



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY

A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

OPTIMALIZÁCIA ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI  
OBCHODNÉHO CENTRA

Optimization of shopping center energy demands

Diplomová práca

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adrián Mikloš

VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Morávek, Ph.D

BRNO 2018

## Abstrakt

Diplomová práca na tému „Optimalizácia energetickej náročnosti obchodného centra“ sa zaoberá znížením energetickej náročnosti obchodného centra. V teoretickej časti sú rozpísané možnosti znižovania energetickej náročnosti z hľadiska obnoviteľných zdrojov, rozpísaný potenciál obnoviteľných zdrojov v danej lokalite. V praktickej časti je vypracovaný energetický audit existujúceho stavu, následne sú navrhnuté varianty na zníženie energetickej náročnosti objektu, vypracovaný rozpočet a vyjadrená návratnosť investície pomocou čistej súčasnej hodnoty, vnútorného výnosového percenta a prostej doby návratnosti.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** zníženie energetickej náročnosti, energetický audit, preukaz energetickej náročnosti budovy, znižovanie nákladov, fotovoltaiická elektrárňa, technická správa, čistá súčasná hodnota, vnútorné výnosové percento, doba prostej návratnosti, rozpočet

## Abstract

The diploma thesis on „Optimizing of shopping center energy demands“ deals with the reduce of the energy demand of the shopping center. The theoretical part describes the possibilities of reducing the energy intensity in terms of renewable resources, the potential of renewable resources. In practical part the energy audit of the existing building is designed, then the possibilities of reducing the energy intensity of the building, the budget and expressed return on investment by means of the net present value, the internal rate of return and simple payback period.

**KEYWORDS:** energy efficiency reduction, energy audit, building energy efficiency license, cost reduction, photovoltaic power plant, technical report, net present value, internal rate of return, simple payback period, budget

## **Bibliografická citácia**

MIKLOŠ, A. *Optimalizácia energetickej náročnosti obchodného centra*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačných technológií, 2018. 123 s.  
Vedúci diplomovej práce Ing. Jan Morávek, Ph.D.

## **Vyhlásenie**

„Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu na tému Optimalizácia energetickej náročnosti obchodného centra som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zoznamu literatúri na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomí následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúceho autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávnich dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákoníka č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa **21. Mája 2018**

.....  
podpis autora

## **Pod'akovanie**

Ďakujem vedúcemu diplomovejpráce Ing. Janovi Morávkovi, Ph.D. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri spracovávaní mojej diplomovej práce.

V Brne dňa **21. Mája 2018**

.....  
podpis autora

# Obsah

Obrázky

Tabuľky

1. Úvod.....	1
2. Energetický audit .....	3
2.1 Ekonomické vyhodnotenie.....	6
2.2 Ekologické vyhodnotenie.....	6
2.3 Preukaz energetickej náročnosti budovy – PENB.....	7
3. Obnoviteľné zdroje .....	9
3.1 Budúcnosť využívania obnoviteľných zdrojov .....	9
3.2 Obnoviteľné zdrojevyužitelné v obchodnom centre .....	11
3.2.1 Fotovoltaický systém .....	12
3.2.2 Veterná energetika.....	16
4. Energetický potenciál v lokalite Liptovský Mikuláš .....	18
4.1 Energetický potenciál slnečnej energie.....	18
4.2 Energetický potenciál veternej energie.....	20
5. Akumulácia elektrickej energie .....	22
5.1 Nikel – Kadmiové (NiCd) akumulátory .....	23
5.2 Nikel Metal Hydridové (NiMH) akumulátory.....	23
5.3 Olovené (PbA) akumulátory .....	23
5.4 Litium-iontové (Li-ion) akumulátory.....	24
5.5 Prietokové akumulátory.....	25
6. Aplikácia energetickej optimalizácie obchodného centra.....	26
6.1 Popis objektu .....	26
6.2 Základný popis energetických vstupov a výstupov .....	27
6.2.1 Energetické vstupy.....	27
6.2.2 Energetické výstupy .....	30
6.2.3 Preukaz energetickej náročnosti budovy .....	30
6.3 Zvolené komponenty.....	31
6.3.1 Fotovoltaické panely .....	31
6.3.2 Konštrukcia pre fotovoltaické panely.....	32
6.3.3 Meniče .....	33

6.4	Popis navrhnutého opatrenia.....	33
6.5	Varianta A.....	34
6.5.1	Výkon FVE v jednotlivých hodinách.....	34
6.5.2	Sebestačnosť objektu pomocou FVE.....	34
6.6	Varianta B.....	35
6.6.1	Výkon FVE v jednotlivých hodinách.....	35
6.6.2	Sebestačnosť objektu pomocou FVE.....	36
6.7	Varianta C.....	36
6.7.1	Výkon FVE v jednotlivých hodinách.....	36
6.7.2	Sebestačnosť objektu pomocou FVE.....	37
6.8	Návrh akumulácie elektrickej energie .....	37
6.9	Dimenzovanie vedení a výpočet strát na vedení .....	39
6.10	Návrh riadiaceho systému .....	41
7.	Ekonomické zhodnotenie navrhnutých opatrení.....	43
7.1	Obstarávacia cena .....	44
7.2	Vlastná spotreba.....	44
7.3	Čistá súčasná hodnota (ČSH).....	44
7.4	Metóda vnútorného výnosového percenta (IRR) .....	45
7.5	Metóda prostej návratnosti (PDN).....	45
7.6	Varianta A.....	45
7.6.1	Čistá súčasná hodnota projektu.....	46
7.7	Varianta B.....	46
7.7.1	Čistá súčasná hodnota projektu.....	47
7.8	Varianta C.....	47
7.8.1	Čistá súčasná hodnota projektu.....	48
7.9	Vyhodnotenie navrhnutých opatrení.....	48
8.	Záver .....	50
9.	Literatúra.....	52
10.	Symboly a skratky .....	55
11.	Prílohy .....	56

# Obrázky

Obrázok č.1: Dĺžka trvania energetického auditu [23] .....	5
Obrázok č.2: Metodický postup energetického auditu [vlastný obrázok] .....	5
Obrázok č.3: Príklad preukazu energetickej náročnosti budovy[vlastný obrázok] .....	7
Obrázok č.4: Podiel energie z obnoviteľných zdrojov v krajinách európskej únie [5] .....	9
Obrázok č.5: Stanovenie cieľov Európskej únie do roku 2020 a do roku 2030.[11] .....	10
Obrázok č.6: Rozdelenie spotreby elektrickej energie v roku 2015 [5] .....	11
Obrázok č.7: Blokovaná schéma ostrovného fotovoltaického systému[34] .....	13
Obrázok č.8: Schéma zapojenia FVE pre priamy predaj[upravené podľa 37] .....	13
Obrázok č.9: Schéma zapojenia FVE pre zelený bonus (prebytky)[upravené podľa 37].	14
Obrázok č.10: Blokovaná schéma hybridného fotovoltaického systému [12] .....	14
Obrázok č.11: Blokovaná schéma zapojenia AC – coupling [21] .....	15
Obrázok č.12: Blokovaná schéma zapojenia DC – coupling [21] .....	16
Obrázok č.13: Mapa slnečnej energie Slovenskej republiky s vyznačením lokality objektu (červená bodka)[16] .....	19
Obrázok č.14: Poveternostná mapa Slovenskej Republiky[15] .....	21
Obrázok č.15: Rozloženie rýchlosti vetra v priebehu roka v lokalite Liptovský Mikuláš[16] .....	21
Obrázok č.16: Gélové doskové olovené akumulátory od firmy SEC v regálovom uložení[10] .....	24
Obrázok č.17: Princíp fungovania VRB batérií [upravené podľa 38] .....	25
Obrázok č.18: V červenom rámciku je označený objekt energetického auditu [vlastný obrázok] .....	26
Obrázok č.19: Južný pohľad na objekt [vlastný obrázok] .....	27
Obrázok č.20: Denný diagram potrebného výkonu pre ročné obdobia .....	30
Obrázok č.21: Fotovoltaický panel[25] .....	32
Obrázok č.22: Kóty konštrukcie a fotovoltaického panelu [vlastný obrázok] .....	32
Obrázok č.23: Menič typu SMA STP 50-40, SMA STP 60 [26,27] .....	33
Obrázok č.24: Výkon FVE pri 1 771 ks fotovoltaických paneloch .....	34
Obrázok č.25: Výkon FVE pri 819 ks fotovoltaických paneloch .....	35
Obrázok č.26: Výkon FVE pri 4 790 ks fotovoltaických paneloch .....	36
Obrázok č.27: Technické parametre akumulačného prvku[24] .....	38
Obrázok č.28: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu A .....	38
Obrázok č.29: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu B .....	39
Obrázok č.30: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu C .....	39
Obrázok č.31: ČSH pre variantu A .....	46
Obrázok č.32: ČSH pre variantu B .....	47
Obrázok č.33: ČSH pre variantu C .....	48
Obrázok č.34: Prvé prízemné poschodie[vlastný obrázok] .....	57
Obrázok č.35: Prvé nadzemné poschodie [vlastný obrázok] .....	58
Obrázok č.36: Druhé nadzemné poschodie [vlastný obrázok] .....	59
Obrázok č.37: Dispozícia strechy [vlastný obrázok] .....	60



