P03 - nový stav

P03 - Podlahová konštrukcia nad exteriérom - Nový stav						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
P03	Kameninová dlažba	0,1	3	0,033		
	Betónová mazanina	0,12	1,23	0,098	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Predpäté stropné panely Spiroll	0,25	1,2	0,208	ΣR_i (m ² .K/W)	7,37
	Minerálna vlna ISOVER TF Profi	0,26	0,037	7,027	R_{se} (m ² .K/W)	0,04
	Tenkovrstvá omietka Baumit	0,002	0,88	0,002	R_T	7,58
			ΣR_j	7,37	U (W/m².K)	0,13
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					U_e (W/m².K)	0,152

Tabuľka 11.6 Strešná konštrukcia ST1 - nový stav

ST1 - Strešná konštrukcia - Nový stav						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
ST1	SBS Asf. Modifikovaný pás	0,003	0,21	0,014		
	Tepelná izolácia z EPS	0,05	0,037	1,351	R_{si} (m ² .K/W)	0,1
	Predpäté stropné panely Spiroll	0,25	1,2	0,208	ΣR_i (m ² .K/W)	9,07
	STEICO zell - drevovláknitá fúkaná izo.	0,3	0,04	7,500	R_{se} (m ² .K/W)	0,04
	Parotesná izolácia - DEKSEPAR	0,00015	0,35	0,000	R_T	9,21
			ΣR_j	9,07	U (W/m².K)	0,11
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					U_e (W/m².K)	0,129

Tabuľka 11.7 Stropná konštrukcia STR1 - nový stav

STR1 - Stropná konštrukcia medzi vykurovaný a nevykurovaným priestorom - Nový stav						
Konš.	Materiál	d (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² .K/W)		
STR1	Kameninová dlažba	0,01	1,01	0,010		
	Cementový poter	0,07	1,16	0,060		
	EPS izolačné dosky ISOVER 150	0,16	0,035	4,571		
	Betónová mazanina	0,15	1,23	0,122	R_{si} (m ² .K/W)	0,17
	Asfaltový pás	0,003	0,21	0,014	ΣR_j (m ² .K/W)	4,89
	Železobetónová doska	0,15	1,58	0,095	R_{se} (m ² .K/W)	0,17
	Vápennocementová omietka	0,015	0,99	0,015	R_T	5,23
			ΣR_j	4,89	U (W/m².K)	0,19
					$\Delta U_{em,R}$	0,02
					U_c (W/m².K)	0,211

Nové výplne otvorov

Ako nové výplne otvorov bolo treba voliť okná a dvere s tepelnoizolačným trojsklom a hliníkovým izolačným rámom. Okná je potrebné dostatočne zaizolovať, aby nedochádzalo k tepelným mostom.

Novo navrhnuté okná sú navrhnuté na súčiniteľ prestupu tepla U_c v rozmedzí 0,85 – 1,20 W/(m².K).

Novo navrhnuté dvere sú navrhnuté na súčiniteľ prestupu tepla U_c v rozmedzí 0,9 – 1,20 W/(m².K).

Izolácia základových konštrukcií

Základové konštrukcie je potrebné zaizolovať, aby sme zabránili tepelnému mostu. Konštrukcie navrhujem odkopať a izolovať pomocou XPS izolačných dosiek hrúbky 80 až 100 mm, do hĺbky 0,6 metra.

Izolácia tepelných mostov

Pri stavebných prácach na zateplení je potrebné dbať na kontrolu vyhotovenia izolovaných častí, aby sme zabránili vzniku tepelných mostov.

11.1.3 Posúdenie nových konštrukcií

Tabuľka nižšie zobrazuje porovnanie súčiniteľa prestupu tepla konštrukcií a výplní otvorov súčasného stavu objektu a normových hodnôt (požadované, doporučené a doporučené hodnoty pre pasívne budovy), ktoré vychádzajú z ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky; účinná od 11/2011 [N.2].

Konštrukcia alebo prvok je vyhovujúci ak $U_c < U_{N,20}$.

Tabuľka 11.8 Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c - nový stav

Konš.	Výpočtová hodnota		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pre pasívny domy	Posúdenie
	U_c (W/m ² .K)		$U_{N,20}$ (W/m ² .K)	$U_{rec,20}$ (W/m ² .K)	$U_{pas,20}$ (W/m ² .K)	(vyhovuje/ nevyhovuje)
	Súčasný stav	Navrhovaný stav				
S01	1,586	1,586	-	-	-	Bez požiadavky
S02	1,496	0,149	0,3	0,25	0,18-0,12	VYHOVUJE
S03	0,44	-	0,3	0,25	0,18-0,12	-
P01	3,365	3,365	-	-	-	Bez požiadavky
P02	3,045	0,222	0,45	0,3	0,22-0,15	VYHOVUJE
P03	1,865	0,152	0,24	0,16	0,15-0,10	VYHOVUJE
ST1	0,683	0,129	0,24	0,16	0,15-0,10	VYHOVUJE
STR1	1,714	0,211	0,6	0,4	0,30-0,20	VYHOVUJE
Okná	3,9	0,85-1,2	1,5	1,2	0,80-0,60	VYHOVUJE
Dvere	5,65	0,9-1,2	1,7	1,2	0,9	VYHOVUJE

Nový stav konštrukcií vyhovuje normovým požiadavkám. Všetky konštrukcie dosahujú hodnotu doporučených súčiniteľov prestupu tepla. Najväčšie straty tvorili prestupy stenami a strešnou konštrukciou, práve preto sú tieto konštrukcie zateplené na hodnoty pasívneho domu.

Výplne otvorov dosahujú doporučené hodnoty súčiniteľa prestupu tepla.

11.2 Umelé osvetlenie

Analýza súčasného stavu objektu poukázala na neúmernú spotrebu energie umelým osvetlením, voči referenčnej budove (viď. Graf 5.2 Ročná spotreba dodanej energie pre systémy TZB). Hodnotená budova spotrebuje až trojnásobok elektrickej energie ako normová referenčná budova. Práve preto je dôležité, aby bolo umelé osvetlenie v plnej miere vymenené za energeticky menej náročnú variantu.

V celom objekte je nutné vymeniť halogénové svietidlá za nové LED svietidlá. Pri svietidlách je dôležité, aby boli splnené podmienky na osvetlenie jednotlivých prevádzok. Ovládanie, reguláciu a rozvody sústavy osvetlenia nie je nutné obnovovať.

11.3 Vzduchotechnika a rekuperácia

Tretím dôležitým opatrením je inštalácia vzduchotechnickej (VZT) sústavy so spätným získavaním tepla. Prevádzky polyfunkčného domu vyžadujú veľké objemy vnútorného vzduchu (vysoké svetlé výšky sály v 2.NP a prevádzka potravín) a častejšie výmeny vzduchu (kuchyňa). Tieto faktory spôsobujú, že pri prirodzenom vetraní prichádzame o veľké množstvo tepla v zimnom období.



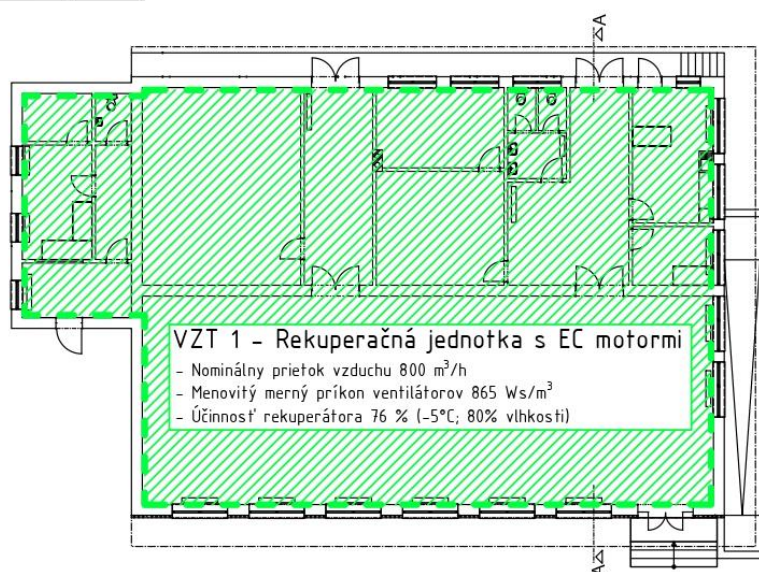
Obrázok 11.1 Navrhnuté podstropné rekuperačné jednotky s EC motorom

Návrh VZT rekuperačnej jednotky

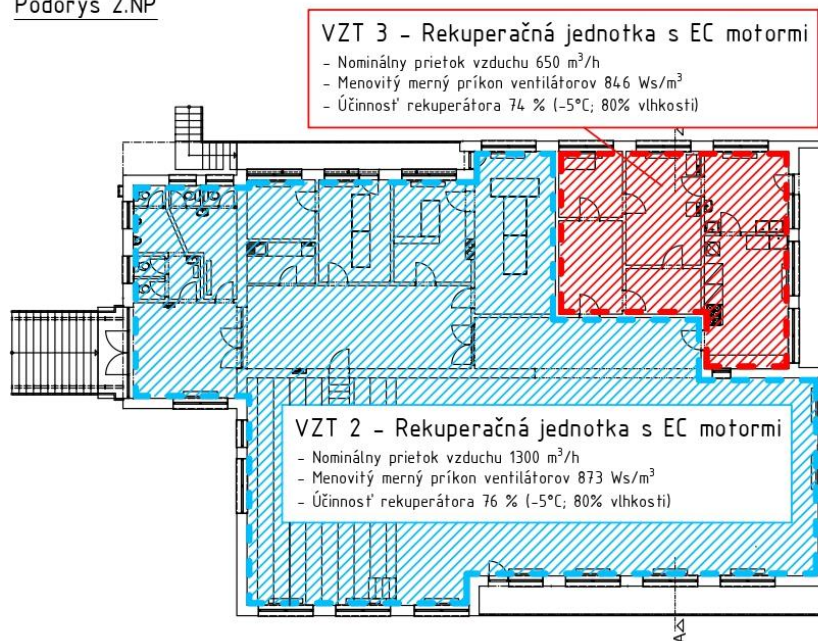
V polyfunkčnom dome som navrhol 3 podstropné rekuperačné jednotky s EC motorom. Rekuperačné jednotky pracujú s nominálnym prietokom vzduchu do 1300 m³/h a sú regulované pomocou EC motorov s 10-stupňovými otáčkami. Rekuperácia obsahuje doskové protiprúdy entalpický výmenník s teplotnou účinnosťou do 76 %. Trieda filtrácie G3 a F9 na prívodnej strane a G3 na strane odvodu.

Rekuperácia je navrhnutá na rovnotlaké vetranie. VZT jednotka neohrieva ani nechladí vnútorné prostredie. Jednotky budú umiestnené v podhladoch a vzduch bude rozvádzaný pomocou plastových potrubí k stropným vyustkám.

Pôdorys 1.NP



Obrázok 11.2 Schéma prevádzky VZT jednotky č. 1



Obrázok 11.3 Schéma prevádzky VZT jednotky č. 2 a 3

11.4 Tepelné čerpadlo

Doporučujem vymeniť štandardné plynové kotle za nové tepelné čerpadlo (TČ) zem/voda so zvislými zemnými výmenníkmi (vrtmi). Znížením tepelných strát objektu (zhotovením návrhov z kapitoly 11.1 a 11.3) je možné tepelné čerpadlo napojiť na pôvodnú vykurovaciu sústavu s nízko teplotným tepelným TČ v teplotnom spáde S5/W45. Tepelné čerpadlo bude slúžiť taktiež na ohrev teplej vody (55 °C). Výmena a rekonštrukcia rozvodov a zariadení je doporučená aj z dôvodu zlého stavu kotolne.

Návrh tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo (TČ) bolo navrhnuté na tepelné straty 34 kW, po vyhotovení optimalizácií z kapitoly 11.1 a 11.3. Čerpadlo je prevádzkované ako monovalentný zdroj tepla a je vo vyhotovení zem/voda so zvislými vrtmi. TČ zem/voda som volil z dôvodu vyššej účinnosti. Vykurovací faktor tepelného čerpadla pri teplote v zemnom okruhu 5 °C a výstupnej teplote 45 °C naberá hodnoty COP = 4,05.

Výkonové parametre ⁵							
Teplota nemrznoucí směsi v zemním okruhu	Výstupní teplota	Výkon [kW]		Příkon [kW]		Topný faktor [-]	
		KM417EP	KM417EP	KM417EP	KM417EP	KM417EP	KM417EP
5 °C	35 °C	19,25	19,25	3,83	3,83	5,02	5,02
	45 °C	18,42	18,42	4,55	4,55	4,05	4,05
	55 °C	18,16	18,16	5,37	5,37	3,38	3,38
0 °C	35 °C	16,24	16,24	3,72	3,72	4,36	4,36
	45 °C	16,14	16,14	4,47	4,47	3,61	3,61
	55 °C	15,87	15,87	5,17	5,17	3,07	3,07
-5 °C	45 °C	14,05	14,05	4,40	4,40	3,19	3,19

Obrázok 11.4 Výkonové parametre TČ Regulus EcoPart 435

Návrh zemného kolektoru

Parcela, na ktorej leží posudzovaný objekt nedovoľuje vyhotovenie plošného kolektoru. Práve z tohto dôvodu navrhujem realizovať zvislé vrty, na získavanie hlbinného tepla. Veľkosť a počet zemných vrtov som stanovil podľa nasledujúceho vzťahu, ktorý vychádza z merného výkonu získavania tepla.

$$h = \frac{Q_{CH}}{q_z}$$

kde,

h je potrebná dĺžka zemného kolektoru [m]

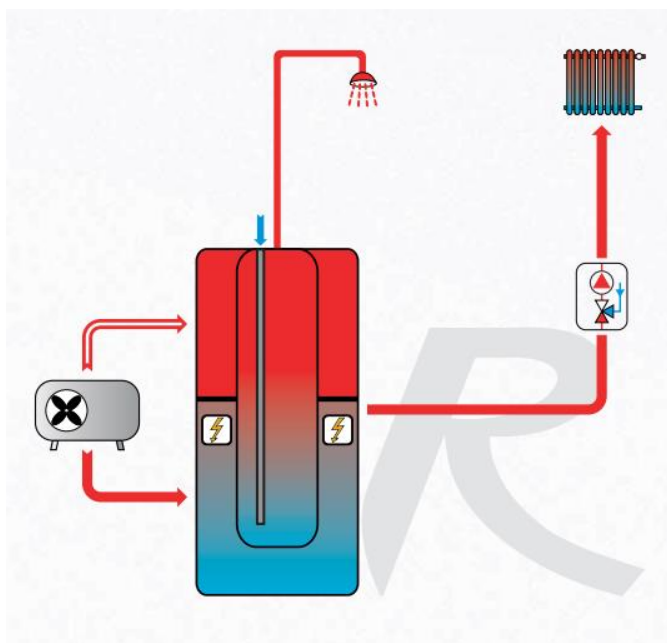
Q_{CH} je chladiaci výkon tepelného čerpadla [W]

q_z je merný výkon získavania tepla z podlažia [W/m]

Dĺžka zemného kolektoru, pri chladiacom výkone tepelného čerpadla 27,74 kW a získavaní tepla zo zeme 50-60 W/m, sa rovná 460 - 550 m. Na vyhotovenie zemného kolektoru dĺžky 510 m je potrebné navrtáť až 6 zemných vrtov s dĺžkou 85 m.

Návrh akumuláčnej nádrže

Pre sústavu vykurovania s tepelným čerpadlom som navrhol vyrovnávajúcu nádrž. Zvolil som kombinovanú akumuláčnú nádrž s prípravou TV vo vnorenom zásobníku z nerezovej oceli. Medzi vykurovacou vodou pre sústavu vykurovania a vodou pre ohrev teplej vody sa nachádza tesný deliaci plech. Deliaci plech dovoľuje tepelnému čerpadlu oddelený ohrev pre vykurovanie a prípravu teplej vody, viď obrázok 11.6. Celkový objem nádrže je 559 l, z toho 174 l objem zásobníku TV a 385 l objem vykurovacej vody.



Obrázok 11.5 Zjednodušená schéma zapojenia prvkov v sústave vykurovania pre systémy Regulus

V prílohe [P5] Schéma kotolne – nový stav sa nachádza podrobná schéma zapojenia kotolne s tepelným čerpadlom a akumuláčnou nádržou.

11.5 Fotovoltaické panely

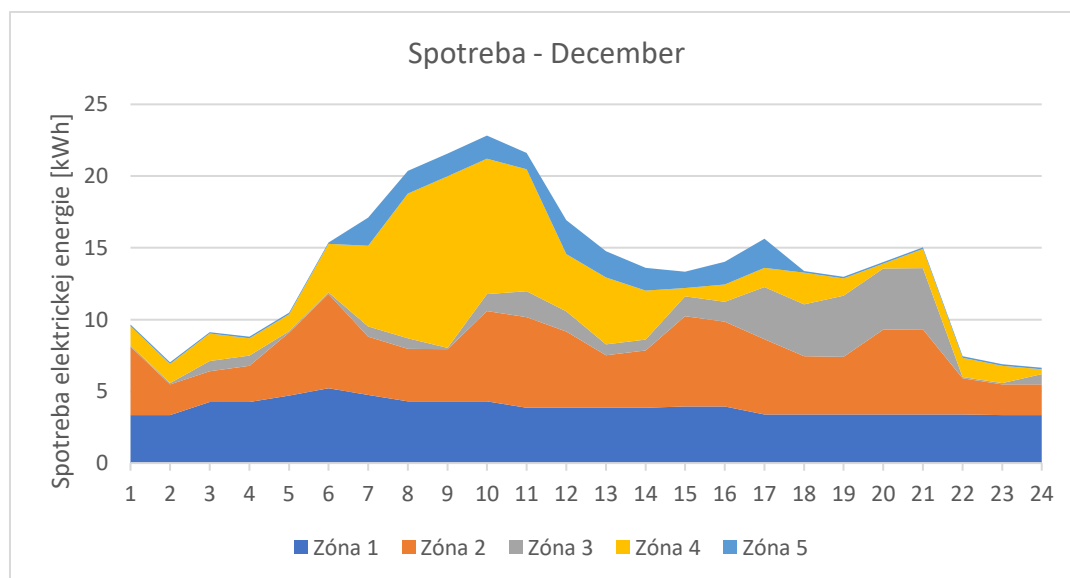
Opatrenia 11.3 vzduchotechnika a 11.4 tepelné čerpadlo znížia energetické potreby budovy. Avšak technológia vykurovania a prípravy TV nebudú využívať zemný plyn, a tak vytvárajú novú potrebu využívania elektrickej energie. Polyfunkčný dom je náročný na spotrebu elektrickej energie pre plynulý chod prevádzok (viď. kapitola 4.5 Spotrebiče energie).