Obrázok č.38: Obchodné centrum – predný pohľad [vlastný obrázok] .....	61
Obrázok č.39: Obchodné centrum – zadný pohľad [vlastný obrázok] .....	61
Obrázok č.40:Obchodné centrum – podzemná garáž [vlastný obrázok] .....	62
Obrázok č.44: PENB existujúci stav .....	97
Obrázok č.41: Štruktúra zdrojov OZE Švédska[6] .....	105
Obrázok č.42: Štruktúra zdrojov OZE Malty[6] .....	105
Obrázok č.43: Štruktúra zdrojov OZE Slovenska [6] .....	106
Obrázok č.52: Južný pohľad na strechu [vlastný obrázok] .....	107
Obrázok č.53: Južný pohľad na strechu [vlastný obrázok] .....	107
Obrázok č.54: Juho-západný pohľad na strechu [vlastný obrázok] .....	108
Obrázok č.55: Severný pohľad na strechu [vlastný obrázok] .....	108
Obrázok č.56: Simulácia tienenia strechy [vlastný obrázok] .....	109
Obrázok č.57: Konštrukcia fotovoltaického systému [vlastný obrázok] .....	110
Obrázok č.45: Katalóg fotovoltaického panela [25] .....	118
Obrázok č.46: Katalóg fotovoltaického panela [25] .....	119
Obrázok č.47: Katalóg meniča SMA STP 50-40 [26] .....	120
Obrázok č.48: Katalóg meniča SMA STP 60 [27] .....	121
Obrázok č.49: Katalóg akumuláčného prvka [24].....	122
Obrázok č.50: Katalóg solárneho kábla[28] .....	123
Obrázok č.51: Katalóg vodičov [29] .....	123

# Tabuľky

Tabuľka č.1: Hodnoty intenzity slnečného žiarenia pre lokalitu Liptovský Mikuláš [13]	18
Tabuľka č.2: Porovnanie najpoužívanejších typy priemyselných batérií [17,32]	22
Tabuľka č.3: Popis redukčných a oxidačných procesov pre nabíjanie a vybíjanie VRB systému	25
Tabuľka č.4: Spotreba a cena elektrickej energie v jednotlivých mesiacoch	28
Tabuľka č.5: Spotreba a cena tepelnej energie (plynu) v jednotlivých mesiacoch	29
Tabuľka č.6: Základné parametre fotovoltaického panelu[25]	32
Tabuľka č.7: Základné parametre konštrukcie fotovoltaického systému	32
Tabuľka č.8: Parametre použitých meničov[26,27]	33
Tabuľka č.9: Dosiahnutá sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne- Varianta A	35
Tabuľka č.10: Dosiahnutá sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne- Varianta B	36
Tabuľka č.11: Dosiahnutá sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne- Varianta C	37
Tabuľka č.12: Miera inflácie od roku 2003 do roku 2017. [Štatistický úrad Slovenskej republiky]	43
Tabuľka č.13: Prehľad vývoja cien elektrickej energie. [Úrad pre reguláciu sietových odvetví]	43
Tabuľka č.14: Prehľad obstarávacej ceny FVE	44
Tabuľka č.15: Prehľad ročnej úspory nákladov na elektrickú energiu cena SSE 0,098 € bez DPH	44
Tabuľka č.16: Porovnanie navrhnutých variant	49
Tabuľka č.17: Spotrebiče umiestnené v objekte v zimnom období – December, Január, Február	98
Tabuľka č.18: Spotrebiče umiestnené v objekte v jarnom a jeseňnom –Marec, Apríl, Máj, Október, November	99
Tabuľka č.19: Spotrebiče umiestnené v objekte v letnom období – Jún, Júl, August, September	100
Tabuľka č.20: Prebytky elektrickej energie v zimnom období – December, Január, Február	101
Tabuľka č.21: Prebytky elektrickej energie v období jar, jeseň – Marec, Apríl, Máj, Október, November	102
Tabuľka č.22: Prebytky elektrickej energie v letnom období – Jún, Júl, August, September	103
Tabuľka č.23: Škála energetických tried pre jednotlivé kategórie budov	104
Tabuľka č.24: Prehľad ročnej výroby elektrickej energie od sklonu FVE	111
Tabuľka č.25: Podrobný prehľad vyrobenej elektrickej energie pri sklone 35° a 36°	111
Tabuľka č.26: Podrobný rozpis ceny konštrukcie pre 1771 kusov fotovoltaických panelov	112
Tabuľka č.27: Podrobný rozpočet pre obe varianty fotovoltaického systému	113

Tabuľka č.28: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu A.....	114
Tabuľka č.29: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu B.....	115
Tabuľka č.30: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu C.....	115
Tabuľka č.31: Výkonnosť FVE v mesiaci Január.....	116

# 1. Úvod

Diplomová práca sa zaoberá optimalizáciou obchodného centrana strednom Slovensku a potenciálom využívania obnoviteľných zdrojov pre tento typ objektov. Obnoviteľné zdroje energie sa v súčasnosti javia ako najlepšia alternatíva pre neobnoviteľné zdroje, ktoré ľudstvo vyčerpá v horizonte niekoľko stoviek rokov. Možnosť prechodu získavania energie z obnoviteľných zdrojov sa nedá realizovať v krátkom a ani v strednom období, preto je dôležité rozširovať poznatky a skúmať, aké sú možnosti v postupnom nahradzovaní fosílnych palív.

Najdôležitejšími krokmi pre rozširovanie obnoviteľných zdrojov bude skúmanie potenciálu energie v jednotlivých krajinách a určiť, v akej miere je možné tento potenciál využiť z hľadiska legislatívnych bariér. Ďalším dôležitým krokom bude posúvať technologické znalosti. Posledným krokom, ale nie menej dôležitým, je masívna podpora krajín pre presadzovanie obnoviteľných zdrojov a to pre dopravu, domácnosti, priemysel a obchod. A práve masívna podpora európskej únie k využívaniu obnoviteľných zdrojov dopomohla k uzavretiu smernice 31/2010/EU, kde sa členské štáty európskej únie zaviazali splniť do roku 2020 cieľ 20-20-20. Čo v skratke znamená zvýšenie podielu celkovej vyrobenej energie v európskej únii na 20%, zníženie emisií skleníkových plynov o 20% a zníženie spotreby energie budov o 20%. Kapitola 3 definuje obnoviteľné zdroje, ich rozdelenie a posúdenie energetickej efektívnosti. Zaoberá sa budúcnosťou využívania obnoviteľných zdrojov energie z hľadiska stanovených cieľov krajín Európskej únie a popisuje dosiahnutý stav k roku 2015. Podrobne sú rozpísané systémy na priamu premenu slnečného žiarenia na elektrickú energiu.