Práve z vyššie spomenutých dôvodov, navrhujem využitie fotovotaických (FV) panelov pre výrobu elektrickej energie. Fotovoltaické panely je možné osadiť na plochú strechu, kde budú orientované na juhovýchodnú až juhozápadnú svetovú stranu, bez zatienenia inými budovami a vyšším vegetačným porastom.

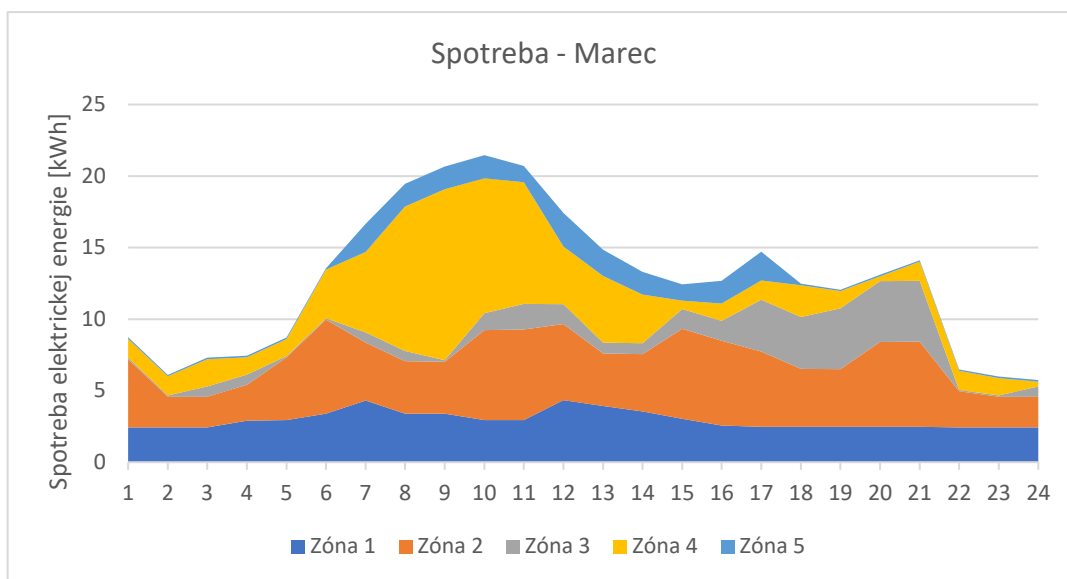
Spotreba elektrickej energie

Vypočítal som si teoretické spotreby elektrickej energie, pre jednotlivé prevádzky (zóny) budovy. Spotreby energie pre systémy TZB (vykurovanie, umelé osvetlenie, vzduchotechnika a príprava TV) vychádzajú z výpočtového programu DEKSOFT - Energetika. Spotreby energií spotrebičmi pre chod prevádzok boli navrhnuté podľa charakteristických vlastností zóny a osobnej prehliadky (doba prevádzky, profil užívania, zariadenia v prevádzke).

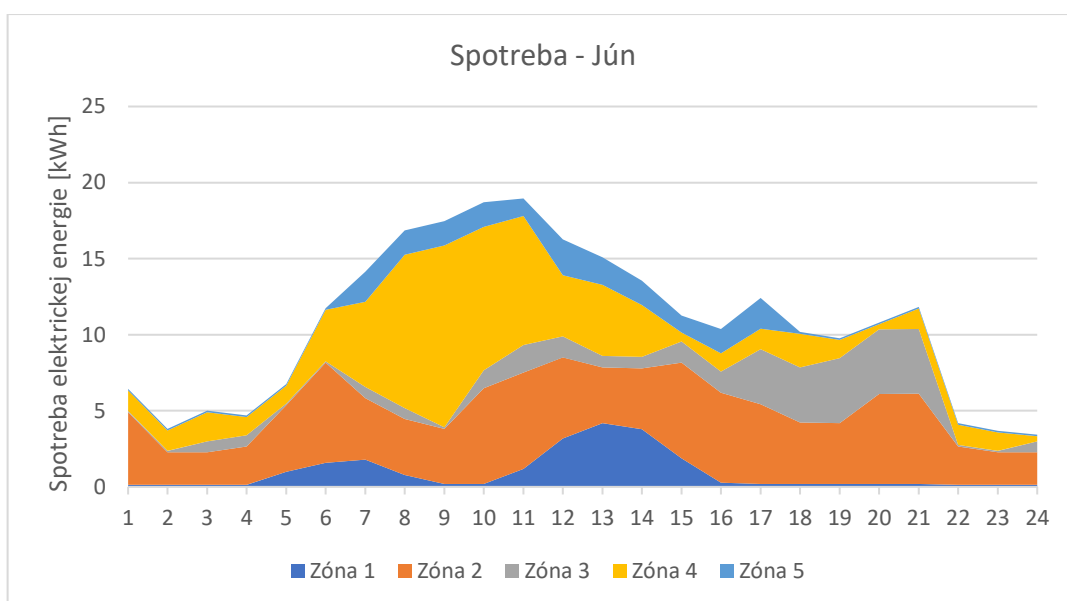
Grafy 11.1 až 11.3 zobrazujú dennú spotrebu elektrickej energie v jednotlivých zónach pre vybrané mesiace December, Marec a Jún. Spotreba energie na vykurovanie je zahrnutá v zóne 1, z toho dôvodu je viditeľné, že v letných mesiacoch (Jún) je spotreba 1. zóny minimálna. V priemere konštantná spotreba vo všetkých mesiacoch v roku je v Zóne 2 (prevádzka potravín a pošty), kde sa nachádzajú chladiace a mraziace zariadenia, pre udržovanie kvality potravín. V zóne 3 – Kultúrny dom a zóne 4 – Kuchyňa je energetická špička, podľa typickej prevádzky zóny. Administratívna časť (zóna 5) má najnižšiu spotrebu energie.



Graf 11.1 Spotreba elektrickej energie zón – December



Graf 11.2 Spotreby elektrickej energie zón – Marec



Graf 11.3 Spotreba elektrickej energie zón – Jún

Výpočet a návrh fotovoltaických panelov

Plochá strecha dovoľuje osadenie na všetky svetové strany bez tienenia. Panely som navrhol na juhovýchodnú a juhozápadnú stranu. Dôvodom je lepšie pokrytie počas celého dňa. Sklon FV panelov som volil 45°, pre lepšie zisky v zimných mesiacoch. Na juhovýchodnú stranu som navrhol 35 ks panelov a na juhozápadnú 25 ks monokryštalických FV panelov s účinnou plochou $A_{\text{pan}} = 1,71 \text{ m}^2$ a deklarovaná účinnosť panelov od výrobcu je $\eta_{\text{ref}} = 0,206$.

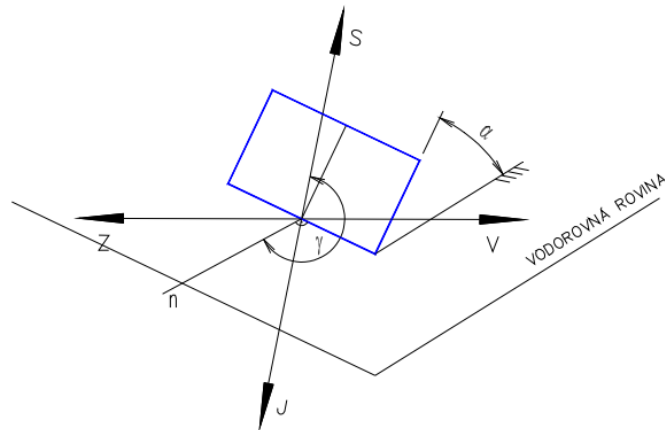
Výpočet výkonu prebiehal pomocou nasledujúcich vzorcov [5]:

Uhol medzi normálov oslneného povrchu a smerom lúča θ

$$\cos\theta = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \gamma)$$

kde,

- θ je uhol medzi normálov povrchu a smerom slnečných lúčov [°]
- h je výška slnka nad horizontom k určitej svetovej strane [°]
- α je uhol plochy s vodorovnou rovinou, vzatý na strane obrátenej od slnka (Obr. 6.7) [°]
- γ je azimut uhla normály steny, vzatý od smeru sever po smer otáčania hodinových ručičiek (Obr. 6.7) [°]



Obrázok 11.6 Orientácie plochy

Intenzita priamej slnečnej radiácie dopadajúca na orientovanú plochu

$$I_{DS} = I_0 \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] \cdot \cos \theta$$

kde,

I_{DS} je intenzita priamej slnečnej radiácie dopadajúca na orientovanú plochu [W/m²]

I_0 je slnečná konštanta $I_0 = 1350$ [W/m²]

z je súčiniteľ znečistenia atmosféry (zima = 3; jar/jeseň = 4; leto = 5) [-]

Intenzita difúznej slnečnej radiácie

$$I_{dif} = \left[1350 - I_{DS} - (1080 - 1,4 \cdot I_{DS}) \cdot \left(\sin \frac{\alpha}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{\sin h}{3}$$

kde,

I_{dif} je intenzita difúznej radiácie

Výpočet teploty vonkajšieho vzduchu

$$t_e = t_{e \max} - A[1 - \sin(15\tau - 135)]$$

kde,

t_e je teplota vonkajšieho vzduchu [°C]

A je amplitúda kolísania teplôt vonkajšieho vzduchu; (7-12) [K]

τ je slnečný čas [h]

$t_{e \max}$ je maximálna teplota v príslušnom mesiaci [°C]

Prepočet účinnosti FV panelov

$$\eta_{FV,t} = \eta_{ref} \cdot \left[1 + \frac{\gamma}{100} \cdot (t_e - t_{ref}) \right]$$

kde,

$\eta_{FV,t}$ je prepočítaná účinnosť FV panelov v závislosti na teplote [-]

t_{ref} je referenčná hodnota teploty FV (25) [°C]

η_{ref} je referenčná hodnota účinnosti pre skúšobné normové podmienky (1000 W/m² a 25 °C) [-]

γ je teplotný súčiniteľ výkonu [%/K]

Výkon panelov

$$P = A_{pan} \cdot \eta_{FV,t} \cdot G$$

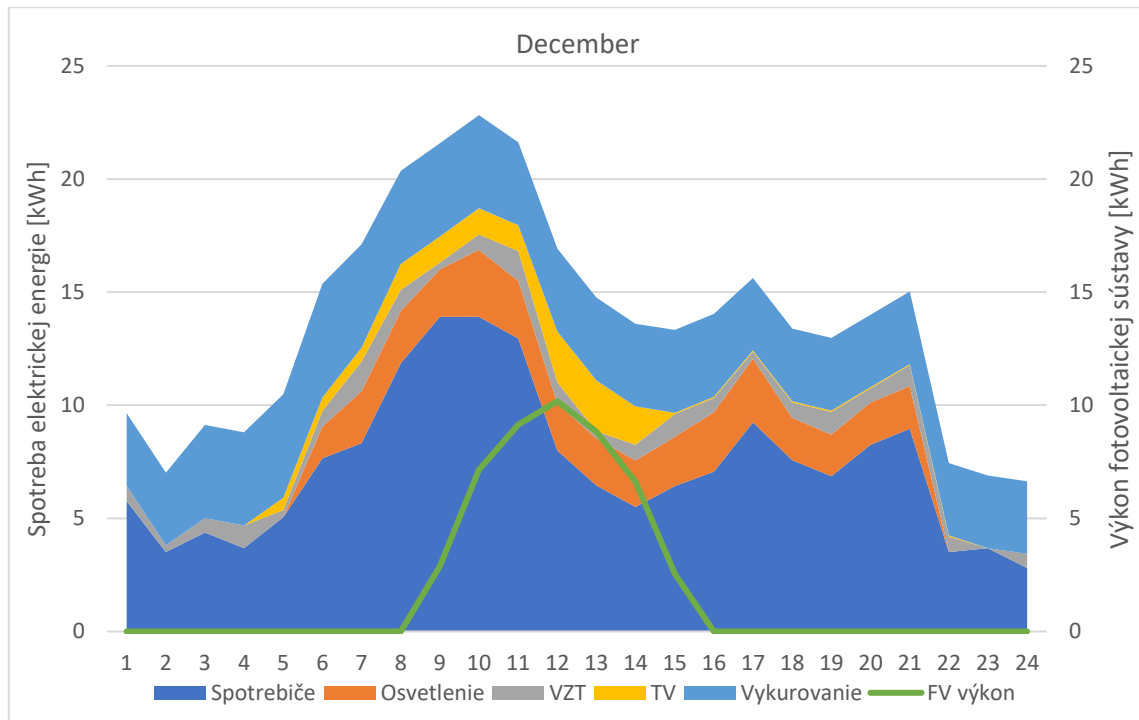
kde,

P je výkon panelov [kWh]

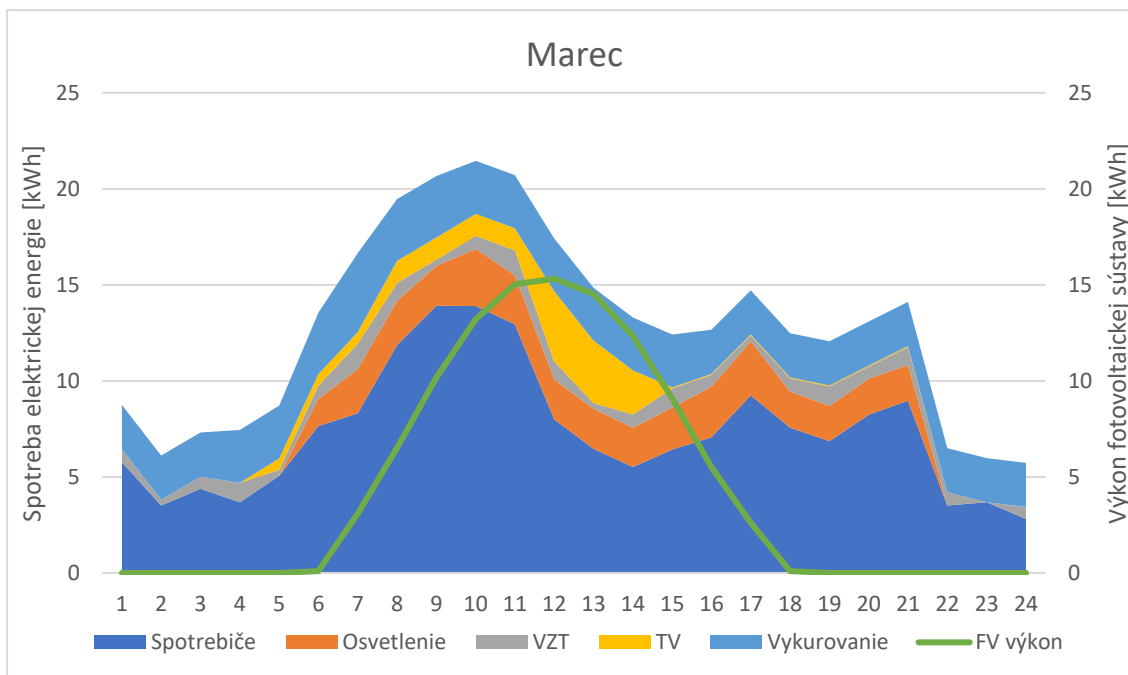
A_{pan} je plocha panelov [m²]

G je hodnota dopadajúcej solárnej energie na meter štvorcový panelu ($G = I_{GS} + I_{dif}$) [W/m²]

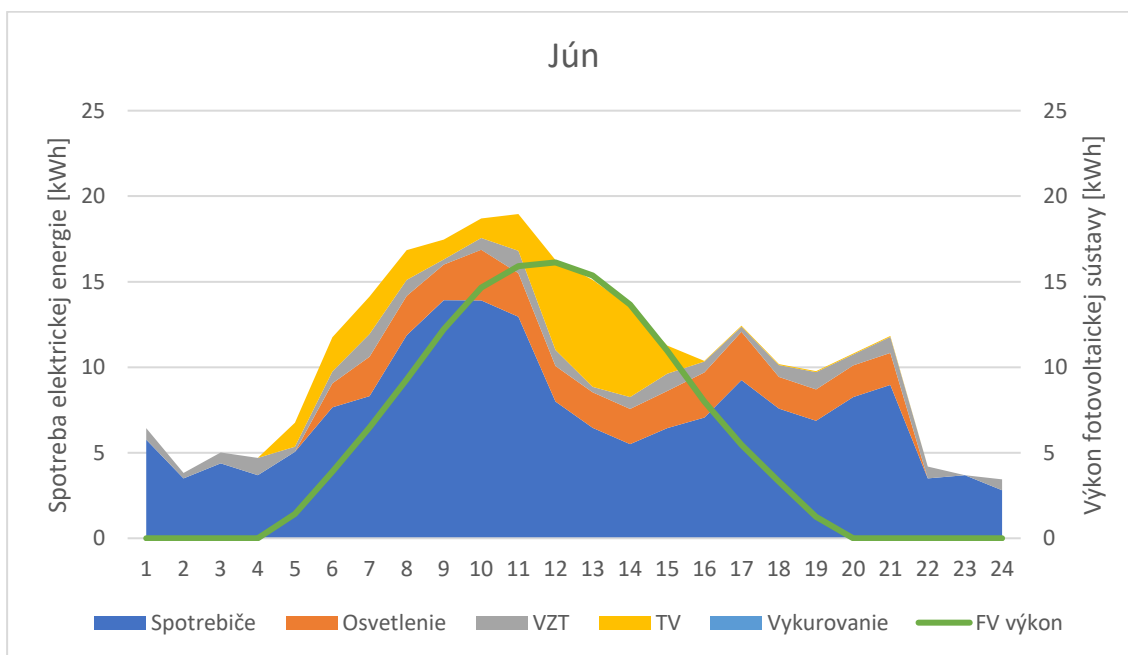
FV panely som navrhoval na jarnú a jesennú (mesiace Marec a September) spotrebu elektrickej energie. Moja snaha bola, aby výroba FV nepresahovala spotreby v letných mesiacoch. Ako je viditeľné na grafoch, nižšie prebytky elektrickej energie sú v lete ukladané do akumuláčnych nádrží pomocou elektrických vykurovacích telies s maximálnym výkonom 2 kW.



Graf 11.4 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov - December



Graf 11.5 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov - Marec



Graf 11.6 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov – Jún

Tabuľka 11.9 Pokrytie výroby elektrickej energie FV panelmi za deň vo vybraných mesiacoch

		December	Marec	Jún
Výrova	[kWh/den]	47,35	107,60	138,01
Spotreba	[kWh/den]	328,62	306,14	257,40
Pokrytie	[%]	14,4	35,1	53,6

Schéma zapojenia fotovoltaických panelov do elektrickej sústavy objektu a schéma rozmiestnenia panelov na streche vid'. Príloha [P6 a P7].

12 ANALÝZA ÚSPORNÝCH OPATRENÍ

Kapitola sa bude zaoberať analýzou opatrení spomenutých v kapitole 6. Návrh úsporných opatrení. Tri varianty opatrení medzi sebou porovnáme z energetického a ekonomického pohľadu. Všetky dáta pre analýzu úsporných opatrení sú získané pomocou softwaru DEKSOFT – Energetika.

Z úsporných opatrení boli vyhotovené 3 varianty, ktoré znižujú energetickú náročnosť budovy.

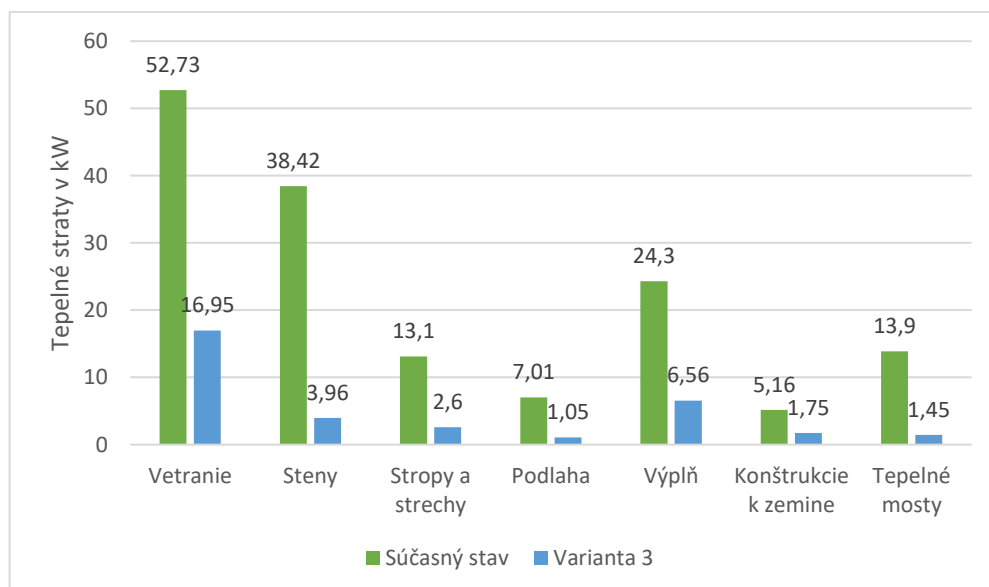
Tabuľka 12.1 Prehľad variant úsporných opatrení

Poradové číslo varianty	Úsporné opatrenia					
	Zateplenie	Výmena výplní otvorov	Umelé osvetlenie	Vetrание a rekuperácia	Tepelné čerpadlo	Fotovoltaické panely
1	x	x	x			
2	x	x	x	x		
3	x	x	x	x	x	x

12.1 Energetické porovnanie

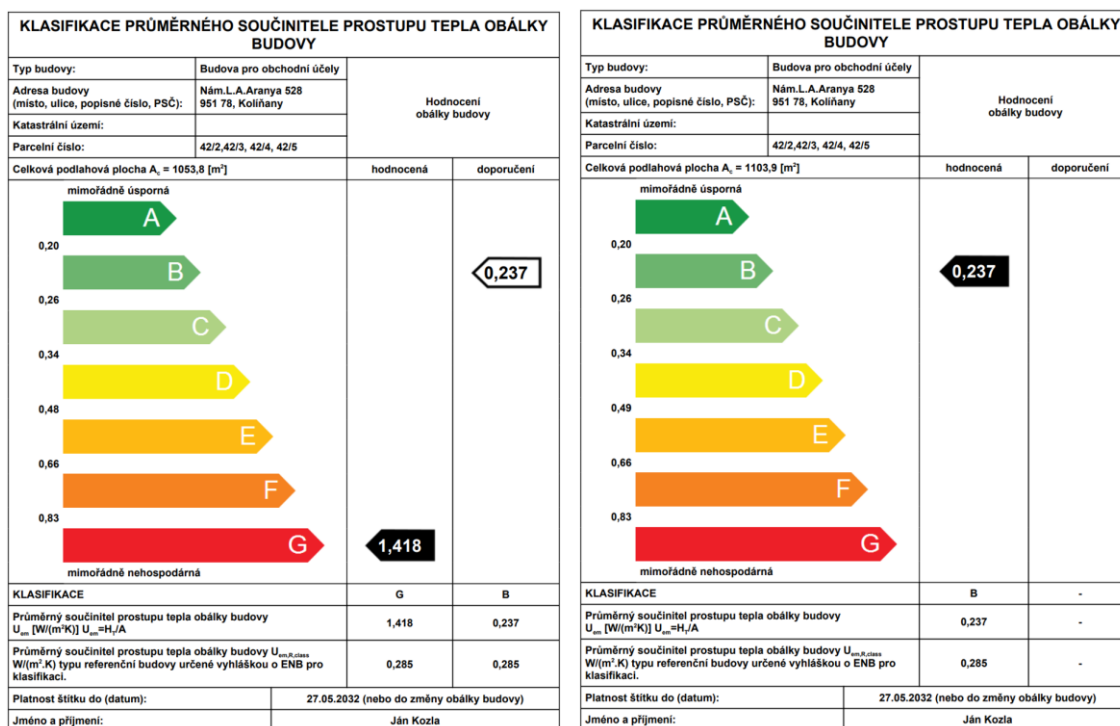
Porovnanie tepelných strát prestupom konštrukcií a vetraním

Zateplením konštrukcií, výmenou okien a dverí a inštaláciou rekuperačnej jednotky sa tepelné straty znížili až 4,5 násobne. Najväčší pokles nastal pri izolácii stien a tepelných mostov, kde sa hodnota strát dostala na 10% hodnotu starého stavu. Vysoký pokles je zaznamenaný aj pri streche, keďže bola zaizolovaná na hodnoty pre pasívny dom a podlahách, ktoré sa k hodnotám pre pasívne domy približujú (viď. Tabuľka 11.8 Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c - nový stav). Úsporným opatrením v kapitole 11.3 Vzduchotechnika a rekuperácia, sme dosiahli až trojnásobný pokles úniku tepla pomocou rekuperácie a núteného vetrania.



Graf 12.1 Porovnanie tepelných strát prestupom a vetraním súčasného stavu a varianty 3

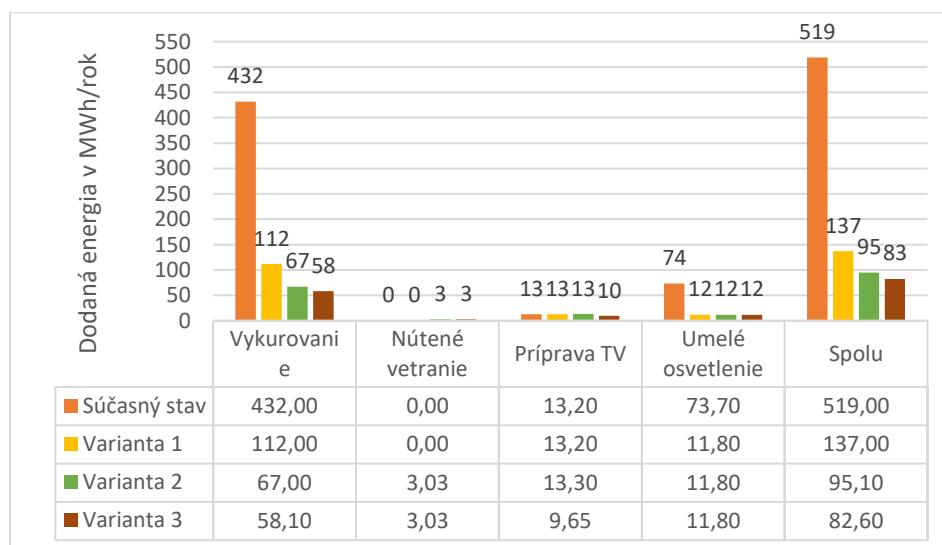
Na obrázku 12.1 je viditeľné, že Obálka budovy bola opatreniami zlepšená z triedy G – Mimo-riadne nevhodná na triedu B – Veľmi úsporná. Trieda B sa pri starom stave považovala za doporučenú hodnotu. Túto hodnotu sa zateplením podarilo dosiahnuť.



Obrázok 12.1 Priemerný súčiniteľ prestupu tepla obálky budovy súčasný stav (vľavo) a varianty 3 (vpravo)

Dodaná energia pre systémy TZB

Opatrenia boli navrhnuté tak, aby sa znížilo množstvo dodanej energie. K zníženiu množstva dodanej energie prišlo v každej variante, najzásadnejšie pri zateplení budovy vo variante 1. Výmena svietidiel za nové LED osvetlenie zníži spotrebu elektrickej energie zo 74 MWh/rok na 12 MWh/rok, čo je zníženie o 84%. Potreba energie na vykurovanie sa znižovala s každým opatrením. Rozdiel medzi pôvodným stavom a variantov 3 je o 7,4 násobok. Návrh VZT zariadenia vytvorilo novú potrebu na nútené vetranie 3,03 MWh na rok.

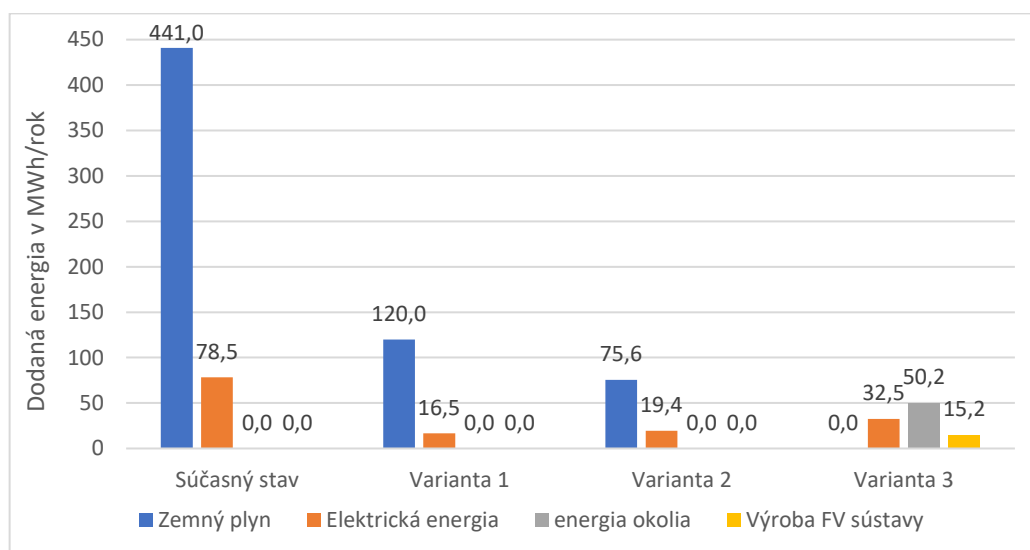


Graf 12.2 Dodaná energia pre systémy TZB, porovnanie variant so súčasným stavom

Celková dodaná energia podľa energonositeľov

Spotreba zemného plynu v objekte je v súčasnom stave veľmi vysoká. Práve prvé dve varianty opatrení mali za úlohu znížiť spotrebu nielen spotreby zemného plynu ale aj elektrickej energie. Ako je viditeľné na grafe 12.3 Celková dodaná energia podľa energonositeľov, množstvo spotreby zemného plynu pokleslo. Pokles zapríčinila obnova obálky budovy a inštalácia rekuperácie.

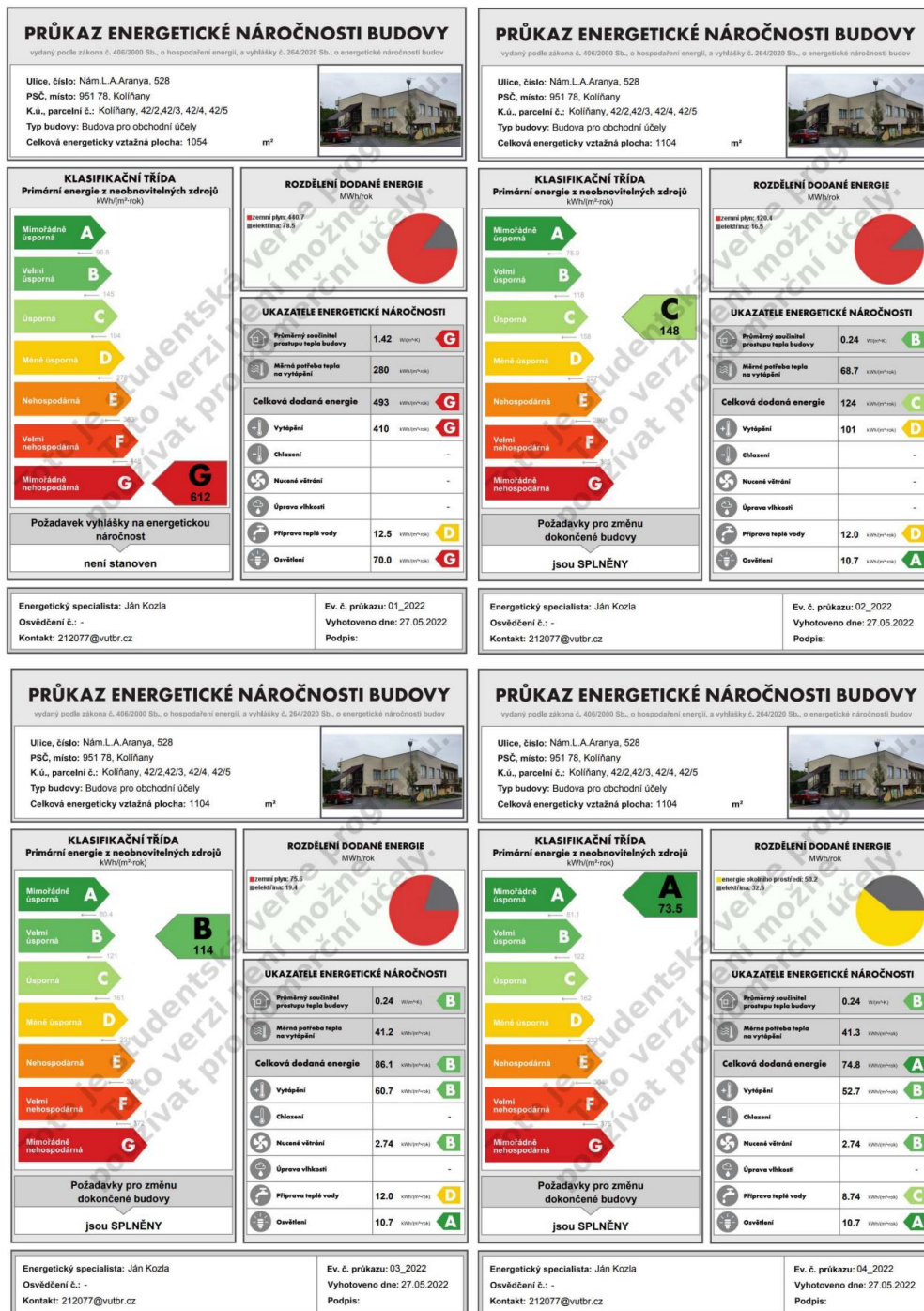
Opatrenia vyhotovené vo variante 3 (TČ a FV) boli navrhnuté z dôvodu odpojenia objektu od zemného plynu a zabráneniu radikálneho zvýšenia spotreby elektrickej energie. Práve s týmito opatreniami som dosiahol využívanie obnoviteľných zdrojov zo slnka a okolitého prostredia (zeme) a pritom som radikálne nenavýšil odber elektrickej energie zo siete.



Graf 12.3 Celková dodaná energia podľa energonositeľov

Ako už z analýzy vyplýva všetky opatrenia viedli k zníženiu energetickej náročnosti budovy. Posledný navrhovaný variant dokonca využíva z väčšej časti energiu z obnoviteľných zdrojov ako zo zdrojov neobnoviteľných.

Energetická optimalizácia pomocou jednotlivých variant je zobrazená v nasledujúcich preukazoch energetickej náročnosti budov. Varianty postupne znižovali klasifikačnú triedu z pôvodnej triedy G až na triedu A – Mimoriadne úspornú.



Obrázok 12.2 Preukazy energetickej náročnosti budovy

12.2 Ekonomické porovnanie

Cena investícií

Cena jednotlivých opatrení vychádza z reálnych cien zariadení a percentuálnych cien rozvodov pre TZB. Ceny stavebných materiálov a prác vychádzajú z priemerných cien na m². Ceny za ročnú údržbu a životnosti opatrení vychádzajú z ČSN EN 15459-1 Energetická náročnosť – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách - Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14; účinná od 05/2018 [N.5].