Pre znižovanie spotreby energie budov je potrebné spraviť energetický audit, ktorý navrhne vhodné opatrenia na zníženie spotreby energie. Kapitola 2 sa venuje energetickému auditu a preukazom energetickej náročnosti budov. Kapitola vychádza zo zákona č.321/2014 o energetickej efektívnosti a energetickom audite. Sú rozpísané základné údaje o energetickom audite a to jeho obsah, povinnosť spracovať energetický audit, sankcie v prípade nesplnenia spracovania, je tu rozpísaný metodický postup pri jeho vypracovaní a ekonomické, ekologické vyhodnotenia navrhnutých opatrení. Pri preukaze energetickej náročnosti budov sú rozpísané energetické triedy.

V ďalšej časti sa práca zaoberá energetickým potenciálom obnoviteľných zdrojov v lokalite Liptovský Mikuláš v komerčných budovách. Podrobne sa rozoberá potenciál slnečnej energie a veternej energie.

Jedna z hlavných nevýhod elektrickej energie je jej neskladnosť. Výroba obnoviteľných zdrojov energie priamo závisí od počasia, s čím vznikajú mnohé komplikácie s jej využívaním. Riešením využívania energie aj za nepriaznivých podmienok sú akumuláčnne prvky. Akumulačným prvkom sa v posledných rokoch venuje čoraz väčšia pozornosť, čím sú verejne prístupnejšie a častejšie využívané pri

technických riešeniach. Pomocou akumulácie energie je možné v maximálnej miere spotrebovať vyrobenú elektrickú energiu priamo v mieste výroby. Kapitola sa zaoberá batériovými akumulátormi. Popisuje a porovnáva najpoužívanejšie batériové akumulátory a to typu NiCd, NiMH, PbA, Li-ion a VRB.

Praktická časť diplomovej práce sa zaoberá optimalizáciou konkrétneho objektu. V prvej časti popisuje energetické vstupy (elektrickej energie a plynu). Popisuje sa ročná spotreba elektrickej a tepelnej energie. Denná spotreba elektrickej energie je rozpísaná pre jednotlivé obdobia v roku. Z týchto spracovaných údajov je vypracovaný preukaz energetickej náročnosti budovy a energetický audit existujúceho stavu objektu. Podľa energetického auditu sú vypracované varianty na zníženie energetickej náročnosti objektu. Ďalej sú rozpísané použité komponenty pri vypracovaní návrhov zníženia energetickej náročnosti a následne vytvorený rozpočet celého projektu. Vytvorili sa tri varianty, pre ktoré je sebestačnosť objektu popísaná. Prvá varianta popisuje optimálne rozloženie fotovoltaických panelov bez vzájomného tienenia. Druhá varianta je vytvorenie fotovoltaickej elektrárne bez akumuláčného systému. Tretia varianta je založená na predpoklade splnenia 50% sebestačnosti objektu.

Pre ekonomické porovnanie navrhnutých variant fotovoltaickej elektrárne sú použité investičné metódy a to dynamická metóda čistej súčasnej hodnoty ČSH, miera výnosnosti vnútorného percenta IRR a statická metóda doby prostej návratnosti PDN.

Posledná časť práce sa zaoberá projektovou dokumentáciou a technickou správou navrhnutej prvej varianty.

## 2. Energetický audit

Energetický audit je písomná správa, ktorá slúži na zhodnotenie energií v danom objekte, ekologicky a ekonomicky efektívnom návrhu na zvýšenie úspor energie alebo zvýšenie energetickej účinnosti vrátane doporučení k realizácii. Postup pri výkone energetického auditu, obsah písomnej správy a súbor údajov na monitorovanie efektívnosti pri používaní energie je popísaný v zbierke zákona č.321/2014 z 21. októbra 2014 o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Pre doplnenie bol tento zákon v roku 2015 upravený vyhláškou Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky zo 6. júla 2015 o energetickom audite, platný od 1. augusta 2015.

### **Vyhláška obsahuje:[1]**

- a) postup pri výkone energetického auditu,
- b) obsah písomnej správy z energetického auditu,
- c) formu súhrnného informačného listu,
- d) súbor údajov pre monitorovací systém energetickej efektívnosti.

### **Energetický audit musí obsahovať: [1]**

1. Titulný list
2. Identifikačné údaje
3. Popis existujúceho stavu predmetu energetického auditu
4. Vyhodnotenie existujúceho stavu predmetu energetického auditu
5. Návrh opatrení k zvýšeniu účinnosti využitia energie
6. Varianty z návrhu jednotlivých opatrení
7. Výber optimálnej varianty
8. Odporúčenie energetického špecialistu oprávneného spracovať energetický audit
9. Evidenčný list energetického auditu
10. Kópia dokladu o vydaní oprávnenia osoby pre vykonávanie tejto činnosti

### **Povinnosti spracovania energetického auditu sú stanovené v §3zbierky zákona č. 321/2014 pre podniky: [1]**

- a) s viac ako 250 zamestnancami,
- b) alebo ktorých ročný obrat presahuje 50 mil. EUR,
- c) a/alebo ktorých celková ročná súvaha presahuje 43 mil. EUR.
- d) podnikateľ, ktorý nie je malým alebo stredným podnikateľom

Energetický audit podľa zákona č.321/2014 Z.z. je potrebné pravidelne spracovávať najmenej raz za 4 roky.

#### *Poznámka :*

- *Definícia malého a stredného podnikateľa je uvedená v Nariadení Európskej komisie č.651/2014*

- *Kategória malých a stredných podnikov tvoria podniky, ktoré zamestnávajú menej ako 250 osôb a ktorých ročný obrat nepresahuje 50 mil. EUR a/alebo celková ročná súvaha nepresahuje 43 mil. EUR.*
- *Malý podnik sa definuje ako podnik, ktorý zamestnáva menej ako 50 osôb a ktorého ročný obrat a/alebo celková ročná súvaha nepresahuje 10 mil. EUR.*

### **Nesplnenie povinnosti vypracovania energetického auditu**

Firmy sú povinné si nechať vypracovať energetický audit raz za štyri roky. Uznávajú sa EA vykonané v rámci systémov environmentálneho alebo energetického manažérstva, ak ich spracovali osoby s odbornou spôsobilosťou ustanovenou zákonom. Firmy, ktoré nemajú vypracovaný energetický audit do 5. decembra 2015 môžu dostať pokutu od 5000 do 30 000 eur.[1]

Povinnosť sa vzťahuje nielen na firmy zaoberajúce sa výrobou, ale aj spoločnosti poskytujúce služby v administratívnych či obchodných priestoroch a to banky, poisťovne a obchodné reťazce.

Vypracovaný EA musí podnik uschovať až do vykonania nasledujúceho auditu. Ďalej je povinný poskytnúť EA prevádzkovateľovi monitorovacieho systému (SIEA) elektronický súbor údajov a súhrnný informačný list a to do 30 dní od jeho vypracovania. Za nesplnenie tejto povinnosti hrozí pokuta od 500 do 5 000 eur. [1]

### **Metodický postup energetického auditu:[1]**

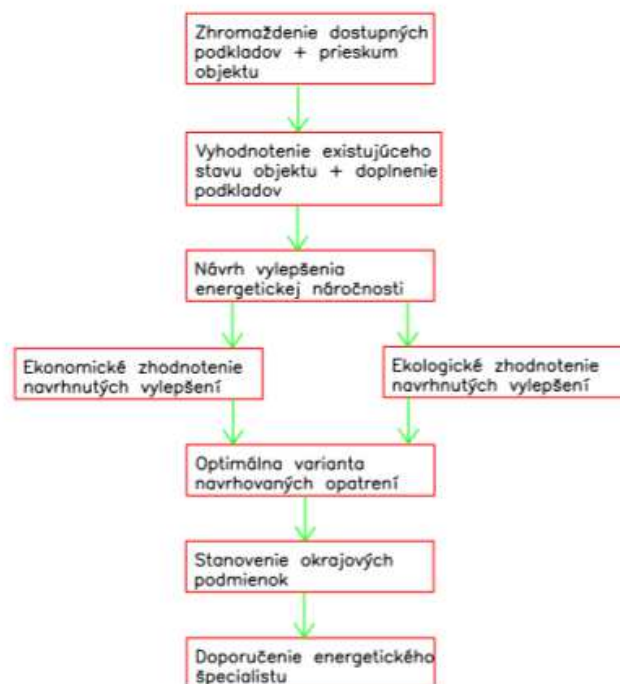
Metodický postup energetického auditu je znázornený na obrázku č.2. Pri vypracovávaní energetického auditu je dôležité vychádzať z dostupných podkladov a to hlavne:

- energetických vstupoch za predchádzajúce 3 roky vrátane priemerných hodnôt,
- vlastných energetických zdrojov vrátane ročnej bilancie výroby energie z vlastných zdrojov energie,
- rozvodov energie :
  - rozvod tepla a chladu (druh, dĺžka, kapacita, priemer, vek a technický stav, hrúbka a stav tepelnej izolácie)
  - pre všetky rozvody energie sa uvedie schéma energetických rozvodov, zhodnotí sa ich stav a vybavenosť meraním
- významných spotrebičoch energie, ktorými sú údaje o druhu spotrebiča, energetickom príkone, ročných prevádzkových hodinách a spôsob regulácie,
- tepelne technických vlastnostiach budov a systému manažmentu hospodárenia s energiami
- celkovou energetickou bilanciou

Po získaní jednotlivých dokumentov a prieskumu objektu sa vyhodnotí existujúci stav poprípade sa doplnia podklady. Následne sa pristúpi k návrhom opatrenia k zvýšeniu účinnosti užitia energie. Pre objekt musia byť vždy vypracované minimálne dva varianty opatrení. Celý proces vypracovania kompletného auditu trvá približne 4 mesiace. Podrobný časový rozpis je na obrázku č.1.



Obrázok č.1: Dĺžka trvania energetického auditu [23]



Obrázok č.2: Metodický postup energetického auditu [vlastný obrázok]

### Návrh opatrení musí obsahovať:[1]

- názov a popis opatrenia,
- ročnú úsporu energie v MWh/rok a porovnanie úspor energie so stavom pred realizáciou navrhnutého opatrenia
- náklady na realizáciu navrhovaného opatrenia



- priemerné ročné prevádzkové náklady v tisícoch EUR/rok a porovnať priemerných ročných prevádzkových nákladov so stavom pred realizáciou navrhovaného opatrenia
- ekonomické vyhodnotenie navrhovaných variant
- ekologické vyhodnotenie navrhovaných variant
- upravenú ročnú energetickú bilanciu navrhnutých variant

## 2.1 Ekonomické vyhodnotenie

Zmysel energeticky úsporných opatrení je znížiť ekonomickú náročnosť prevádzky. Hlavným rozhodovacím kritériom pre výber optimálnej varianty je kritérium čistej súčasnej hodnoty (ČSH). Doplnujúcim kritériom je kritérium vnútorného výnosového percenta (IRR) a kritérium prostej doby návratnosti (PDN).[1]

Čistá súčasná hodnota (ČSH) sa vypočíta vzorcom (1):

$$\text{ČSH} = -K_i + \sum_{t=1}^n \frac{p_t}{(1+i)^t} \text{ [€/rok]} \quad (1)$$

kde:

$K_i$  – obstarávací investičné náklady

$p_t$  – peňažný príjem v  $t$ -tom roku

$i$  – diskontná sadzba

$n$  – roky uvedenia investície do prevádzky

$t$  – roky po uvedení do prevádzky

Obdobné značenie veličín platí aj pre IRR a PDN.

Vnútorné výnosové percento (IRR) sa vypočíta vzorcom(2):

$$0 = -K_i + \sum_{t=1}^n \frac{p_t}{(1+IRR)^t} \quad [\%] \quad (2)$$

Prostú dobu návratnosti (PDN) sa vypočítavzorcom (3):

$$PDN = \frac{K_i}{Ziskpriemer} \quad \text{[roky]} \quad (3)$$

## 2.2 Ekologické vyhodnotenie

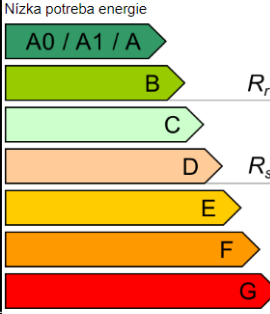
Najdôležitejší ukazovateľ ekologického vyhodnotenia je rozdiel emisií znečisťujúcich látok za súčasného stavu a stavu po realizácii navrhovaných variant. Množstvo emisií znečisťujúcich látok sa vypočíta ako súčin mernej výrobnéj emisie a príslušnej vzťažnej veličiny za rok. Merná výrobná emisia sa vyčíta z protokolu o jednorazovom meraní emisií znečisťujúcich látok odmerané autorizovanou osobou podľa právneho predpisu. Meranie nemôže byť staršie ako tri roky. Ak nie sú dostupné

údaje o merných výrobných emisiách, musia sa emisie stanoviť ako súčin aktuálneho emisného faktoru, ktorý je zverejnený Ministerstvom životného prostredia a počtu jednotiek príslušnej vzťažnej veličiny za rok. [1]

## 2.3 Preukaz energetickej náročnosti budovy – PENB

Preukaz energetickej náročnosti budovy vyhodnocuje ročnú energiu potrebnú na prevádzkovanie budovy a to energiu na vykurovanie, na prípravu TÚV, chladenie, úpravu vzduchu (vetranie) a energiu na osvetlenie. Výstupom vyhodnotenia energií budovy je zaradenie do príslušnej energetickej triedy, rovnako ako je to aj pri energetickom štítku spotrebiča, a to v rozmedzí A až G. Trieda A znamená energeticky najúspornejšie budovy, G mimoriadne ne hospodárne budovy. Triedy B-C majú zateplené novostavby z moderných materiálov. Do triedy F-G patria nezateplené budovy a staré objekty z pôvodných materiálov. Z praktického hľadiska budovy s energetickou triedou D-G nie je možné získať stavebné povolenie. V prílohe 7 sú zobrazené kvalifikačné triedy pre hodnotenie energetickej náročnosti budov. [1,2,3]

Platnosť PENB je 10 rokov od dňa jeho vyhotovenia alebo do vykonania väčšej zmeny dokončenej budovy. Vypracovať PENB môže iba energetický špecialista s príslušným oprávnením, ktoré vydáva Slovenská komora stavebných inžinierov. Na obrázku č.3 je ukázaný PENB obchodného centra vidno, že budova je zaradená podľa globálneho ukazovateľa primárnej energie do energetickej triedy B.

Kategória budovy:	Celková potreba energie	Primárna energia
<small>BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY</small>		
<b>Globálny ukazovateľ:</b> <b>Primárna energia</b>	165 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	217 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
Nízka potreba energie		
 A0 / A1 / A		
B $R_r$	<b>B</b>	<b>B</b>
C		
D $R_s$		
E		
F		
G		
Vysoká potreba energie		
Normalizované hodnotenie		<input checked="" type="checkbox"/>
Prevádzkové hodnotenie		<input type="checkbox"/>
<b>Minimálna požiadavka <math>R_r</math>:</b>	214	425
<b>Typická budova <math>R_s</math>:</b>	391	850

Obrázok č.3: Príklad preukazu energetickej náročnosti budovy[vlastný obrázok]

### Požiadavky na energetickú hospodárnosť budov

Vyhláška č. 364/2012 Z.z. na základe zákona č. 300/2012 Z.z. o zmene a doplnení zákona č. 555/2005 Z.z. popisuje národný plán na znižovanie energetickej náročnosti

budov na základe implementácii smernice EU 2010/31 z roku 2010 o ENB. Kritériá pre naplnenie národného plánu:[1,32]

- do 31.12.2015 všetky nové budovy musia mať minimálny globálny ukazovateľ v energetickej triede B
- do 31.12.2018 všetky nové budovy musia mať minimálny globálny ukazovateľ v energetickej triede A1(pre nové budovy v ktorých sídli alebo vlastní štátna organizácia)
- do 31.12.2020 všetky nové budovy musia mať minimálny globálny ukazovateľ v energetickej triede A1(pre všetky nové budovy)
- po 31.12.2018 (resp.31.12.2020) všetky nové budovy musia spĺňať požiadavku na globálny ukazovateľ A0 – to je budova s takmer nulovou spotrebou energie.