Tabuľka 12.1 Investícia úsporných opatrení a ich životnosť

Opatrenie	Cena opatrenia	Cena údržby	Životnosť
	[Kč]	[Kč/rok]	[rok]
Zateplenie a výmena výplní otvorov	4 943 000,00 Kč	11 600,00 Kč	40
Umelé osvetlenie	117 000,00 Kč	1 200,00 Kč	30
Vzduchotechnika	1 124 760,00 Kč	45 000,00 Kč	20
Tepelné čerpadlo	1 340 000,00 Kč	21 800,00 Kč	25
Fotovoltaické panely	892 000,00 Kč	5 455,00 Kč	25

Návratnosť variant

Ceny energií vychádzajú z priemeru aktuálnych cien za marec (březen) 2022 (cena energií v roku 2022 má rastovú tendenciu). Ceny energonositeľov boli získané z portálu TZB-info. [24,25]

Tabuľka 12.2 Ročná úspora financií z vyhotoveného opatrenia

	Cena zemného plynu	Cena elektrickej energie	Spotreba zemného plynu	Spotreby elektrickej energie	Cena za ročnú spotrebu	Úspora variant voči súčasnému stavu
	[Kč/kWh]	[Kč/kWh]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[Kč/rok]	[Kč/rok]
Súčasný stav			441 000	78 500	1 348 150,00	-
Variant 1	1,9	6,5	120 000	16 500	335 250,00	1 012 900,00
Variant 2			75 600	19 400	269 740,00	1 078 410,00
Variant 2			0	24 900	161 850,00	1 186 300,00

Zo získaných úspor a požadovaných investícií na vyhotovenie variant som pomocou webového softwaru na stránkach tzb-info.cz [26], vypočítal čistú súčasnú hodnotu variant a z nej dobu návratnosti. Výsledky zobrazené nižšie vychádzajú z porovnania súčasného stavu objektu a po vyhotovení všetkých opatrení podľa variant. Výpočet je v Prílohe [8].

Tabuľka 12.3 Základné parametre investície - Varianty 1

Variant 1 - Zateplenie, výmena výplní otvorov a umelé osvetlenie	
Celková investícia	5 060 000,00 Kč
Doba životnosti	30 - 40 rokov
Ročná úspora z opatrení	383 000 kWh/rok 1 012 900,00 Kč
Ročná cena údržby	12 800,00 Kč
Inflácia	4 %
Diskont	6 %

Tabuľka 12.4 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 1

VÝSLEDKY	
NPV - čistá súčasná hodnota projektu:	16766265 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	1218051 Kč ???
Doba návratnosti:	5 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	6 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	24 % ???

Tabuľka 12.5 Základné parametry investície - Varianty 2

Variant 2 - Zateplenie, výmena výplní otvorov, umelé osvetlenie a VZT		
Celková investícia	6 184 760,00 Kč	
Doba životnosti	20 - 30 rokov	
Ročná úspora z opatrení	424 500 kWh/rok	1 078 410,00 Kč
Ročná cena údržby	57 800,00 Kč	
Inflácia	4 %	
Diskont	6 %	

Tabuľka 12.6 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 1

VÝSLEDKY	
NPV - čistá súčasná hodnota projektu:	13351129 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	1044415 Kč ???
Doba návratnosti:	6 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	7 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	20 % ???

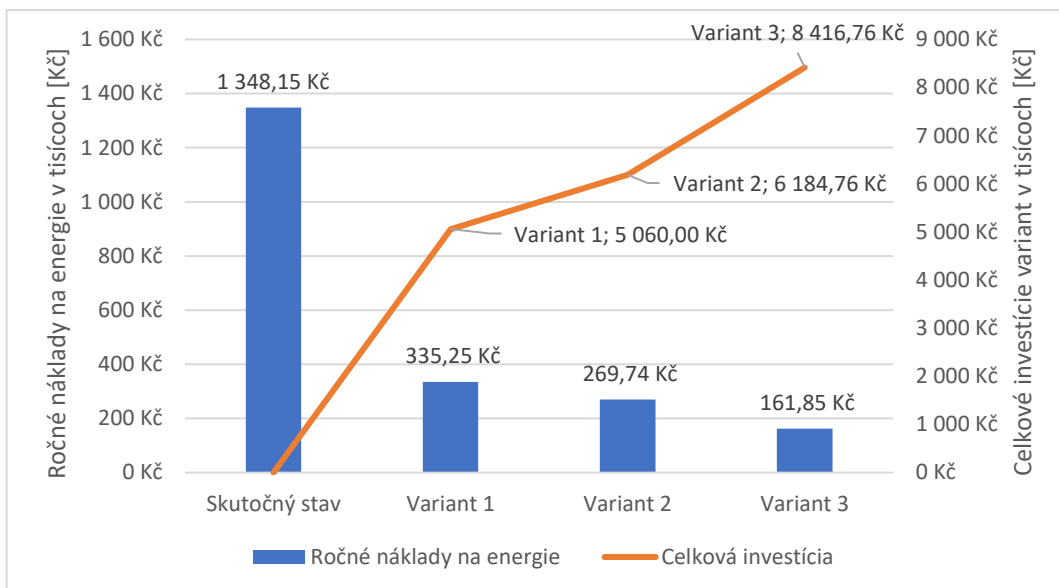
Tabuľka 12.7 Základné parametry investície - Varianty 3

Variant 3 - Zateplenie, výmena výplní otvorov, umelé osvetlenie, VZT, TČ a FV		
Celková investícia	8 416 760,00 Kč	
Doba životnosti	20 - 25 rokov	
Ročná úspora z opatrení	494 600 kWh/rok	1 186 300,00 Kč
Ročná cena údržby	82 415,00 Kč	
Inflácia	4 %	
Diskont	6 %	

Tabuľka 12.8 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 3

VÝSLEDKY	
NPV - čistá súčasná hodnota projektu:	9352894 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	815428 Kč ???
Doba návratnosti:	7 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	9 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	16 % ???

Všetky úsporné opatrenia majú čistú dobu návratnosti pod 10 rokov. Čistá súčtová hodnota všetkých variant nie je nižšia ako 0. Z toho môžeme vyhodnotiť, že navrhované varianty sú po dobu životnosti ekonomicky výnosné. Na grafe 12.4 je porovnané, celkové množstvo investície za navrhovanú variantu opatrení so znížením nákladov na energiu.



Graf 12.4 Porovnanie investície na opatrenia a ročných nákladov na energiu



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C – PROJEKT PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ján Kozla

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

C PROJEKT PENB

V tejto časti práce sú vložené preukazy energetickej náročnosti polyfunkčného domu. Vložené boli PENB súčasného stavu a Varianty 3, ktorá obsahuje všetky úsporné opatrenia. Preukazy boli zhotovené pomocou webového softvéru DEKSOFT – Energetika.

Průkaz energetické náročnosti budovy

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

Polyfunkčný objekt
Nám.L.A.Aranya 528
951 78, Kolíňany
katastrální území Kolíňany []
parc. č. 42/2,42/3, 42/4, 42/5



Energetický specialista

Ján Kozla
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

01_2022

Datum vydání

27.05.2022

Verze dokumentu

Původný stav - polyfunkčného domu Kolíňany

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

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: Nám.L.A.Aranya, 528
 PSČ, místo: 951 78, Koliňany
 K.ú., parcelní č.: Koliňany, 42/2,42/3, 42/4, 42/5
 Typ budovy: Budova pro obchodní účely
 Celková energeticky vztažná plocha: 1054 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

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



Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost

není stanoven

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ zemní plyn: 440.7
 ■ elektřina: 78.5



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	1.42 W/(m ² ·K)	G
	Měrná potřeba tepla na vytápění	280 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	493 kWh/(m²·rok)	G
	Vytápění	410 kWh/(m ² ·rok)	G
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	-	
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	12.5 kWh/(m ² ·rok)	D
	Osvětlení	70.0 kWh/(m ² ·rok)	G

Energetický specialista: Ján Kozla
 Osvědčení č.: -
 Kontakt: 212077@vutbr.cz

Ev. č. průkazu: 01_2022
 Vyhотовeno dne: 27.05.2022
 Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

A		IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	
ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY			
Obec:	Kolířany	Část obce:	
Ulice:	Nám.L.A.Aranya	Č.p / č. or. (č.ev.)	528
Katastrální území:	Kolířany	Převládající typ využití:	Budova pro obchodní účely
Parcelní číslo pozemku:	42/2,42/3, 42/4, 42/5	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:	1965	Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany
POPIS HODNOCENÉ BUDOVY			
<i>Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.</i>			
Stručný popis budovy: Polyfunkční dom sa nachádza v Slovenskej republike v obci Kolířany, v blízkosti mesta Nitra. Pre účely bakalárskej práce je predpokladané, že polyfunkčný dom je situovaný v intraviláne v okrese Brno-venkov severovýchodne od mesta Brno. Objekt má dve nadzemné podlažia a jedno podzemné podlažie. Konštrukčný systém je stenový obojsmerný, s plošnými základovými pásmi zo železobetónu. Strecha objektu je plochá, kde nosnou časťou sú priehradové oceľové väzníky a roznášaciu funkciu majú montované dutinové panely z predpätého betónu. Zvislé nosné konštrukcie sú z pálených tehál CDm priečne dierovaných. Vodorovné nosné konštrukcie sú nad 1. PP železobetónová monolitická doska a nad 1. NP montovaný strop z predpätých dutinových panelov. Objekt má pôvodné výplne otvorov. Dverné aj okenné výplne sú kovové a izolačne netesné. Objekt nie je izolačne zateplený, až na čiastočné zateplenia v 1. NP a na streche.			
Stručný popis technických systémů: Technický systém objektu je pôvodný. Ako tepelné zdroje sú využívané pôvodné kotle na plyn s akumuláčnou nádržov pre ohrev teplej vody. V 2. nadzemnom podlaží sa nachádza elektro kotol v kuchyni pre ohrev teplej vody v tejto zóne. Celá stavby je vykurovaná pomocou pôvodných liatinových otopných telies. Objek nie je chladený ani nútene vetraný. Umelé osvetlenie je zabezpečené pomocou energeticky náročných svietidiel - žiaroviek.			
GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY			
Parametr	Jednotky	Hodnota	
Objem budovy s upravovaným vnútorným prostredím	m ³	4 723,5	
Celková plocha hodnocenej obálky budovy	m ²	2 053,1	
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,43	
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	1 053,8	
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	17,6	

VÝPOČTOVÉ ZÓNY

Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.

Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m ²
			Vytápění	Chlazení		
NZ1	Zóna 1 - Suterén	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
Z2	Zóna 2 - Pevádzka potravin a pošty	Budovy pro obchodní účely -prodejní plochy	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	505,7
Z3	Zóna 3 - Kulturní dom	Ostatní provozy -výstavní prostory	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	282,4
Z4	Zóna 4 - Kuchyňa	Ubytovací zařízení -přípravy jídel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	92,2
Z5	Zóna 5 - Obecný úrad	Administrativní budovy -kancelářské prostory (oddělené kanceláře)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	173,5

B		CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE						
<p><i>Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinnosti technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.</i></p>								
Ergonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							
PALIVA								
<p><i>Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).</i></p>								
elektrina	0,2%	---	---	---	0,7%	14,2%	---	15,1%
	1.11	---	---	---	3.64	73.7	---	78.5
zemní plyn	83,0%	---	---	---	1,8%	---	---	84,9%
	431	---	---	---	9.55	---	---	441
ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ								
<p><i>Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.</i></p>								
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE								
procentuální podíl	83,3%	---	---	---	2,5%	14,2%	---	100,0%
kWh/m ² rok	410,2	---	---	---	12,5	70,0	---	492,7
MWh/rok	432	---	---	---	13.2	73.7	---	519
Podíl dodané energie dle účelu				Podíl dodané energie dle ergonositele				
<p>■ Vytápění (83%) ■ Příprava teplé vody (3%) ■ Osvětlení (14%)</p>				<p>■ elektrina (15%) ■ zemní plyn (85%)</p>				

C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

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

Energonositel	z Fa kt or or pr er im ár ní che	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem									
										% pokrytí								
										Dodaná energie v MWh/rok								

ENERGONOSITELE

elektrína	2,6	0,4%	---	---	---	1,5%	29,7%	---	31,7%
		2,89	---	---	---	9,47	192	---	204
zemní plyn	1,0	66,9%	---	---	---	1,5%	---	---	68,3%
		431	---	---	---	9,55	---	---	441

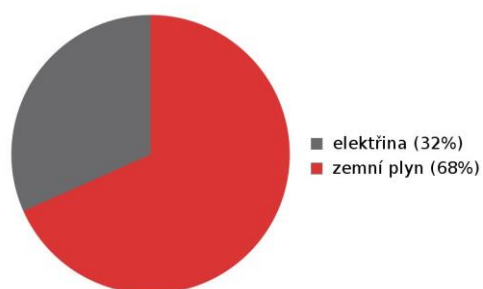
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

procentuální podíl	67,3%	---	---	---	3,0%	29,7%	---	100,0%
kWh/m ² rok	411,9	---	---	---	18,1	181,9	---	611,8
MWh/rok	434	---	---	---	19,0	192	---	645

Podíl dodané energie dle účelu



Podíl dodané energie dle energonositele

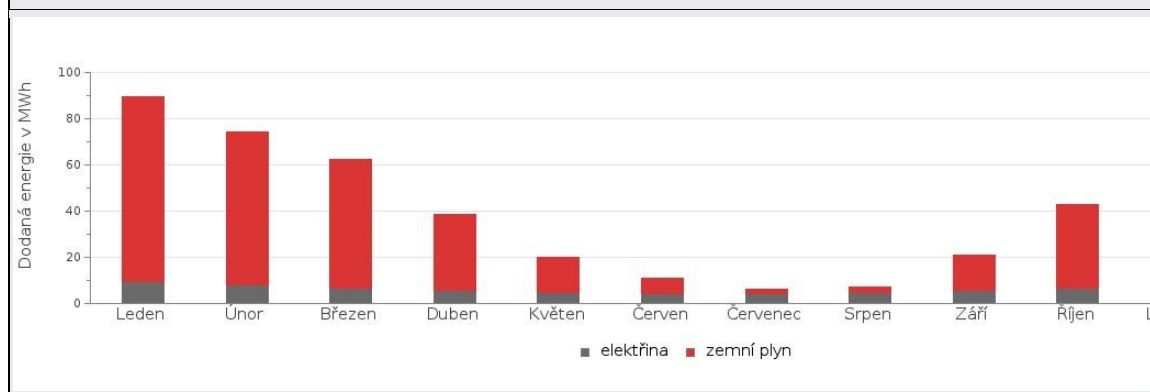


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOSONITELŮ

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	89.5	74.2	62.3	38.7	19.9	10.8	5.96	7.20	20.8	42.8	65.8	81.2
elektřina	9.75	8.05	6.81	5.62	4.70	4.40	4.36	4.69	5.74	6.73	8.01	9.61
zemní plyn	79.8	66.1	55.5	33.1	15.2	6.45	1.59	2.50	15.1	36.0	57.8	71.6

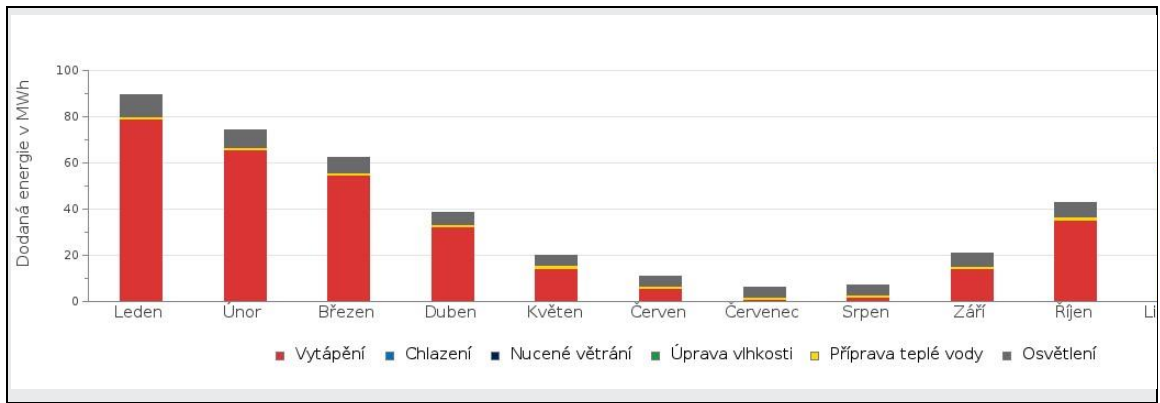
Roční průběh dodané energie podle energonositelů

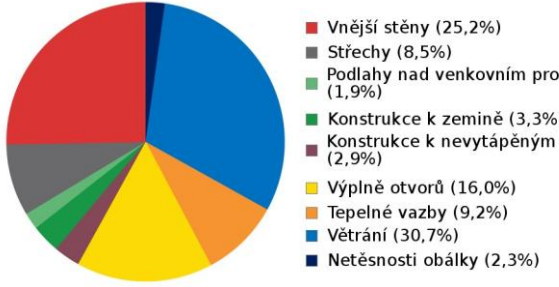



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	89.5	74.2	62.3	38.7	19.9	10.8	5.96	7.20	20.8	42.8	65.8	81.2
Vytápění	79.1	65.5	54.8	32.4	14.5	5.75	0.87	1.75	14.4	35.3	57.1	70.9
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	1.13	1.03	1.14	1.08	1.11	1.10	1.09	1.15	1.06	1.14	1.10	1.06
Osvětlení	9.34	7.68	6.39	5.22	4.30	3.99	3.99	4.30	5.35	6.33	7.62	9.22

Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby



E		BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ			
BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ					
Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny postupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a nežádoucím větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.					
ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	274	Solární zisky	MWh/rok	25.4
Větrání		125	Vnitřní zisky - lidé		10.9
Netěsnosti obálky - infiltrace		9.54	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		77.9
Celkem		409	Celkem		114
POTŘEBA ENERIE NA VYTÁPĚNÍ	NA	MWh/rok	294,8	kWh/m ² .rok	279,8
Bilance ztrát energie (%)			Bilance potřeby energie na vytápění (MWh/rok)		
					
BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ					
Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.					

F		OBÁLKA BUDOVY						
<p>Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce.</p> <p>Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.</p>								
Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
		Θ_i	---	A_j	Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
Ozn.	Název	°C	---	m ²	W/m ² .K			
VNĚJŠÍ STĚNY				786,2				
STN-2	SO2(SV) - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	58,2	1,496	0,30	0,30	499%
STN-2	SO2(SV) - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	7,2	1,496	0,30	0,30	499%
STN-2	SO2(SV) - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z4)	20	EXT	55,4	1,496	0,30	0,30	499%
STN-3	SO3 - Obvodová stena, čiastočne zateplená, priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	74,2	0,440	0,30	0,30	147%
STN-25	SO2(SZ) - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	90,9	1,496	0,30	0,30	499%
STN-25	SO2(SZ) - Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	50,1	1,496	0,30	0,30	499%
STN-25	SO2(SZ) - Obvodová stena priľahlá	20	EXT	58,7	1,496	0,30	0,30	499%

	k vonkajšiemu priestoru (Z4)							
STN-25	SO2(SZ) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	83,0	1,496	0,30	0,30	499%
STN-26	SO2(JV) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	16,3	1,496	0,30	0,30	499%
STN-26	SO2(JV) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	107,6	1,496	0,30	0,30	499%
STN-26	SO2(JV) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	22,6	1,496	0,30	0,30	499%
STN-33	SO2(JZ) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	67,5	1,496	0,30	0,30	499%
STN-33	SO2(JZ) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	42,7	1,496	0,30	0,30	499%
STN-33	SO2(JZ) - Obvodová stena prífahlá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	51,9	1,496	0,30	0,30	499%
STŘECHY				548,1				
STR-6	ST1 - Strešná konštrukcia (Z3)	20	EXT	282,4	0,683	0,24	0,24	285%
STR-6	ST1 - Strešná konštrukcia (Z4)	20	EXT	92,2	0,683	0,24	0,24	285%

STR-6	ST1 - Strešná konštrukcia (Z5)	20	EXT	173,5	0,683	0,24	0,24	285%
PODLAHY NAD VENKOVNÍM PROSTORE				45,0				
PDL-34	PO3 - Stropná konštrukcia nad exteriérom (Z3)	20	EXT	26,3	1,865	0,24	0,24	777%
PDL-34	PO3 - Stropná konštrukcia nad exteriérom (Z4)	20	EXT	13,3	1,865	0,24	0,24	777%
PDL-34	PO3 - Stropná konštrukcia nad exteriérom (Z5)	20	EXT	5,3	1,865	0,24	0,24	777%
KONSTRUKCE K ZEMINĚ				370,7				
PDL(z)-5	PO2 - Podlaha na teréne v 1.NP (Z2)	20	ZEM	370,7	3,045	0,45	0,45	677%
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				135,0				
PDL-7	P3 - Stropm medzi nevykurovaným a vykurovaným priestorom (Z1Z2)	20	NZ1	135,0	1,714	0,60	0,60	286%
VÝPLNĚ OTVORŮ				168,2				
VYP-8	O1(SV) - Dvojkřídle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z3)	20	EXT	10,1	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-8	O1(SV) - Dvojkřídle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z4)	20	EXT	10,1	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-9	O2(SV) - Hliníkové okno a balkónové dvere s dvojsklom 2400x3000 (Z4)	20	EXT	5,9	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-10	O3(SZ) - Jednokřídlové hliníkové okno s dvojsklom 1200x600 (Z5)	20	EXT	1,4	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-11	O4(JZ) - Jednokřídlové hliníkové balkónové dvere s dvojsklom 800x2250 (Z5)	20	EXT	1,8	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-12	O5(JZ) - Jednokřídlové hliníkové okno s dvojsklom 1200x2100 (Z3)	20	EXT	2,5	3,900	1,50	1,50	260%

VYP-13	D1(JZ) - Vstupné portálové dvere s neotváracími svetlíkmi; hliníkové s dvojsklom 4000x2450 (Z5)	20	EXT	9,8	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-14	O7(JV) - Dvojkridle hliníkové okno s dvojsklom 2300x900 (Z2)	20	EXT	12,4	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-15	O8(SZ) - Jednokridlové hliníkové okno s dvojsklom 1000x900 (Z2)	20	EXT	0,9	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-16	O9(SZ) - Dvojkridle hliníkové okno s dvojsklom 2000x900 (Z2)	20	EXT	5,4	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-17	O10(JZ) - Jednokridlové hliníkové okno s dvojsklom 1200x900 (Z2)	20	EXT	3,2	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-19	D2(JZ) - Vstupné dvere; hliníkové s jedným sklom 1100x2100 (Z2)	20	EXT	2,3	5,650	1,70	1,70	332%
VYP-21	D3(JV) - Vstupné dvere dvojkridlové so svetlíkom; hliníkové s jedným sklom 2300x2700 (Z2)	20	EXT	6,2	5,650	1,70	1,70	332%

VYP-22	D4(SZ) - Vstupné dvere jednokridlové so svetlíkom; hliníkové s jedným sklom 970x2700 (Z2)	20	EXT	10,8	5,650	1,70	1,70	332%
VYP-23	D5(SZ) - Vstupné dvere dvojkridlové so svetlíkom; hliníkové s jedným sklom 2000x2700 (Z2)	20	EXT	2,6	5,650	1,70	1,70	332%
VYP-24	O7(SV) - Dvojkridle hliníkové okno s dvojsklom 2300x900 (Z2)	20	EXT	10,4	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-27	O1(SZ) - Dvojkridle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z4)	20	EXT	3,8	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-27	O1(SZ) - Dvojkridle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z5)	20	EXT	15,1	3,900	1,50	1,50	260%

VYP-28	O1(JV) - Dvojkrídle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z3)	20	EXT	30,2	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-28	O1(JV) - Dvojkrídle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z5)	20	EXT	5,0	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-29	O1(JZ) - Dvojkrídle hliníkové okno s dvojsklom 2400x2100 (Z3)	20	EXT	5,0	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-30	O2(SZ) - Hliníkové okno a balkónové dvere s dvojsklom 2400x3000 (Z5)	20	EXT	5,9	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-31	O2(JV) - Hliníkové okno a balkónové dvere s dvojsklom 2400x3000 (Z3)	20	EXT	5,9	3,900	1,50	1,50	260%
VYP-32	O3(JZ) - Jedno-krídlové hliníkové okno s dvojsklom 1200x600 (Z5)	20	EXT	1,4	3,900	1,50	1,50	260%
TEPELNÉ VAZBY								
<i>Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.</i>								
Vliv tepelných vazeb ΔU_{tb}				---	0,200	---	0,020	1 000%

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

VYTÁPĚNÍ

V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.

Systém vytápění uvnitř budovy									
Ozn.	Zdroj tepla ¹	Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
					%	COP			
		kW	MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí	
K-1	Plynový kotel 01	65	zemní plyn	219	83	---	Z2: 92% Z3: 92% Z4: 92% Z5: 92%	Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88% Z5: 88%	50%
									147
K-2	Plynový kotel 02	65	zemní plyn	212	86	---	Z2: 92% Z3: 92% Z4: 92% Z5: 92%	Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88% Z5: 88%	50%
									147

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.

Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřevu teplé vody
					%	---			
		kW	MWh	%	---	%	m ³ /rok	% pokrytí	
K-1	Plynový kotel 01	65	zemní plyn	4.86	83	---	TVsys 43,8	1: 27,84	37,2
									4.04
K-2	Plynový kotel 02	65	zemní plyn	4.69	86	---	TVsys 43,8	1: 27,84	37,2
									4.04
K-3	Elektro kotel	2,2	elektřina	2.92	95	---	TVsys 86,7	2: 37,85	25,6
									2.77

OSVĚTLENÍ

Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztázná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním

								světlo
		---	m ²	lux	---	---	---	---
NZ1 (L1)	Suterén	Halogenová žárovka	102,15	50	4,50	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Potraviny a pošta	Halogenová žárovka	249,60	300	4,50	1,00	1,00	1,00
Z2 (L2)	Šatne a hy- giena	Halogenová žárovka	111,10	100	4,50	1,00	1,00	1,00
Z2 (L3)	Sklad potravin	Halogenová žárovka	85,00	100	4,50	1,00	1,00	1,00
Z3 (L1)	Pódium a sál	Halogenová žárovka	253,40	300	4,50	1,00	1,00	1,00
Z4 (L1)	Kuchyňa	Halogenová žárovka	77,65	300	4,50	1,00	1,00	1,00
Z5 (L1)	Administratíva	Halogenová žárovka	165,20	300	4,50	1,00	1,00	1,00

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

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

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE

V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.

Úsporné opatření		Popis návrhu
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	<p>Stěny</p> <p>OP_S-1 - Stěny zateplené na min. doporučené hodnoty součinitele prestupu tepla.</p> <p>Okna, dveře, popř. LOP:</p> <p>OP_S-1 - Výměna původních okien a dverí za nové výplne s hliníkovým rámom a izolačným trojsklom.</p> <p>Střechy a stropy:</p> <p>OP_S-1 - Strecha zateplená na min. doporučené hodnoty součinitele prestupu tepla.</p> <p>Podlahy:</p> <p>OP_S-1 - Podlahy zateplené na min. doporučené hodnoty součinitele prestupu tepla.</p>
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	<p>Vytápění:</p> <p>OP_T-1 - TČ a FV Návrh tepelného čerpadla, COP 4, vo vyhotovení zem/voda so zemnými vrtmi</p> <p>Větrání:</p> <p>OP_T-1 - TČ a FV Návrh VZT jednotiek s protiprúdím doskovým výme-níkom (účinnosť min. 65%)</p> <p>Příprava TV:</p> <p>OP_T-1 - TČ a FV Zdroj TV přijímá teplo z TČ a doohrev budú zabezpečovať nevyužitá elek-trická energia z FV panelov.</p> <p>Osvětlení:</p> <p>OP_T-1 - TČ a FV Všetky pôvodné svietidlá je nutné vymeniť za nové LED osvetlenie.</p>

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE


Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.

Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO	ANO	ANO	Pre objek je vyhovujúce inštalovať fotovoltaické panely na plochú strechu. Plochá strecha je vyhovujúcim priestorom na osadenie FP, pretože je možná inštalácia panelov na južnú, juhovýchodnú a juhozápadnú stranu a panelom by netienila žiadna vysoká výstavba ani vysoký porast v okolí. Doporučujem k realizácii.
	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	NE	NE	NE	Nedoporučujem k realizácii. Objekt nie je prispôsobený na realizáciu systému pre kombinovanú výrobu ele. energie a tepla. Nedoporučujem.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	V okolí objektu sa nenachádza sústava zásobovania teplom alebo chladom. Z technického hľadiska nie je možné realizovať. Nedoporučujem.
	Tepelná čerpadla	ANO	ANO	ANO	Zníženie energetickej náročnosti je možné realizovať výmenou plynových kotlov za tepelné čerpadlo zem/voda alebo vzduch/voda. Doporučujem k realizácii.
NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ					
Popis opatření	souboru	<p>K realizácii opatrení doporučujem:</p> <p>Zateplenie objektu na minimálne doporučené hodnoty súčiniteľa prestupu tepla konštrukciami.</p> <p>Výmena všetkých pôvodných výplní otvorov za nové tepelne izolačné okná/dvere.</p> <p>Výmenu pôvodného umelého osvetlenia za LED osvetlenie.</p> <p>Iné opatrenia:</p> <p>Realizáciu núteného vetrania s rekuperáciou.</p> <p>Inštaláciu nového zdroja tepla pre vykurovanie v podobe tepelného čerpadla, či už vo variante vzduch/voda, alebo zem/voda.</p> <p>Inštaláciu fotovoltaických panelov na plochú strechu s orientáciou JV / J / JZ a sklonom 30° - 45°.</p>			
		Potreba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
		kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	
		MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocení budova		284,59	492,67	611,84	
		300	519	645	
Soubor navržených opatření		45,57	74,85	75,64	
		50.3	82.6	83.5	
Dosažená úspora energie		239,02	417,82	536,20	-
		250	437	561	

I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY

CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
Požadavek vyhlášky dle:	Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost	Splněno:						není stanoven
REFERENČNÍ BUDOVA								
Úroveň referenční budovy:	dokončená budova a její změna od 1.1.2022							
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztažná plocha		Měrná potřeba na vytápění referenční budovy		Míra snížení		
		m ²		kWh/m ² .rok		%		
	Z2 - Zóna 2 - Pervádzka potravin a pošty (ostatní zóna)	505,7		115,5		3		
	Z3 - Zóna 3 - Kulturní dom (ostatní zóna)	282,4				3		
	Z4 - Zóna 4 - Kuchyňa (ostatní zóna)	92,2				3		
	Z5 - Zóna 5 - Obecný úřad (ostatní zóna)	173,5				3		
PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY								
V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X								
Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)								
X	---	---	---	---	---	---	---	---
MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)								
X	---	---	---	---	---	---	---	---
OBÁLKA BUDOVOY								
Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)								
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek				1,42	0,40	---

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	492,67	194,37	---
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	611,84	225,86	---

J		OSTATNÍ ÚDAJE			
METODA VÝPOČTU					
Použitý software:	 DEKSOFT ® - ENERGETIKA		Verze software:	6.0.7	
Klimatická data:	ČSN 73 0331-1 (s doplněnou průměrnou rychlostí větru dle ČHMÚ - průměr ČR)		Metoda výpočtu:	Měsíční krok	
ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY					
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.					
DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ					
Bezplatná poradenská služba:		https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis			
Katalog úspor energie:		https://www.kataloguspor.cz			
K		ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
ENERGETICKÝ SPECIALISTA					
Jméno / obchodní firma:	Ján Kozla		Číslo oprávnění:	-	
Telefon:			E-mail:	212077@vutbr.cz	
URČENÁ OSOBA					
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>					
Jméno a příjmení:	-		Číslo oprávnění:	-	
PLATNOST PRŮKAZU					
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>					

Evidenční číslo průkazu:	01_2022	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	27.05.2022		
Platnost průkazu do:	27.05.2032		

Průkaz energetické náročnosti budovy

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

Polyfunkčný objekt
Nám.L.A.Aranya 528
951 78, Kolíňany
katastrální území Kolíňany []
parc. č. 42/2,42/3, 42/4, 42/5



Energetický specialista

Ján Kozla
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

04_2022

Datum vydání

27.05.2022

Verze dokumentu

Optimalizácie č. 3 - Objekt polyfunkčného domu.

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

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: Nám.L.A.Aranya, 528
PSČ, místo: 951 78, Koliňany
K.ú., parcelní č.: Koliňany, 42/2,42/3, 42/4, 42/5
Typ budovy: Budova pro obchodní účely
Celková energeticky vztažná plocha: 1104 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

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



Požadavky pro změnu
dokončené budovy

jsou **SPLNĚNY**

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ energie okolního prostředí: 50.2
■ elektřina: 32.5



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.24 W/(m ² ·K)	B
	Měrná potřeba tepla na vytápění	41.3 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	74.8 kWh/(m²·rok)	A
	Vytápění	52.7 kWh/(m ² ·rok)	B
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	2.74 kWh/(m ² ·rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	8.74 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	10.7 kWh/(m ² ·rok)	A

Energetický specialista: Ján Kozla

Osvědčení č.: -

Kontakt: 212077@vutbr.cz

Ev. č. průkazu: 04_2022

Vyhotoveno dne: 27.05.2022

Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

A		IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	
ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY			
Obec:	Kolířany	Část obce:	
Ulice:	Nám.L.A.Aranya	Č.p / č. or. (č.ev.)	528
Katastrální území:	Kolířany	Převládající typ využití:	Budova pro obchodní účely
Parcelní číslo pozemku:	42/2,42/3, 42/4, 42/5	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:	1965	Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany
POPIS HODNOCENÉ BUDOVY			
<i>Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.</i>			
Stručný popis technických systémů: Na objektu prebehla kompletná energetická optimalizácia. Prebehla výmena zdroju tepla za tepelné čerpadlo (COP4) vo vyhotovení zem/voda s hĺbinným výmeníkom (vrtmi). Ohrev TV zabezpečuje z časti TČ a z časti pôvodný elektrokotol. Bola inštalované VZT zariadenia pre rekuperáciu a vetranie priestorov. V objekte sa nachádza nové LED osvetlenie.			
GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY			
Parametr	Jednotky	Hodnota	
Objem budovy s upravovaným vnútorným prostredím	m ³	5 147,8	
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	2 089,3	
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,41	
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	1 103,9	
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	20,0	

VÝPOČTOVÉ ZÓNY						
Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.						
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m ²
			Vytápění	Chlazení		
NZ1	Zóna 1 - Suterén	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
Z2	Zóna 2 - Prevádzka potravín a pošty	Budovy pro obchodní účely - prodejní plochy	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	528,5
Z3	Zóna 3 - Kultúrny dom	Ostatní provozy -výstavní prostory	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	294,7
Z4	Zóna 4 - Kuchyňa	Ubytovací zařízení -přípravy jídel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	97,7
Z5	Zóna 5 - Obecny úrad	Administrativní budovy -kancelářské prostory (oddělené kanceláře)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	183,0

B		CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE						
<p><i>Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.</i></p>								
Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							
PALIVA								
<p><i>Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).</i></p>								
elektřina	22,7%	---	2,5%	---	2,9%	11,2%	---	39,3%
	18.8	---	2.04	---	2.43	9.23	---	32.5
ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ								
<p><i>Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.</i></p>								
energie okolního prostředí	47,6%	---	1,2%	---	8,7%	3,1%	---	60,7%
	39.4	---	0.99	---	7.22	2.58	---	50.2
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE								
procentuální podíl	70,4%	---	3,7%	---	11,7%	14,3%	---	100,0%
kWh/m²rok	52,7	---	2,7	---	8,7	10,7	---	74,8
MWh/rok	58.1	---	3.03	---	9.65	11.8	---	82.6
Podíl dodané energie dle účelu				Podíl dodané energie dle energonositele				
<p> ■ Vytápění (70%) ■ Nucené větrání (4%) ■ Příprava teplé vody (12%) ■ Osvětlení (14%) </p>				<p> ■ elektřina (39%) ■ energie okolního prostředí (60,7%) </p>				