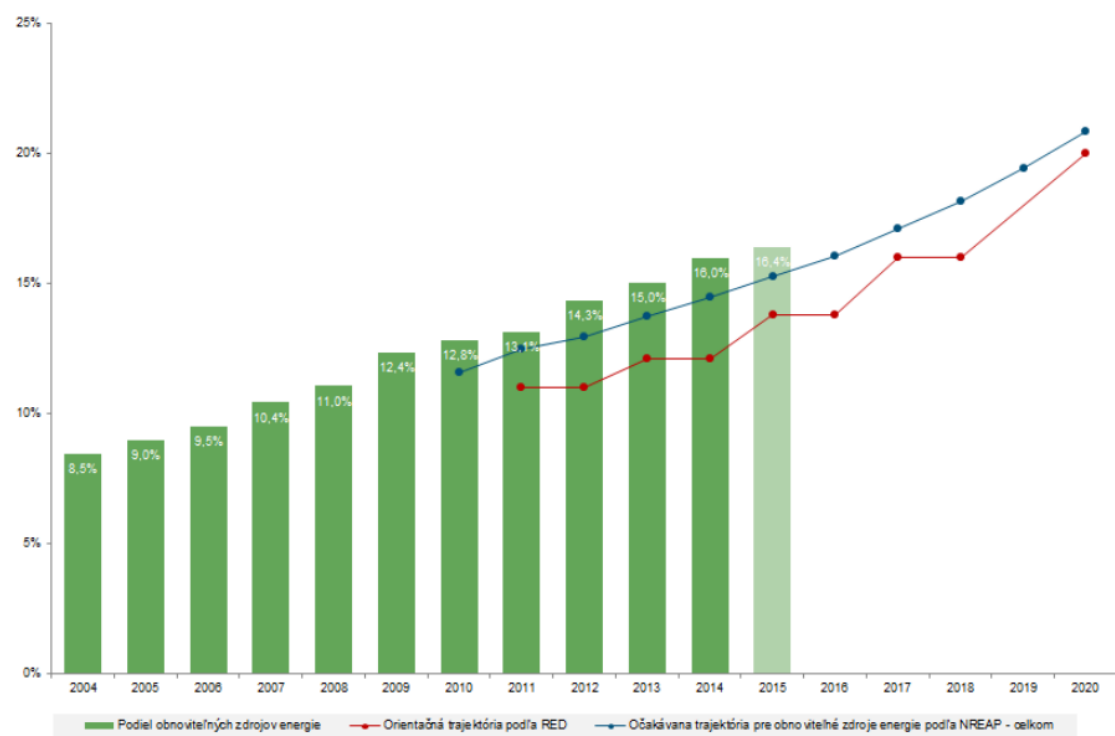
Podľa §2 odst.1 vyhláškyč. 364/2012 sa považuje za globálny ukazovateľ len primárna energia. Ale podľa MDVRR SR sa považuje za globálny ukazovateľ aj ukazovateľ celkovej dodanej energie a preto je pre požiadavku globálneho ukazovateľa v energetickej triede A1 a A0 aj požiadavka na energiu v energetickej triede A.[1,32]

Pre významné obnovované budovy sa uplatňujú tieto požiadavky za podmienky, že technicky, funkčne a ekonomicky je to uskutočniteľné.[32]

## 3. Obnoviteľné zdroje

### 3.1 Budúcnosť využívania obnoviteľných zdrojov

V nedávnej minulosti sa elektrická energia získavala primárne z neobnoviteľných zdrojov energie. Za tieto zdroje sú považované tie, ktoré sa vyčerpajú v priebehu stoviek rokov ale ich prípadné obnovenie by trvalo mnohonásobne dlhšie. Opakom sú obnoviteľné zdroje, ktoré nedokážeme vyčerpať teoreticky za tisíce až miliardy rokov. Životnosť neobnoviteľných zdrojov ako napríklad ropa je odhadovaná pri súčasnej spotrebe na 41 rokov, zemný plyn na 62 rokov a uhlie 224 rokov. Životnosť je jedným z faktorov prečo je potrebné do energetickej koncepcie uplatňovať čo najviac obnoviteľných zdrojov energie, pretože málo kto z nás si v súčasnosti vie predstaviť život bez elektrickej energie. Dôležitejším faktorom, prečo je potrebné nahrádzať neobnoviteľné zdroje energie je ich negatívny vplyv na prírodu a ovzdušie. Znečisťovanie ovzdušia primárne závisí na klimatických zmenách, ktoré sú v posledných rokoch najviac diskutovanou témou medzi poprednými predstaviteľmi krajín. Je nesmierne dôležité, že sa do energetickej problematiky zapojili štáty a začali hľadať riešenia a podporovať finančnými dotáciami. V roku 2015 v štátoch Európskej únie bol podiel obnoviteľných zdrojov na úrovni 16,4%. V Slovenskej republike bol tento podiel na úrovni 12,9%. Na obrázku č.4 je vidieť vývoj OZE od roku 2004 do roku 2015 a predpoklad vývoju do roku 2020. [5,7,8]

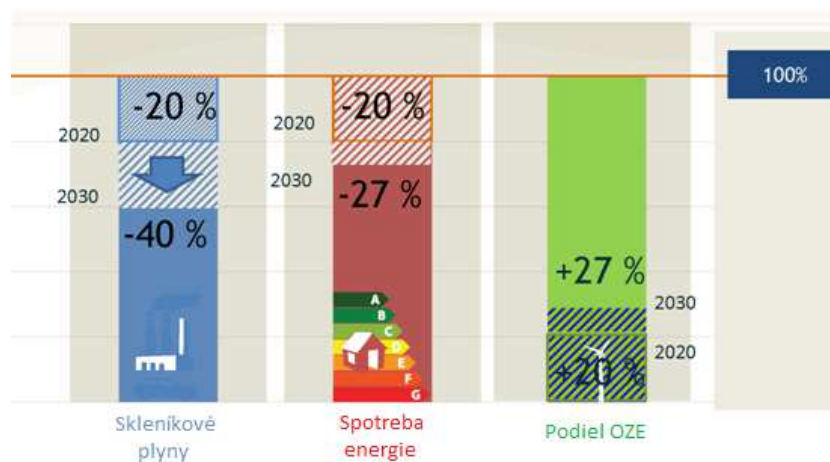


Obrázok č.4: Podiel energie z obnoviteľných zdrojov v krajinách európskej únie [5]

V roku 2010 Európska rada schválila revíziu smernice 91/2002/ES s názvom Smernice o energetickej náročnosti budov pod číslom 31/2010/EU. Revidovaná smernica určuje cieľ Európskej únie v oblasti energetiky do roku 2020. Základným