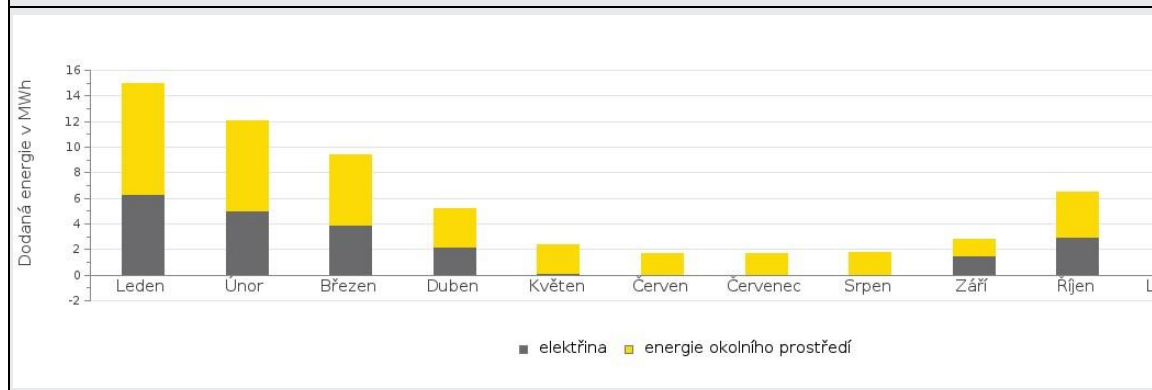
C		PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
<p>Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.</p>											
Energonositel	z Fa kt or or pr er im ár ní	nezd obro en ojů pr er vi-en im gi teler ár ní che	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem	
			% pokrytí								
			Dodaná energie v MWh/rok								
ENERGONOSITELE											
elektřina	2,6		57,8%	---	6,3%	---	7,5%	28,4%	---	100,0%	
			48,8	---	5,29	---	6,31	24,0	---	84,4	
energie okolního prostředí	0,0		0,0%	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	---	0,0%	
			0,00	---	0,00	---	0,00	0,00	---	0,00	
energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0		---	---	---	---	---	---	0,0%	0,0%	
			---	---	---	---	---	---	0,00	0,00	
Elektřina dodávka mimo budovu	-2,6		---	---	---	---	---	---	-3,9%	-3,9%	
			---	---	---	---	---	---	-3,29	-3,29	
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE											
procentuální podíl			57,8%	---	6,3%	---	7,5%	28,4%	-3,9%	96,1%	
kWh/m²rok			44,2	---	4,8	---	5,7	21,7	-3,0	73,5	
MWh/rok			48,8	---	5,29	---	6,31	24,0	-3,29	81,1	
Podíl dodané energie dle účelu					Podíl dodané energie dle energonositele						
<ul style="list-style-type: none"> Vytápění (58%) Nucené větrání (6%) Příprava teplé vody (7%) Osvětlení (28%) 					<ul style="list-style-type: none"> elektřina (100%) energie okolního prostředí (0%) energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu) (0%) Elektřina dodávka mimo budovu (0%) 						

D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

BILANCE PODLE ENERGOSONITELŮ

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Du- ben	Květ en	Čer- ven	Červe- nec	Sr- pen	Zá- ří	Ří- jen	Listo- pad	Prosi- nec
Celkem	15.0	12.1	9.37	5.19	2.41	1.72	1.69	1.79	2.79	6.48	10.6	13.6
elektřina	6.29	5.02	3.88	2.16	0.16	0.00	0.00	0.00	1.48	3.00	4.64	5.84
energie okolního prostředí	8.68	7.04	5.49	3.03	2.25	1.72	1.69	1.79	1.31	3.49	5.96	7.71

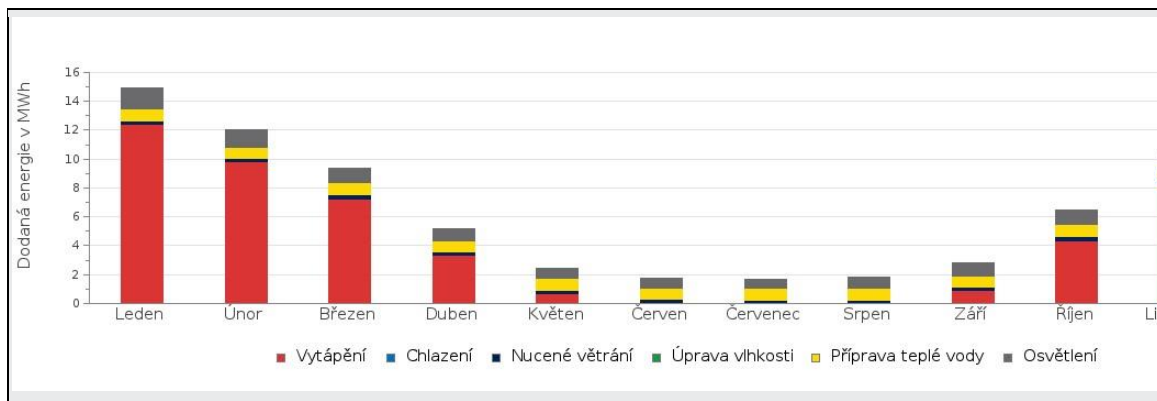
Roční průběh dodané energie podle energonositelů



BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Du- ben	Květ en	Čer- ven	Červe- nec	Sr- pen	Zá- ří	Ří- jen	Listo- pad	Prosi- nec
Celkem	15.0	12.1	9.37	5.19	2.41	1.72	1.69	1.79	2.79	6.48	10.6	13.6
Vytápění	12.4	9.84	7.25	3.32	0.65	0.03	0.00	0.00	0.91	4.38	8.32	11.0
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.26	0.23	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	0.83	0.75	0.83	0.79	0.81	0.80	0.79	0.85	0.78	0.83	0.81	0.78
Osvětlení	1.50	1.23	1.02	0.84	0.69	0.64	0.64	0.69	0.86	1.01	1.22	1.48

Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby



E		BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ			
BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ					
Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infilrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.					
ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	42.4	Solární zisky	MWh/rok	11.2
Větrání		37.1	Vnitřní zisky - lidé		8.73
Netěsnosti obálky - infiltrace		2.28	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		16.2
Celkem		81.7	Celkem		36.2
POTŘEBA ENERIE NA VYTÁPĚNÍ	NA	MWh/rok	45,6	kWh/m ² .rok	41,3
Bilance ztrát energie (%)			Bilance potřeby energie na vytápění (MWh/rok)		
BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ					
Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.					

F		OBÁLKA BUDOVY						
<p>Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce.</p> <p>Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.</p>								
Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
					Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
Ozn.	Název	°C	---	m ²	W/m ² .K			
VNĚJŠÍ STĚNY				759,0				
STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	57,7	0,149	0,30	0,30	50%
STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	53,0	0,149	0,30	0,30	50%
STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z4)	20	EXT	39,0	0,149	0,30	0,30	50%
STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	87,5	0,149	0,30	0,30	50%
STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	7,2	0,149	0,30	0,30	50%
STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z4)	20	EXT	45,0	0,149	0,30	0,30	50%
STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	83,0	0,149	0,30	0,30	50%
STN-4	SO2-JV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu	20	EXT	45,0	0,149	0,30	0,30	50%

	priestoru (Z2)							
STN-4	SO2- JV_Obvodová stena príhľadá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	110,4	0,149	0,30	0,30	50%
STN-4	SO2- JV_Obvodová stena príhľadá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	22,6	0,149	0,30	0,30	50%
STN-30	SO2- JZ_Obvodová stena príhľadá k vonkajšiemu priestoru (Z2)	20	EXT	109,3	0,149	0,30	0,30	50%
STN-30	SO2- JZ_Obvodová stena príhľadá k vonkajšiemu priestoru (Z3)	20	EXT	42,7	0,149	0,30	0,30	50%
STN-30	SO2- JZ_Obvodová stena príhľadá k vonkajšiemu priestoru (Z5)	20	EXT	56,6	0,149	0,30	0,30	50%
STŘECHY				575,5				
STR-7	ST1_Strešná konštrukcia (Z3)	20	EXT	294,7	0,129	0,24	0,24	54%
STR-7	ST1_Strešná konštrukcia (Z4)	20	EXT	97,7	0,129	0,24	0,24	54%
STR-7	ST1_Strešná konštrukcia (Z5)	20	EXT	183,1	0,129	0,24	0,24	54%
PODLAHY NAD VENKOV- NÍM PROSTOREM				37,0				
PDL-32	PDL 3 - Pod- laha nad oka- pom (Z3)	20	EXT	26,3	0,152	0,24	0,24	63%

PDL-32	PDL 3 - Podlaha nad okapom (Z4)	20	EXT	5,4	0,152	0,24	0,24	63%
PDL-32	PDL 3 - Podlaha nad okapom (Z5)	20	EXT	5,3	0,152	0,24	0,24	63%
KONSTRUKCE K ZEMINĚ				387,4				

PDL(z)-6	PO2_Podlaha na teréne v 1.NP (Z2)	20	ZEM	387,4	0,222	0,45	0,45	49%
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				141,0				
PDL-8	STR1_Stropm medzi nevykurovaným a vykurovaným priestorom (Z1-Z2)	20	NZ1	141,0	0,211	0,60	0,60	35%
VÝPLNĚ OTVORŮ				189,3				
VYP-9	O1-SV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z3)	20	EXT	10,1	0,980	1,50	1,50	65%
VYP-9	O1-SV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z4)	20	EXT	10,1	0,980	1,50	1,50	65%
VYP-10	O1-SZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z4)	20	EXT	15,1	0,890	1,50	1,50	59%
VYP-10	O1-SZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z5)	20	EXT	15,1	0,890	1,50	1,50	59%
VYP-11	O1-JV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z3)	20	EXT	30,2	0,890	1,50	1,50	59%
VYP-11	O1-JV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z5)	20	EXT	5,0	0,890	1,50	1,50	59%
VYP-12	O1-JZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom (Z3)	20	EXT	5,0	0,890	1,50	1,50	59%
VYP-13	O2-SV_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom (Z4)	20	EXT	5,9	0,987	1,50	1,50	66%

VYP-14	O2-SZ_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom (Z5)	20	EXT	5,9	0,987	1,50	1,50	66%
VYP-15	O2-JV_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom (Z3)	20	EXT	5,9	0,987	1,50	1,50	66%
VYP-16	O3-SZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom (Z5)	20	EXT	1,4	1,193	1,50	1,50	80%
VYP-17	O3-JZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom (Z5)	20	EXT	1,4	1,193	1,50	1,50	80%
VYP-18	O5-JZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom (Z3)	20	EXT	2,5	0,900	1,50	1,50	60%
VYP-19	D1-JZ_Vstupné presklenné dvojkřídlové dvere so svetlíkmi a tepelnoizolačným trojsklom (Z5)	20	EXT	9,8	0,889	1,50	1,50	59%
VYP-20	O7-SV_Dvojkřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (Z2)	20	EXT	12,4	1,057	1,50	1,50	70%

VYP-21	O7-JV_Dvojkřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (Z2)	20	EXT	10,4	1,057	1,50	1,50	70%
VYP-22	O8-SZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (Z2)	20	EXT	0,9	1,092	1,50	1,50	73%
VYP-23	O9-SZ_Dvojkřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (Z2)	20	EXT	16,2	1,084	1,50	1,50	72%
VYP-26	D2-JV_Hliníkové vstupné dvere so sklom (Z2)	20	EXT	2,3	1,184	1,70	1,70	70%

VYP-27	D3-JV_Hliníkové vstupné dvere so sklom (Z2)	20	EXT	12,4	1,200	1,70	1,70	71%
VYP-28	D4-SZ_Hliníkové vstupné dvere so sklom (Z2)	20	EXT	2,6	1,195	1,70	1,70	70%
VYP-29	D5-SZ_Hliníkové vstupné dvere so sklom (Z2)	20	EXT	5,4	1,176	1,70	1,70	69%
VYP-31	O10-JZ_Jednokrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (Z2)	20	EXT	3,2	1,056	1,50	1,50	70%
TEPELNÉ VAZBY								
<i>Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.</i>								
Vliv tepelných vazeb ΔU _{tb}				---	0,020	---	0,020	100%

G		TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY							
VYTÁPĚNÍ									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Systém vytápění uvnitř budovy									
Ozn.	Zdroj tepla ¹	Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
					%	COP			% pokrytí
		kW	MWh/rok	%		%	MWh/rok		
TČ-2	Tepelné čerpadlo země/voda EcoPart 435 KM417EP	36,84	elektřina	11.8	---	4,04	Z2: 92% Z3: 92% Z4: 92% Z5: 92%	Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88% Z5: 88%	85% 38.6
K-3	Akumulace s elektrickým topným telesom	4	elektřina	5.57	95	---	Z2: 92% Z3: 92% Z4: 92% Z5: 92%	Z2: 88% Z3: 88% Z4: 88% Z5: 88%	9% 4.29
NUCENÉ VĚTRÁNÍ									
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání	
		m ³ /hod	m ³ /hod	MWh/rok	%	%	W.s/m ³	%	
VZT-1	Rekuperácia a vetranie zóny 2	800	655,44	0.94	50	76	1 730	68,3	
VZT-2	Rekuperácia a vetranie zóny 3 a 5	1 300	1 046,50	1.47	50	76	1 746	66,1	
VZT-3	Rekuperácia a vetranie zóny 4	650	497,00	0.61	50	76	1 692	60,0	
PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla	Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody	

		kW		MWh	%	---	%	m ³ /rok	% pokrytí
									MWh/rok
K-1	Elektro kotol	2,2	elektrina	2.97	95	---	TVsys 85,3	2: 37,85	30,3
									2.82
TČ-2	Tepelné čerpadlo země/voda EcoPart 435 KM417EP	36,84	elektrina	0.22	---	2,84	TVsys 48,7	1: 50,11	6,8
									0.63
K-3	Akumulace s elektrickým topným telesom	4	elektrina	0.07	95	---	TVsys 48,7	1: 5,57	0,8
									0.07



OSVĚTLENÍ

Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
					---	---	---	---
NZ1 (L1)	Suterén	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	102,15	50	0,72	1,00	1,00	1,00
Z2 (L1)	Potravinová pošta	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	249,60	300	0,72	1,00	1,00	1,00
Z2 (L2)	Šatna a hygiena	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	111,10	100	0,72	1,00	1,00	1,00
Z2 (L3)	Sklad potravin	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	85,00	100	0,72	1,00	1,00	1,00
Z3 (L1)	Pódium a sál	LED - služby a průmysl (svítidlo 150 lm/W)	253,40	300	0,60	1,00	1,00	1,00
Z4 (L1)	Kuchyňa	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	77,65	300	0,72	1,00	1,00	1,00
Z5 (L1)	Administrativa	LED - služby a průmysl (svítidlo 125 lm/W)	165,20	420	0,72	1,00	1,00	1,00

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelní primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a

technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využití pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulatorů / kapacita		
			m ²	kWp	litry	typ		
			ks	%		kWh		
FV E 1	FV-1_JV	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	59,934	13,07	385	-	8,890	8,825
			35	21		-		
FV E 2	FV-1_JZ	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	42,810	9,33	385	-	6,350	6,323
			25	21		-		
H DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE								
Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).								
SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE								
V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.								
Úsporné opatření		Popis návrhu						
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.						
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.						
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.						
POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE								
Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.								
Alternativní systém do-		Proveditelnost			Popis návrhu			

dávky energie		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	NE	NE	NE	Objekt dosahuje požiadavky energetickej náročnosti triedy A - mimoriadne úsporná. Nie je potrebné inštalovať dodatočné zariadenia pre úsporu energií.
	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	NE	NE	NE	Objekt dosahuje požiadavky energetickej náročnosti triedy A - mimoriadne úsporná. Nie je potrebné inštalovať dodatočné zariadenia pre úsporu energií.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Objekt dosahuje požiadavky energetickej náročnosti triedy A - mimoriadne úsporná. Nie je potrebné inštalovať dodatočné zariadenia pre úsporu energií.
	Tepelná čerpadla	NE	NE	NE	Objekt dosahuje požiadavky energetickej náročnosti triedy A - mimoriadne úsporná. Nie je potrebné inštalovať dodatočné zariadenia pre úsporu energií.
NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ					
Popis souboru opatření	Objekt dosahuje požiadavky energetickej náročnosti triedy A - mimoriadne úsporná. Nie je potrebné inštalovať dodatočné zariadenia pre úsporu energií.				
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie	
	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok		
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok		
Hodnocení budova	45,57	74,84	73,48		
	50.3	82.6	81.1		
Soubor navržených opatření	45,57	74,84	73,48		
	0.00	0.00	0.00		
Dosažená úspora energie	0,00	0,00	0,00	-	
	50.3	82.6	81.1		

I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY									
CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY									
Požadavek vyhlášky dle:		§6 odst. 2 §6 odst. 2) písm. a): §6 odst. 2) písm. b): §6 odst. 2) písm. c): §6 odst. 2) písm. d):			Splněno:			ANO ANO ANO ANO ANO	
REFERENČNÍ BUDOVA									
Úroveň referenční budovy:		dokončená budova a její změna od 22.1.1.20							
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny			Energetická vztažná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení			
				m ²	kWh/m ² .rok	%			
	Z2 - Zóna 2 - Prevádzka potravin a pošty (ostatní zóna)			528,5	80,4	3			
	Z3 - Zóna 3 - Kulturní dom (ostatní zóna)			294,7		3			
	Z4 - Zóna 4 - Kuchyňa (ostatní zóna)			97,7		3			
Z5 - Zóna 5 - Obecný úrad (ostatní zóna)			183,0	3					
PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY									
V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X									
Hodnocení parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocení prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Příléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno	

MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE								
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)</i>								
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	- (NZ1)	EXT	0,149	bez U _R	ANO
		STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z3)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z4)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-2	SO2-SV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z2)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	- (NZ1)	EXT	0,149	bez U _R	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z3)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z4)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z5)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-3	SO2-SZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z2)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-4	SO2-JV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z3)	EXT	0,149	0,250	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	STN-4	SO2-JV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z5)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-4	SO2-JV_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z2)	EXT	0,149	0,250	ANO
		PDL(z)-6	PO2_Podlaha na teréne v 1.NP	20 (Z2)	ZEM	0,222	0,300	ANO
		STR-7	ST1_Strešná konštrukcia	20 (Z3)	EXT	0,129	0,160	ANO
		STR-7	ST1_Strešná konštrukcia	20 (Z4)	EXT	0,129	0,160	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	STR-7	ST1_Strešná konštrukcia	20 (Z5)	EXT	0,129	0,160	ANO
		PDL-8	STR1_Stropm medzi nevykurovaným a vykurovaným priestorom	20 (Z2)	NZ1	0,211	0,400	ANO


		VYP-9	O1-SV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z3)	EXT	0,980	1,200	ANO
		VYP-9	O1-SV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z4)	EXT	0,980	1,200	ANO
		VYP-10	O1-SZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z4)	EXT	0,890	1,200	ANO

Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	VYP-10	O1-SZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z5)	EXT	0,890	1,200	ANO
		VYP-11	O1-JV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z3)	EXT	0,890	1,200	ANO
		VYP-11	O1-JV_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z5)	EXT	0,890	1,200	ANO
		VYP-12	O1-JZ_Dvojkřídlové hliníkové okná s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z3)	EXT	0,890	1,200	ANO
		VYP-13	O2-SV_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z4)	EXT	0,987	1,200	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	VYP-14	O2-SZ_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z5)	EXT	0,987	1,200	ANO
		VYP-15	O2-JV_Jednokřídlové hliníkové okno s balkónovými dvermi s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z3)	EXT	0,987	1,200	ANO
		VYP-16	O3-SZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z5)	EXT	1,193	1,200	ANO
		VYP-17	O3-JZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z5)	EXT	1,193	1,200	ANO
		VYP-18	O5-JZ_Jednokřídlové hliníkové okno s tepelnoizolačním trojsklom	20 (Z3)	EXT	0,900	1,200	ANO

Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	VYP-19	D1-JZ_Vstupné presklenné dvojkrídlové dvere so svetlíkmi a tepelnoizolačným trojsklom	20 (Z5)	EXT	0,889	1,200	ANO
		VYP-20	O7-SV_Dvojkrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom	20 (Z2)	EXT	1,057	1,200	ANO
		VYP-21	O7-JV_Dvojkrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom	20 (Z2)	EXT	1,057	1,200	ANO
		VYP-22	O8-SZ_Jednokrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom	20 (Z2)	EXT	1,092	1,200	ANO
		VYP-23	O9-SZ_Dvojkrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom	20 (Z2)	EXT	1,084	1,200	ANO

Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	VYP-24	O10-SZ_Jednokrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným trojsklom (z nevykurovaného	- (NZ1)	EXT	1,056	bez U _R	ANO
		VYP-25	priestoru) D2-SV_Hliníkové vstupné dvere so sklom	- (NZ1)	EXT	1,184	bez U _R	ANO
		VYP-26	D2-JV_Hliníkové vstupné dvere so sklom	20 (Z2)	EXT	1,184	1,200	ANO
		VYP-27	D3-JV_Hliníkové vstupné dvere so sklom	20 (Z2)	EXT	1,200	1,200	ANO
		VYP-28	D4-SZ_Hliníkové vstupné dvere so sklom	20 (Z2)	EXT	1,195	1,200	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	VYP-29	D5-SZ_Hliníkové vstupné dvere so sklom	20 (Z2)	EXT	1,176	1,200	ANO
		STN-30	SO2-JZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z2)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-30	SO2-JZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z3)	EXT	0,149	0,250	ANO
		STN-30	SO2-JZ_Obvodová stena priľahlá k vonkajšiemu priestoru	20 (Z5)	EXT	0,149	0,250	ANO
		VYP-31	O10-JZ_Jednokrídlové hliníkové okno s tepelnoizolačným	20 (Z2)	EXT	1,056	1,200	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m ² .K	PDL-32	trojsklom PDL 3 - Podlaha nad okapom	20 (Z3)	EXT	0,152	0,160	ANO

		PDL-32	PDL 3 - Podlaha nad okapom	20 (Z4)	EXT	0,152	0,160	ANO	
		PDL-32	PDL 3 - Podlaha nad okapom	20 (Z5)	EXT	0,152	0,160	ANO	
MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY									
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)</i>									
Sezónní účinnost zdroje tepla pro vytápění	%/---	TČ 2	Tepelné čerpadlo země/voda EcoPart 435 KM417EP	4,05	3,00	ANO			
		K 3	Akumulace s elektrickým topným telesom	95	80	ANO			
Sezónní účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	%/---	TČ 2	Tepelné čerpadlo země/voda EcoPart 435 KM417EP	4,05	3,00	ANO			
		K 3	Akumulace s elektrickým topným telesom	95	80	ANO			
Suchá účinnost rekuperátoru dle EN 308	%	VZT 1	Rekuperácia a vetranie zóny 2	65	60	ANO			
		VZT 2	Rekuperácia a vetranie zóny 3 a 5	65	60	ANO			
		VZT 3	Rekuperácia a vetranie zóny 4	65	60	ANO			
OBÁLKA BUDOVY									
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)</i>									
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek			0,24	0,40	ANO		

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	74,84	151,17	ANO
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	73,48	193,31	ANO
J	OSTATNÍ ÚDAJE				
METODA VÝPOČTU					
Použitý software:	 DEKSOFT [®] ENERGETIKA		Verze software:	6.0.7	
Klimatická data:	ČSN 73 0331-1 (s doplněnou průměrnou rychlostí větru dle ČHMÚ - průměr ČR)		Metoda výpočtu:	Měsíční krok	
ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY					
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.					

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ			
Bezplatná poradenská služba:		https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis	
Katalog úspor energie:		https://www.kataloguspor.cz	
K	ENERGETICKÝ SPECIALISTA		
ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:	Ján Kozla	Číslo oprávnění:	-
Telefon:		E-mail:	212077@vutbr.cz
URČENÁ OSOBA			
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-
PLATNOST PRŮKAZU			
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>			
Evidenční číslo průkazu:	04_2022	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	27.05.2022		
Platnost průkazu do:	27.05.2032		

ZÁVER

V teoretickej časti som sa venoval problematike získavania energie zo slnečného žiarenia. Táto časť taktiež predstavila niekoľko technológií na výrobu elektrickej energie a to za pomoci fotovoltaiických článkov a solárne termických elektrární.

Vo výpočtovej časti som sa zaoberal energetickej optimalizácie polyfunkčného domu. V prvom kroku som popísal tepelne technické vlastnosti konštrukcií a technické systémy budovy. Tepelne technické vlastnosti obálky budovy nevyhovovali normovým požiadavkám. Technické systémy polyfunkčného domu boli zastaralé a energeticky náročné. Práve preto som navrhol 5 úsporných opatrení, ktorých som vytvoril 3 variant. V prvej variante som navrhol tepelno izolovať konštrukcie, vymeniť netesné výplne za nové okná a dvere s tepelno izolačným trojsklom a hliníkovým rámom a vymeniť nešetné osvetlenie za nové LED osvetlenie. V druhej variante som k úsporným opatreniam pridal vzduchotechnickú rekuperáciu. V tretej variante som navrhol do objektu inštalovať (k ostatným opatreniam) tepelné čerpadlo a fotovoltaičné panely na plochú strechu. Všetky varianty som v záverečnej časti porovnal energeticky aj ekonomicky s pôvodným stavom. Všetky varianty mali návratnosť do 10 rokov a boli zaradené do energetickej triedy C a vyššie. Najúspornejšou variantov je variant 3 so všetkými úspornými opatreniami, avšak tento variant je aj najnákladnejší z finančného hľadiska.

V tretej časti PENB sa nachádzajú 2 preukazy energetickej náročnosti polyfunkčného domu. PENB boli vyhotovené za pomoci softwaru Deksoft – Energetika. Preukazy vychádzajú a boli vytvorené podľa Zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov. Hodnotená budova v súčasnom stave vychádza v triede G – mimoriadne nehospodárna. Druhý preukaz zobrazuje návrh všetkých opatrení, po ktorých sa polyfunkčný dom dostal do triedy A – mimoriadne úsporná.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] QUASCHNING, Volker a Ing. Václav BARTOŠ. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada Publishing, 2010, 296 s. stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [2] HASELHUHN, Ralf a Václav LOSÍK. *Fotovoltaika: Budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL, 2010. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [3] MURTINGER, Mgr. Karel a Ing. Jan TRUXA. *Solární energie pro váš dům*. Brno: EkoWATT, Computer Press, 2010. Stavíme. ISBN 978-80-251-3241-8.
- [4] ROHDE, Robert A. *Obrázok solar radiation spectrum* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Solar-radiation-spectrum-This-Figure-was-prepared-by-Robert-A-Rohde-as-part-of-the_fig1_318204790
- [5] CHYSKÝ, J., K. HEMZAL a kol. *Větrání a klimatizace*. 3., zcela přeprac. vyd. Brno: BO-LIT-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- [6] Druhy slnečného (krátkovlnného) žiarenia [online]. In: *Bioclio*. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://bioclio.com/druhy-ziarenia-v-klimatologickej-praxi/>
- [7] SOLARENVI A.S. *Obrázok: Vplyv orientácie a sklonu panelov na výkon* [online]. In: *gun-power*. 04/2021 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <http://grun-power.sk/blog/pre%C4%8Do-fotovoltaika>
- [8] BECHNÍK, Bronislav. Stručná historie fotovoltaiky. *TZB-info* [online]. 01.09.2014 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11652-strucna-historie-fotovoltaiky>
- [9] Obrázok: Schema Princip Fotovoltaiky. *Solartec* [online]. SOLARTEC HOLDING [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.solartec.cz/rodinne-domy-a-strechy/fotovoltaika/princip-fotovoltaiky>
- [10] GALINDO, Vladimir, 2012. Project C2: Magnetic control in ribbon growth on substrate of silicon wafers. In: *Helmholtz zentrum deresden rossendorf* [online]. HZDR-WebCMS [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=36967&pNid=0>
- [11] TWISP. Obrázok: Czochralski process, silicon monocrystal fabrication. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 18. ledna 2008 [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Czochralski_Process.svg
- [12] ABCTECH. *Obrázok: monokrystalický panel (vlevo), polykrystalický panel (vpravo)* [online]. In: *Abctech smart technologies*. [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <https://www.abctech.cz/default.asp?show=wm&wmpart=article&wmaid=99>
- [13] FEJFAR, Antonín, 2006. Fotovoltaika druhé a třetí generace. *TZB-info* [online]. [cit. 2022-05-21]. Fyzikální ústav AV ČR. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3506-fotovoltaika-druhe-a-treti-generace>.

- [14] JAKUB, Štalmach, 2013. *Analýza VA charakteristik jako metoda ověření parametrů FVE* [online]. Plzeň [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/10052/1/Stalmach%20Jakub%20-%20Diplomova%20prace%202013.pdf>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Milan Bělík, PH.D.
- [15] VONDRA, Tomáš. Organické solární panely trhají rekordy – a konečně jsou odolné proti poškození. *Obnovitelně – chytrá řešení pro život* [online]. 24. 5. 2019 [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/clanek/818/organicke-solarni-panely-trhaji-rekordy-a-konecne-jsou-odolne-proti-poskozeni>. Zdroj: TexPlore, Science.
- [16] *Obrázok: PAN32* [online]. In: *Solární tašky, energetický systém*. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.solarnitasky.cz>
- [17] *Obrázok: Solární taška* [online]. In: *Solární taška*. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.solarni-taska.cz/>
- [18] *Obrázok: Sluneční elektrárna*. In: *Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <http://evvo.spaco.cz/pohled-ekologa/obnovitelne-zdroje-energie-str/>
- [19] NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. *Obrázok: Solar Two experimental solar power plant*. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Solar_Project
- [20] MGR. ZILVAR, Jiří. Český soběstačný dům na vlastní kůži – jaké jsou první dojmy?. *Tzb-info* [online]. 23.6.2021 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/22436-cesky-sobestacny-dum-na-vlastni-kuzi-jake-jsou-prvni-dojmy>
- [21] NEWKIRK, Martin. How Solar Power Works - On-Grid, Off-Grid And Hybrid Systems. In: *Clean energy reviews* [online]. 02.12.2016 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2014/5/4/how-solar-works>
- [22] *Obrázok: Hybrid solar system*. In: *SolarReviews* [online]. 13.01.2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.solarreviews.com/blog/hybrid-solar-systems>
- [23] MATAJS, Vladimír. *Obrázok: Schéma zapojení fotovoltaické elektrárny (FVE)*. In: *Solární experti* [online]. 10.08.2018 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>
- [24] *Ceny elektřiny 2022 - srovnání E.ON, PRE, ČEZ* [online], 2021. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/14-ceny-elektřiny>
- [25] *Ceny zemního plynu 2022* [online], 2021. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/13-prehled-cen-zemniho-plynu>
- [26] CHADIM, Tomáš. Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *TZB-info* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

Zákony, vyhlášky, normy smernice

1. ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data, Říjen 2020.
2. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, Říjen 2011.
3. ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin, Listopad 2005.
4. ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody, Červen 2005
5. ČSN EN 15459-1 Energetická náročnost – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách - Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14, Duben 2018.
6. Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, účinná od 01.01.2001
7. Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

Skratky

- AC – Striedavý prúd
- CID – Copper-Indium-diSelenid
- COP – Vykurovací faktor
- Cz – Czokralskiho
- ČR – Česká Republika
- DC – Jednosmerný prúd
- EPS – Expandovaný polystyrén
- FV – Fotovoltaika
- IRR – Vnútorne výnosové percento investície
- NVP – Čistý súčasná hodnota projektu
- PENB – Preukaz energetickej náročnosti budov
- TCO – Transparent Conductive Oxide
- TČ – Tepelné čerpadlo
- TV – Teplá voda
- VZT – Vzduchotechnika
- Z/V – Zapnúť/vypnúť

Fyzikálne veličiny

- A – Účinná plocha FV panelov [m^2];
- d – Hrúbka vrstvy [m]
- h – Hĺbka [m], Výška slnka nad horizontom k určitej svetovej strane [°]
- I – Intenzita slnečného žiarenia [W/m^2]
- P – Výkon FV panelov [W]
- q – Merný výkon získavania tepla z podložia [W/m]
- Q – Výkon [W]
- R – Odpor pri prechode tepla [$(m^2.K)/W$]
- R – Odpor pri prestup tepla [$(m^2.K)/W$]
- t – Teplota [K]
- U – Súčiniteľ prestupu tepla [$W/(m^2.K)$]
- z – súčiniteľ znečistenia atmosféry [-]
- α – Uhol plochy s vodorovnou rovinou, vzatý na strane obrátenej od slnka [°]
- γ – Azimut uhla normály steny, vzatý od smeru sever po smer otáčania hodinových ručičiek [°]
- ΔU – Prirážka na tepelné väzby [$W/(m^2.K)$]
- η – Účinnosť [-]
- λ – Súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu [$W/(m.K)$]
- τ – Slnečný čas [h]
- θ – Uhol medzi normálov povrchu a smerom slnečných lúčov [°]

ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

Obrázky

Obrázok 1.1 Porovnanie obnoviteľnej ponuky zdrojov energií a celosvetovej primárnej spotreby energie za rok s úhrnom celého množstva konvenčných nosičov energie [1]	18
Obrázok 1.2 Slnéčné spektrum [4].....	19
Obrázok 1.3 Druhy slnečného žiarenia [6]	19
Obrázok 1.4 Vplyv orientácie a sklonu na množstvo slnečnej energie [7]	20
Obrázok 1.5 Priemerné ročné hodnoty slnečného svitu v Českej Republike v kWh/m ²	21
Obrázok 2.1 Schéma princípu fotovoltaického článku [9].....	22
Obrázok 3.1 Ribbon growthov proces výroby monokryštalických článkov [10].....	23
Obrázok 3.2 Výroba monokryštálu Czochralského metódou [11].....	23
Obrázok 3.3 Porovnanie vzhľadu monokryštalického panelu (vľavo) a polykryštalického panelu (vpravo) [12].....	23
Obrázok 3.4 Princíp výroby tenkovrstvých článkov	24
Obrázok 3.5 Trojvrstvomý amorfný kremíkový článok (vľavo); tandemový mikromorfný solárny článok (vpravo) [14]	25
Obrázok 3.6 Príklady fotovoltaických strešných krytín; pálená škridla (vľavo), krytina z pevného skla (vpravo) [16,17]	26
Obrázok 4.1 Off-grid fotovoltaický systém s úložiskom v batériách a inventorm [21]	27
Obrázok 4.2 Schéma zapojenia on-grid systému fotovoltaickej elektrárne s požadovanými komponentami [23].....	27
Obrázok 4.3 Hybridný solárny systém [22]	28
Obrázok 5.1 Solárna elektráreň so žľabovými parabolickými kolektormi [18].....	29
Obrázok 5.2 Solárna vežová elektráreň [19]	29
Obrázok 5.3 Solárna elektráreň s diskovým koncentrátorom (vľavo) a princíp komínovej solárnej elektrárne (vpravo).....	30
Obrázok 6.1 Južný pohľad na polyfunkčný dom.....	32
Obrázok 7.1 Pravidlá pre stanovenie horizontálnych rozmerov [N.1]	33
Obrázok 7.2 Pravidlá pre stanovenie vertikálnych rozmerov [N.1]	33
Obrázok 7.3 Schéma - 1. PP	35
Obrázok 7.4 Schéma - 1. NP.....	35
Obrázok 7.5 Schéma - 2. NP	35
Obrázok 7.6 Schéma - Rez.....	35
Obrázok 8.1 Zlý stav zvislých nosných konštrukcií a konštrukcie lodžie.....	37
Obrázok 8.2 Zlý stav lodžiových podhládov.....	37
Obrázok 8.3 Systémová hranica budovy.....	37
Obrázok 9.1 Štandardný stacionárny plynový kotol s jednostupňovým horákom.....	41
Obrázok 9.2 Obehové čerpadlá vykurovacej vody.....	41
Obrázok 9.3 rozvody v kotolni	41
Obrázok 9.4 Článkové oceľové vykurovacie telesá.....	42
Obrázok 9.5 elektrokotol so zásobníkom TV	42
Obrázok 9.6 elektrospotrebiče v kuchyni na prípravu jedál.....	43