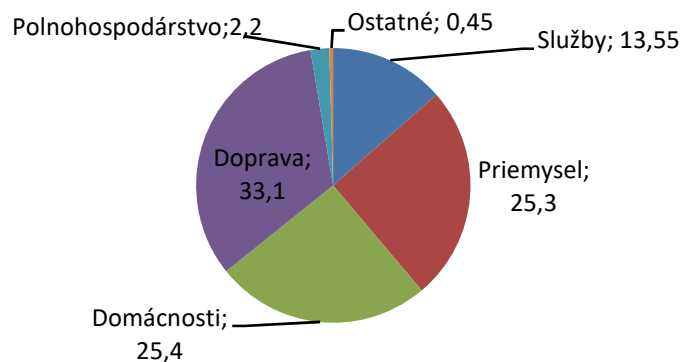
cieľom revidovanej smernice je dosiahnuť 20-20-20, čím sa Európska únia zaviazala do roku 2020 znížiť emisie skleníkových plynov o 20%, zníženie spotreby energie budov o 20% a zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov na 20% celkovej výroby energie v Európe v porovnaní s rokom 1990. Štatistické údaje pre rok 2015 uvádzajú, že sa stanovené ciele podarilo splniť už 11 krajinám z 28 členských štátov. Slovenskej republike s dosiahnutým podielom OZE 12,9%, chýba 1,1% od stanoveného cieľa 14% do roku 2020. Lídrmi vo využívaní obnoviteľných zdrojov je Švédsko, Fínsko a Litva, kde podiel OZE dosiahol 53,8%, 38,7% a 37,2%. Z akčného národného plánu Švédska je zrejmé, že najviac využívajú energiu vody a energiu vetra na pevnine. Presný prehľad využívania OZE je zobrazený v prílohe 8. Naopak najhoršie sa darí využívať obnoviteľné zdroje Luxembursku, Malte a Holandsku, kde ich podiel OZE je 5,2%, 5,5% a 5,9%. Malta najviac využíva premenu slnečnej energie pomocou fotovoltaiických elektrární. Pre splnenie cieľa 10% sú plány na výstavbu veterných elektrární na mori.[5,6]

Ďalším dôležitým míľnikom pre Európsku úniu bol rok 2014, kedy publikovala Rada Európy výsledky rámcovej politiky EÚ v oblasti energetickej náročnosti do roku 2030, kde si dala za cieľ opäť znižovať emisie skleníkových plynov o ďalších 20%, spotrebu energie znížiť o ďalších 7% a zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energie o ďalších 7%. Vo výsledku do roku 2030 by sa mali znížiť emisie skleníkových plynov o 40%, spotreba energie budov o 27% a zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov o 27%.[11] Prehľad stanovenia cieľov EU do roku 2020 a 2030 je na obrázku č.5.



Obrázok č.5: Stanovenie cieľov Európskej únie do roku 2020 a do roku 2030.[11]

## Rozdelenie spotreby elektrickej energie



Obrázok č.6: Rozdelenie spotreby elektrickej energie v roku 2015 [5]

Z hľadiska cieľov Európskej únie a udržateľného rozvoja sú obnoviteľné zdroje dôležitou súčasťou energetického konceptu ako decentralizované zdroje energie.

### 3.2 Obnoviteľné zdroje využiteľné v obchodnom centre

Obnoviteľné zdroje energie, ktoré sú na zemi prístupné, sú získané primárne z jadrových premien v jadrovej elektrici, teplo získané zo Zemskeho jadra a zo sústavy Zem-Mesiak. Takto získané energie môžeme čerpať vo forme slnečného žiarenia, veternej energie, vodnej energie, energie prílivu, geotermálnej energie, biomasy. Teda obnoviteľné zdroje energie sú prírodné zdroje, ktoré majú schopnosť sa pri postupnom spotrebovaní čiastočne alebo úplne obnovovať sami alebo prispomáhať človek. Bližšie sa budeme venovať obnoviteľným zdrojom, ktoré sú využiteľné v obchodnom centre. [7]

Rozdelenie obnoviteľných zdrojov využiteľných v obchodnom centre: [7]

- Slnečná energetika
- Veterná energetika

Ostatné spomenuté obnoviteľné zdroje nie je možné využívať kvôli polohe a charakteru budovy.

Pre posúdenie energetického potenciálu obnoviteľných zdrojov je potrebné poznať charakteristické vlastnosti energetických zariadení a to:

- Inštalovaný výkon  $P_i$  [W]
- Špičkový výkon  $P_p$  [Wp]
- Priemerný celoročný výkon  $P_{cr}$  [kW]
- Súčiniteľ využitia  $K$  – popisuje využitie zariadenia v priebehu celého roka a je určený zo znalosti energie  $W_R$  vyprodukovanej za rok. [7]  $K = \frac{W_R}{P_i \cdot 8760}$  (4)

### 3.2.1 Fotovoltaický systém

Slnecnú energiu môžeme využívať pasívne a aktívne. Pre najefektívnejšie využívanie pasívnej slnečnej energie je dôležitá správna poloha a konštrukcia budovy. Aktívnu formu slnečnej energie môžeme meniť na tepelnú energiu pomocou solárno-termickej techniky a na elektrickú energiu pomocou fotovoltaických článkov. Práca sa bude bližšie venovať fotovoltaickým systémom.[7]

Princíp premeny priameho slnečného žiarenia na elektrickú energiu je známy od 19. storočia. Rozvoj fotovoltaických aplikácií je závislý na znalostiach polovodičov. Panely a ich podoba tak, ako ich poznáme dnes, siahajú do roku 1954, kde v Bellových laboratóriách vytvorili prvý prototyp s účinnosťou približne 6%. Dnešné fotovoltaické panely dosahujú účinnosť až 21,5%. Firma SunPower a Panasonic patria medzi lídrov v dosahovaní najvyššej účinnosti fotovoltaických panelov. Fotovoltaické panely dokážu vyrábať elektrickú energiu aj bez priameho slnečného žiarenia na základe difúzneho žiarenia.[33]

Vďaka dotáciám od štátu od roku 2009 sa začali výraznejšie stavať fotovoltaické elektrárne či už v malom merítku alebo ako veľké elektrárne. Poznáme tri najzákladnejšie typy fotovoltaických elektrární:

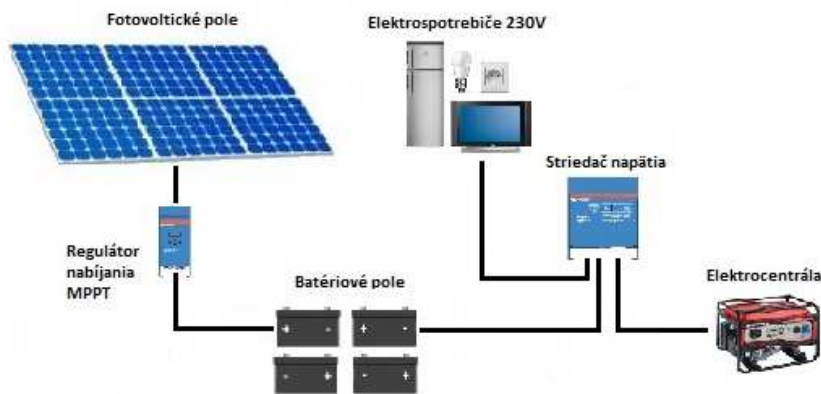
- samostatné (ostrovné) systémy (Grid-off),
- hybridné systémy s akumuláciou (Grid-off, Grid-on)
- systémy priamo spojené so sieťou bez akumulácie (Grid-on)[7]

#### Samostatné (ostrovné) systémy

Je to fotovoltaický systém bez pripojenia na rozvodnú distribučnú sieť. Najvhodnejším využitím sú miesta, kde nie je dostupná verejná distribučná sieť. Najpoužívanejším miestom inštalácie sú chatky, dopravné signalizácie, telekomunikačné zariadenia, svetelné reklamy a záhradné osvetlenie.

Systém obsahuje fotovoltaické panely, akumulčný prvok, striedač, regulátor nabíjania a ochrán. Bloková schéma ostrovného fotovoltaického systému je na obrázku č.7.

Ako akumulčný prvok najčastejšie sú používané akumulátorové batérie, konštruované na pomalé nabíjanie a vybíjanie. Pre optimálne nabíjanie batérie je v obvode pridaný regulátor napätia. K systému je možné pripojiť spotrebiče o jednosmernom prúde a to spravidla 12 V a 24 V, ale aj bežné sieťové spotrebiče s parametrami 230 V a 50 Hz, ktoré musia byť napájané cez striedač. Do systému sa môže napojiť aj náhradný zdroj elektrickej energie (elektrocentrála). [7,34]



Obrázok č.7: Blokovaná schéma ostrovného fotovoltického systému[34]

### System priamo spojený s verejnou distribučnou sieťou

System je pripojený k elektrickej sieti, čím vzniká výhoda, že system nepotrebuje akumulacný prvok. Systemy sa skladajú z fotovoltických panelov, striedača, ochrán a štvorkvadrantového elektromeru. Tento system je vhodný pre tých, ktorí potrebujú využívať elektrickú energiu iba v čase, keď je dostatočná intenzita slnečného žiarenia. Pripojenie k sieti podlieha schvaľovaciemu procesu, pričom je potrebné dodržať dané technické parametre.[7,14]

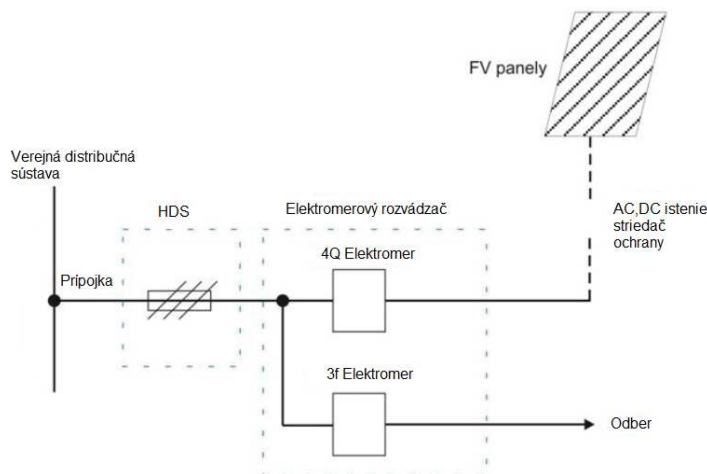
Pripojenie systému k distribučnej sieti

- priamy predaj
- zelený bonus

Jednotlivé varianty sa líšia aj v zapojení systému k verejnej distribučnej sieti.

### Priamy predaj

Pri zapojení systému na predaj do distribučnej sústavy je celý objem výroby elektrickej energie dodaný do distribučnej siete za pevnú výkupnú cenu. Je potrebné vytvoriť nové odberné miesto a uzavrieť s distribučnou spoločnosťou novú zmluvu a získať zákaznícke číslo. Pri priamom predaji je cena fixovaná na 15 rokov s každoročným zvyšovaním o 2%-4% v závislosti od mieri inflácie.[14]

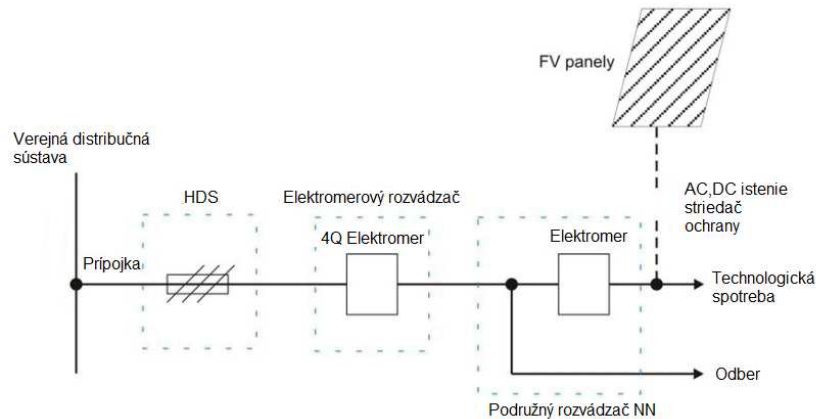


Obrázok č.8: Schéma zapojenia FVE pre priamy predaj[upravené podľa 37]



## Zelený bonus

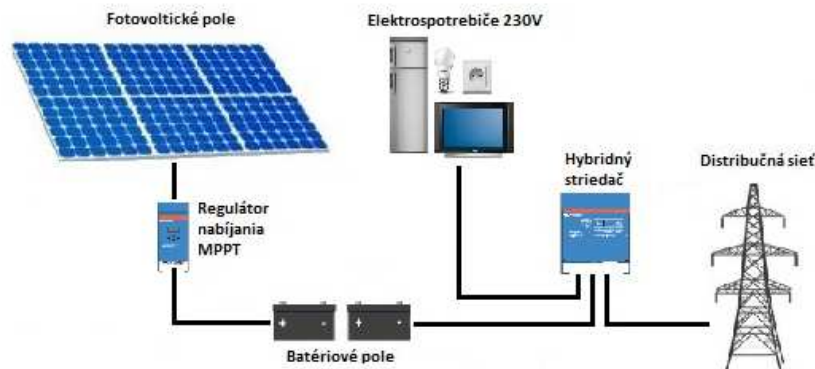
Pri zapojení systému do zeleného bonusu, sú distribučnej spoločnosti predané len prebytky z fotovoltaického systému. Hlavným zámerom tohto typu je priamo spotrebávať vyrobenú elektrickú energiu. Nové odberné miesto sa nevytvára a výkupná cena je približne na úrovni 90% pevných výkupných cien, každoročne je stanovená na základe vyhlášky URSO. Vo výsledku je to výhodnejšie ako pri priamom predaji. Pomerne veľkou nevýhodou je v prípade poruchy na distribučnej sieti nutné odpojiť aj FVE z dôvodu bezpečnosti pri opravách na rozvodných sieťach.[14]



Obrázok č.9: Schéma zapojenia FVE pre zelený bonus (prebytky)[upravené podľa 37]

## Hybridný fotovoltaický systém

Je systém, ktorý kombinuje ostrovný systém a systém, ktorý je napojený na verejnú distribučnú sústavu. Oproti systému napojeného na sieť má výhodu, že má akumulčný prvok. Akumulčný prvok má tú výhodu, že nespotrebovanú vyrobenú elektrickú energiu je možné využiť vo večerných alebo nočných hodinách, keď je nulová intenzita slnečného žiarenia. Tento decentralizovaný systém je najefektívnejší, pretože nedodáva elektrickú energiu do siete, čím vznikajú straty, ale maximálne využije vyrobenú energiu v mieste výroby. Pri výpadku siete systém automaticky prechádza do ostrovného režimu a spotreba elektrickej energie v objekte je pokrytá z batérie. Bloková schéma hybridného fotovoltaického systému je na obrázku č.10.[7,10,22]



Obrázok č.10: Blokovaná schéma hybridného fotovoltaického systému [12]

U hybridných fotovoltaických systémoch rozlišujeme základné typy zapojenia akumuláčného systému a to s AC väzbou a s DC väzbou.

### ***Hybridná FVE s AC väzbou (AC coupling)***

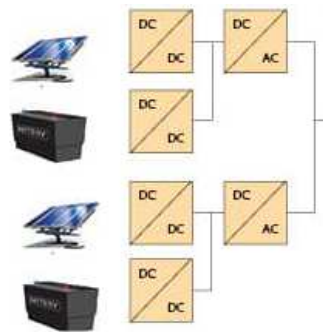
Pri zapojení AC coupling je jednosmerný prúd získaný z fotovoltaických panelov meničom premenený na striedavý prúd, ktorý sa spotrebováva v pripojených spotrebičoch. Prebytky elektrickej energie sú uschované v akumuláčnom prvku, ktorý je pripojený k systému pomocou meniča. Nevýhodou systému sú prebytky elektrickej energie do verejnej distribučnej sústavy, čím je potrebné mať od DS povolenie a licenciu. Najvýhodnejšie je tento systém použiť pri rozširovaní už existujúceho fotovoltaického systému a pre veľké priemyselné systémy rádovo MW. Bloková schéma zapojenia je na obrázku č.11. [21]



Obrázok č.11: Bloková schéma zapojenia AC - coupling [21]

### ***Hybridná FVE s DC väzbou (DC coupling)***

Zapojenie DC couplingu je pri fotovoltaických systémoch rádovo kW jednoduchšie. Princíp vychádza z použitia jedného meniča, ktorý premieňa jednosmerný prúd vyrobený z fotovoltaických panelov na striedavý prúd použitý v pripojených spotrebičoch. Výhodou je, že 100% vyrobenej elektrickej energie sa spotrebuje v mieste výroby a nie je potrebné získať od DS povolenie pre dodávku el. energie do siete a licenciu. Bloková schéma zapojenia je na obrázku č.12. [21]