Obrázok 10.1 PENB - súčasný stav.....	44
Obrázok 11.2 Navrhnuté podstropné rekuperačné jednotky s EC motorom	51
Obrázok 11.3 Schéma prevádzky VZT jednotky č. 1.....	51
Obrázok 11.4 Schéma prevádzky VZT jednotky č. 2 a 3.....	52
Obrázok 11.5 Výkonové parametre TČ Regulus EcoPart 435.....	52
Obrázok 11.6 Zjednodušené schéma zapojenia prvkov v sústave vykurovania pre systémy Regulus	53
Obrázok 11.7 Orientácie plochy	56
Obrázok 12.1 Priemerný súčiniteľ prestupu tepla obálky budovy súčasný stav (vľavo) a varianty 3 (vpravo).....	60
Obrázok 12.2 Preukazy energetickej náročnosti budovy.....	62

Tabuľky

Tabuľka 7.1 - Súhrn informácií o zónach.....	35
Tabuľka 7.2 - Legenda schém zónovania.....	35
Tabuľka 8.1 Obvodová stena SO1 - súčasný stav	38
Tabuľka 8.2 Obvodová stena SO2 - súčasný stav	38
Tabuľka 8.3 Obvodová stena SO2 - súčasný stav	38
Tabuľka 8.4 Podlaha na teréne PO1 - súčasný stav	39
Tabuľka 8.5 Podlaha na teréne PO2 - súčasný stav	39
Tabuľka 8.6 Podlahová konštrukcia nad exteriérom PO3 - súčasný stav.....	39
Tabuľka 8.7 Strešná konštrukcia ST1 - súčasný stav.....	39
Tabuľka 8.8 Stropná konštrukcia medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom STR1 – súčasný stav	39
Tabuľka 8.9 Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c – súčasný stav	40
Tabuľka 11.1 Obvodová stena SO1 - bez zmien.....	47
Tabuľka 11.2 Obvodová stena SO3 - nový stav.....	48
Tabuľka 11.3 Podlahová konštrukcia PO1 - bez zmien	48
Tabuľka 11.4 Podlahová konštrukcia PO2 - nový stav	48
Tabuľka 11.5 Podlahová konštrukcia PO3 - nový stav	48
Tabuľka 11.6 Strešná konštrukcia ST1 - nový stav.....	48
Tabuľka 11.7 Stropná konštrukcia STR1 - nový stav	49
Tabuľka 11.8 Posúdenie súčiniteľa prestupu tepla U_c - nový stav.....	50
Tabuľka 11.9 Pokrytie výroby elektrickej energie FV panelmi za deň vo vybraných mesiacoch	58
Tabuľka 12.1 Prehľad variant úsporných opatrení.....	59
Tabuľka 12.2 Investícia úsporných opatrení a ich životnosť.....	63
Tabuľka 12.3 Ročná úspora financií z vyhotoveného opatrenia.....	63
Tabuľka 12.4 Základné parametre investície - Varianty 1	63
Tabuľka 12.5 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 1.....	63
Tabuľka 12.6 Základné parametre investície - Varianty 2	64
Tabuľka 12.7 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 1.....	64
Tabuľka 12.8 Základné parametre investície - Varianty 3	64

Tabuľka 12.9 Čistá súčasná hodnota varianty a doba návratnosti - Variant 3.....	64
---	----

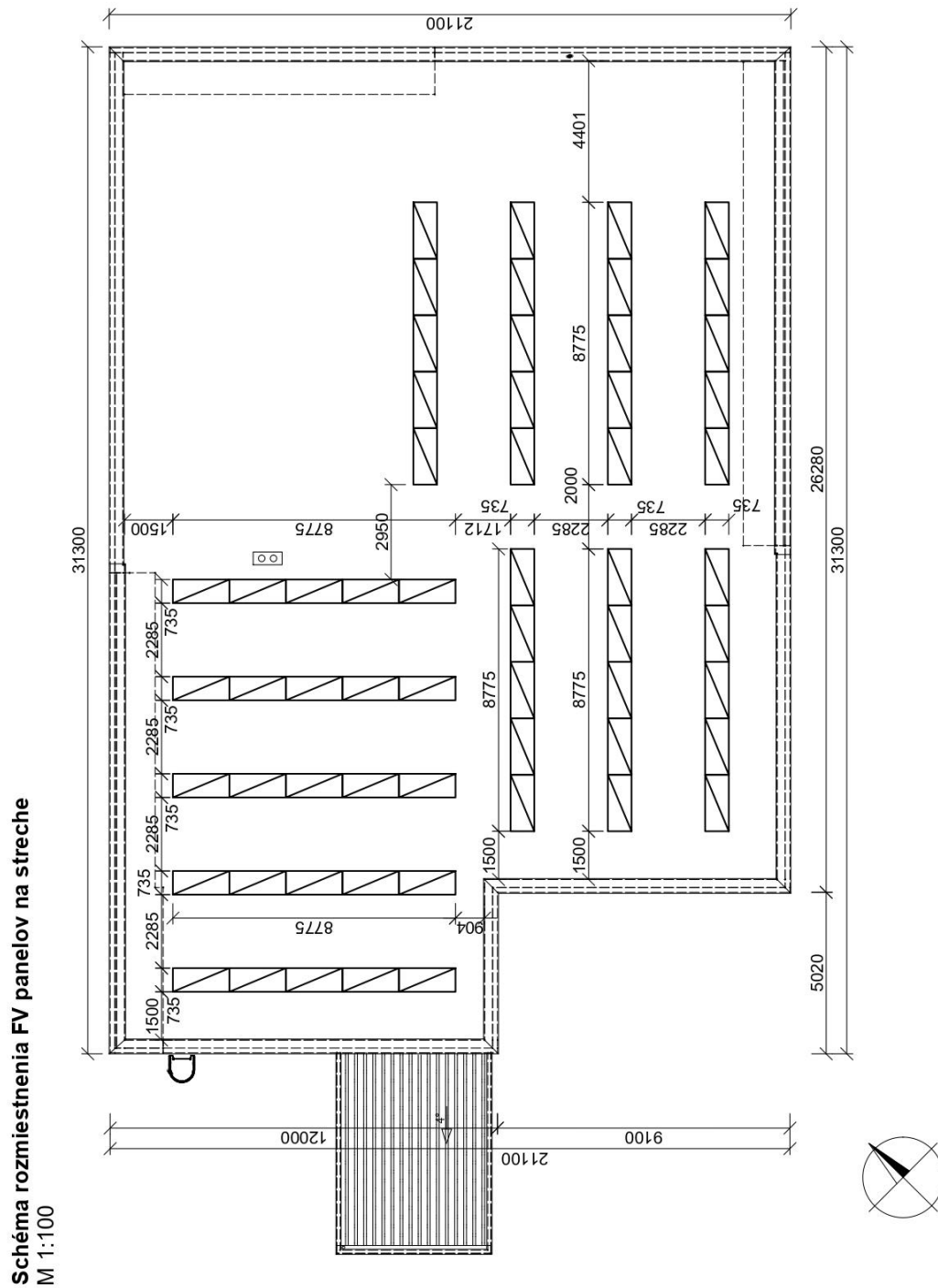
Grafy

Graf 10.1 Tepelné straty prestupom konštrukcií a vetraním	44
Graf 10.2 Ročná spotreba dodanej energie pre systémy TZB	45
Graf 10.3 Mesačná spotreba dodanej energie pre systémy TZB	45
Graf 10.4 Podiel celkovej dodanej energie podľa energonositeľov.....	46
Graf 10.5 Podiel primárnej energie podľa energonositeľov	46
Graf 11.1 Spotreba elektrickej energie zón – December.....	54
Graf 11.2 Spotreby elektrickej energie zón – Marec	55
Graf 11.3 Spotreba elektrickej energie zón – Jún	55
Graf 11.4 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov - December	57
Graf 11.5 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov - Marec	58
Graf 11.6 Spotreba elektrickej energie zariadení porovnaný s výkonom FV panelov – Jún ...	58
Graf 12.1 Porovnanie tepelných strát prestupom a vetraním súčasného stavu a varianty	359
Graf 12.2 Dodaná energia pre systémy TZB, porovnanie variant so súčasným stavom	60
Graf 12.3 Celková dodaná energia podľa energonositeľov	61
Graf 12.4 Porovnanie investície na opatrenia a ročných nákladov na energiu	65

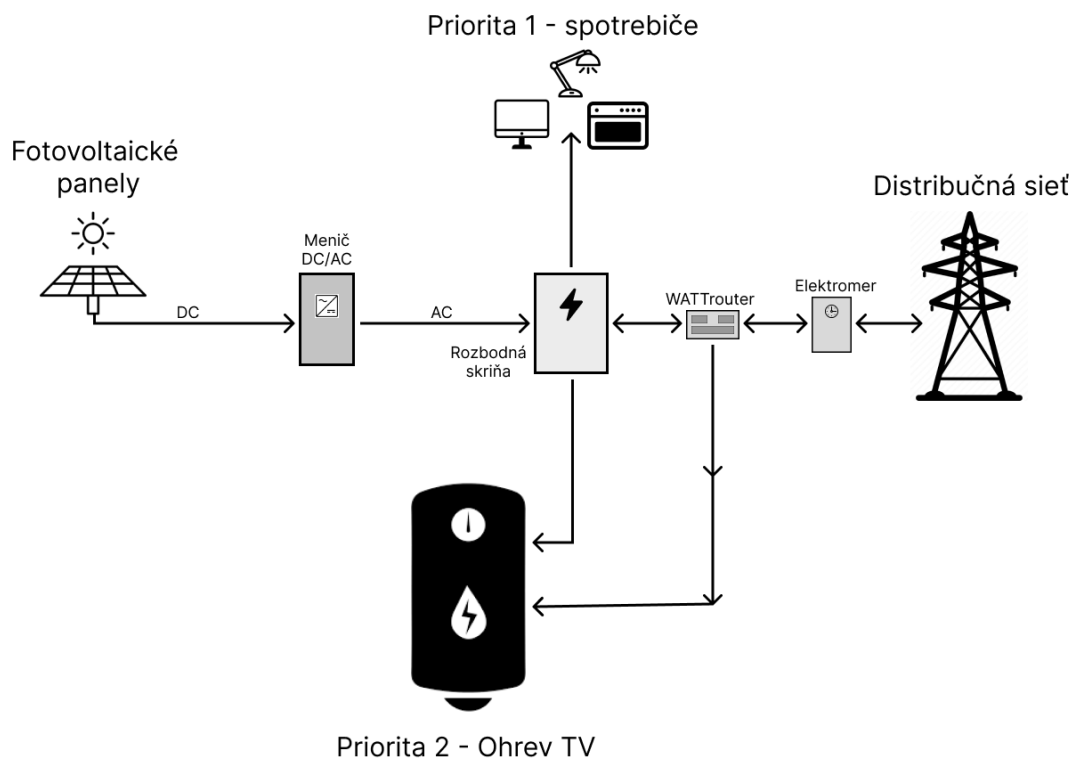
PRÍLOHY

- P1 Pôdorys 1.PP – súčasný stav
- P2 Pôdorys 1.NP – súčasný stav
- P3 Pôdorys 2.NP – súčasný stav
- P4 Rez – súčasný stav
- P5 Schéma kotolne – nový stav
- P6 Schéma rozmiestnenia FV panelov na streche
- P7 Schéma systému FV panelov
- P8 Ekonomika návrhov

Príloha P6 – Schéma rozmiestnenia FV panelov na streche



Príloha P7 – Schéma systému FV panelov



Príloha P8 – Ekonomika návrhov

Opatrenie 1 - Zateplenie a výmena výplní						
Cena za	Cena za m ² [Kč/m ²]	Plocha [m ²]	Celková cena [Kč]	Životnosť [rok]	Údržba ročne [%]	Cena údržby [Kč]
Okná	6000	150,3	901 800,00 Kč	30	1	9 018,00 Kč
Dvere	8000	31,3	250 400,00 Kč	30	1	2 504,00 Kč
Zateplenie stien	2500	780,9	1 952 250,00 Kč	40	0	0,00 Kč
Zateplenie stracha	2000	575,44	1 150 880,00 Kč	40	0	0,00 Kč
Zateplenie podlahy na teréne	1300	528,46	686 998,00 Kč	40	0	0,00 Kč
Cena zateplenia spolu s prácou			4 943 000,00 Kč			11 600,00 Kč

Životnosť [rok]	40
Cena	4 943 000,00 Kč
Údržba	11 600,00 Kč

Opatrenie 2 - Umelé osvetlenie					
Zóna	Cena Led svietidiel [Kč]	Plocha zóny [m ²]	m ² /KS	KS	Cena [Kč]
1	1 250,00 Kč	102,15	22	5	6 250,00 Kč
2	1 650,00 Kč	445,7	18	25	41 250,00 Kč
3	1 890,00 Kč	253,4	20	13	24 570,00 Kč
4	1 650,00 Kč	77,65	20	4	6 600,00 Kč
5	1 650,00 Kč	165,2	20	9	14 850,00 Kč
Cena svietidiel					93 520,00 Kč
Cena rozvodova a práce 25% z ceny svietidiel					23 380,00 Kč
Cena výmeny umelého osvetlenia					117 000,00 Kč
Údržba 1% z ceny					1 200,00 Kč
	Životnosť [rok]	údržba [%]			
Osvetlenie a rozvody	30	1			

Životnosť [rok]	30
Cena	117 000,00 Kč
Údržba	1 200,00 Kč

Opatrenie 3 - Cena VZT jednotky a rozvodov - cenový predpoklad					
Jenotka v zóne	Cena jednotky [Kč]	dĺžka potrubia [m]	Cena za m dĺžka	Cena potrubia s príslušenstvom [Kč]	Cena práce 20% z ceny VZT a potrubia
Haier HACI-RP 65 - zóna 4	94 000,00 Kč	25,5	1800	45 900,00 Kč	27 980,00 Kč
Haier HACI-RP 80 - zóna 2	108 000,00 Kč	175,5	1800	315 900,00 Kč	84 780,00 Kč
Haier HACI-RP 130 - zóna 3 a 5	135 000,00 Kč	132,5	1800	238 500,00 Kč	74 700,00 Kč
	337 000,00 Kč			600 300,00 Kč	187 460,00 Kč

Celková cena	1 124 760,00 Kč
Údržba (filtre, čistenie) 4% z ceny	45 000,00 Kč

	Životnosť [rok]	Údržba [%]
VZT jednotka	15	4
Rozvody	30	4
Ventilátor	20	4
Filtre	1	0
Požiarnie klapky	15	8
Rekuperácia	20	4

Životnosť [rok]	20
Cena	1 124 760,00 Kč
Údržba	45 000,00 Kč

Opatrenie 4 - Tepelné čerpadlo pre vykurovanie a prípravu teplej vody				
Cena za	Cena [kč]	Životnosť [rok]	Údržba ročne [%]	Cena údržby [Kč]
Tepelné čerpadlo Regulus 32,5 kW	472 000,00 Kč	20	4	18 880 Kč
Otopná sústava -pôvodná	0,00 Kč	40	0	0 Kč
Potrubie v kotolni (meď)	30 500,00 Kč	30	1	305 Kč
Potrubie vrtvy (PE)	26 316,00 Kč	50	1	263 Kč
Rozdelovač zberač pre vrtvy	5 000,00 Kč	50	0,5	25 Kč
Expanzné nádrže	7 300,00 Kč	15	0,5	37 Kč
Aku nádrž so zásobníkom Regulus 1000/200	61 000,00 Kč	20	1	610 Kč
Regulačné prvky a armatúry	11 363,20 Kč	20	4	455 Kč
Obehové čerpadlá	16 000,00 Kč	15	4	640 Kč
Iné prvky	26 650,00 Kč	20	2	533 Kč
Cena materiálu	656 129,20 Kč	-	-	-
Cena práce 20% z ceny mat.	131 225,84 Kč	-	-	-
Cena vrtvy 17000 Kč/kW	552 500,00 Kč	-	-	-
Cena celkom	1 340 000,00 Kč	-	-	-
Odhadovaná cena podľa zdrojov 31000 Kč/kW	1 008 000,00 Kč	-	-	-
Údržba	-	-	-	21 800 Kč
Technická životnosť	25	rokov		

Životnosť [rok]	25
Cena	1 340 000,00 Kč
Údržba	21 800 Kč

Opatrenie 5 - Cena FV sústavy - cenový predpoklad				
Cena za	Cena	Životnosť	Údržba [%]	Cena údržby
Cena panelov	330 000,00 Kč	25	0,5	1 650,00 Kč
Ele. vodiče a iné doplnky	33 000,00 Kč	50	0,5	165,00 Kč
Meniče	45 000,00 Kč	25	1	450,00 Kč
Regulátor/predpätová ochrana	55 000,00 Kč	25	1	550,00 Kč
Práca	165 000,00 Kč	-	-	-
Stojany na FV panely	264 000,00 Kč	-	1	2 640,00 Kč
	892 000,00 Kč			5 455,00 Kč

Cena jedného panelu	Počet	Cena panelov
5500	60	330 000,00 Kč

Životnosť	25
Cena	892 000,00 Kč
Údržba	5 455,00 Kč

Ceny sú získané z internetových zdrojov. Životnosti a ceny údržby pochádzajú z ČSN EN 15459-1 Energetická náročnosť – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách - Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14, Duben 2018.