Obrázok č.12: Blokova schéma zapojenia DC - coupling [21]

### 3.2.2 Veterná energetika

Veternú energiu ľudia využívajú už niekoľko storočí. Prvé zmienky pochádzajú už pred 5500 rokmi, kedy sa využívala energia vetra k pohonu lodí. V 3. storočí pred Kristom v Egypte začali používať veterný motor s vodorovnou osou. V Európe k výraznejšiemu rozmachu došlo v Holandsku v 14. storočí. V tomto období sa využívali hlavne na mletie obilia, čerpanie vody a spracovanie dreva. V 18. storočí v Holandsku pracovalo 1200 veterných motorov s výkonom až do 35 kW, ktoré chránili krajinu od opätovným vznikom močiarov. Prvé zaznamenané pokusy premeny veternej energie na elektrickú energiu pochádzajú z roku 1890, kedy v Dánsku bola postavená prvá veterná elektrárňa. K výraznejšiemu vývoju ale nedošlo, pretože v tej dobe bol objavený parný stroj. Predchodkyňa dnešných veterných elektrární s horizontálnou osou mala výkon 100 kW a bola postavená na Jalte v roku 1931. Vež bola vysoká 30m. V roku 1941 bola v USA postavená veterná elektrárňa o výkone 1 MW. Od roku 1940 až 1970 sa vývoj veternej energetiky úplne zastavil. Dôvodom bolo nadšenie z ropného priemyslu a získavanie energie bez ohľadu na počasie a za prijateľné ceny. Nadšenie opadlo v 70. rokoch kedy došlo k prvotnému zdražovaniu ceny ropy a v roku 1980 prišla ropná kríza. V tom čase Kalifornia začala poskytovať daňové úľavy za ekologický čistú energiu a vývoj sa tým obnovil. Pre porovnanie v roku 2000 celková svetová inštalovaná kapacita veternej energetiky predstavovala 17,33 GW a v roku 2015 to už bolo 432,4 GW. V roku 2015 sa stala tretím najpoužívaným energetickým zdrojov EÚ, s podielom takmer 16% na celkovej produkcii energie. [7,35]

#### Vznik vetra

Vietor vzniká v dôsledku nerovnomerného ohrievania povrchu Zeme, čím sa vytvárajú tlakové rozdiely. Tieto rozdiely v tlaku spôsobujú pohyb vzdušnej hmoty obrovských rozmerov z miesta s vyšším tlakom do oblasti s nižším tlakom. Vietor je vlastne pohyb vzduchu spôsobený rozdielom atmosferického tlaku.

Charakterizujeme ho dvoma základnými veličinami:

- rýchlosť vetra
- smer vetra

Rýchlosť vetra sa udáva v [m/s] alebo [km/h]. Meria sa vo výške 10m nad zemským povrchom vo voľnom teréne, a to prístrojmi – anemometer a anemograf. Berie sa pritom do úvahy 10 minútový rýchlostný priemer. Rýchlosť vetra je možné aj odhadnúť a to vizuálnym porovnaním s Beaufortovou stupnicou sily vetra. Beaufortová stupnica je trinásťstupňová stupnica (0-12), ktorá popisuje jednotlivé stupne podľa vlnenia na vodnej hladine a podľa pevninového pozorovania dymu a pohybu stromov vo vetre.[36]

Smer vetra sa vyjadruje v uhlových stupňoch, o ktoré sa odchyľuje smer vetra od severu a to nasledovne: 90° - východný vietor, 180° - južný vietor, 270° - západný vietor. Smer vetra sa udáva podľa smeru odkiaľ fúka. Pri smere vetra uvažuje iba jeho významnú zložku a to je horizontálna zložka vetra. Meranie smeru vetra určujeme pomocou anemometru, podobne ako pri rýchlosti. Veternými smerovkami umiestnenými na stožiaroch sa určuje orientačný smer vetru.[36]

### **Energetický potenciál vetra**

Veterná turbína pracuje na princípe premeny kinetickej energie vetra na elektrickú energiu. Energia pohybujúcej sa hmoty vzduchu vyjadríme vzťahom (5).

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad [\text{J}] \quad (5)$$

kde:

*m* - hmotnosť vzduchu

*v* - rýchlosť vzduchu

Pre hmotu vzduchu platí vzťah (6):[8]

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot s \quad [\text{kg}] \quad (6)$$

kde:

*A* - plocha, ktorou daný objem prejde

*s* - dráha, ktorú prejde pohybujúci sa vzduch

$\rho$  - hustota vzduchu

Výkon pretekajúci jednotkovou plochou vyjadríme pomocou vzťahu (7):[8]

$$P_V = \frac{E}{A \cdot t} [\text{W}] \quad (7)$$

Po dosadení vzťahu (5) a (6) do vzťahu (7) vznikne vzťah (8): [8]

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad [\text{W}] \quad (8)$$

Zo vzťahu(8) je zrejmé, že pre výkon veternej elektrárne je podstatná rýchlosť vetra.

## 4. Energetický potenciál v lokalite Liptovský Mikuláš

Liptovský Mikuláš je mesto sídliace na strednom Slovensku v Liptovskej kotline, ktorá je obklopená na severe Západnými Tatrami, na juhu Nízkymi Tatrami, na severozápadne Chočskými vrchmi.

Možnosť získavania elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov je primárne z fotovoltaickej elektrárne a veternej elektrárne. Pre fotovoltaickú a veternú elektráreň je potrebné zistiť energetický potenciál lokality.

### 4.1 Energetický potenciál slnečnej energie

Pri určovaní energetického potenciálu fotovoltaickej elektrárne sa bude vychádzať z dvoch nezávislých zdrojov a to z portálu PVGIS, v ktorom určíme presnú polohu objektu na mape a z meteorologického ústavu Slovenskej republiky, kde majú prístupnú mapu Slovenskej republiky, ktorá je rozdelená na úseky podľa priemerného množstvo slnečného žiarenia na 1 m<sup>2</sup> územia.

Výpočtový program z portálu PVGIS funguje na algoritme výpočtu slnečného žiarenia, ktorý počíta z priameho, difúzneho a odrazeného slnečného žiarenia na vodorovných a naklonených povrchoch. Celkové denné žiarenie [Wh.m<sup>-2</sup>] sa vypočíta integráciou hodnôt žiarenia vypočítaných v pravidelných časových intervaloch v priebehu dňa. Pri každom časovom kroku počas dňa vypočíta algoritmus obštrukciu oblohy podľa miestnych terénnych vlastností (kopce alebo hory).[13]

Databáza algoritmu pozostáva z rastrových máp reprezentujúcich dvanásť mesačných priemerov a jedného ročného priemeru denných súm globálneho žiarenia pre horizontálne povrchy, ako aj tých, ktoré sú naklonené v uhloch 15,25° a 40°.

#### Výpočet slnečného žiarenia pre Liptovský Mikuláš na plochu 1m<sup>2</sup> z portálu PVGIS.

Hodnoty v tabuľke č.1 sú pre fotovoltaický systém o výkone 1 kW otočený na južnú stranu (azimut: 0°) pri sklone systému 0°, teda simulácia zemského povrchu. Priemerné ročné slnečné žiarenie na 1 m<sup>2</sup> objektu je 1070 kWh/m<sup>2</sup>. Najviac intenzity slnečného žiarenia je v mesiaci júl (H<sub>m</sub> = 158 kWh/m<sup>2</sup>), naopak najmenej je v mesiaci december (H<sub>m</sub> = 23.0 kWh/m<sup>2</sup>). [13]

Tabuľka č.1: Hodnoty intenzity slnečného žiarenia pre lokalitu Liptovský Mikuláš [13]

Pevný systém: sklon = 0°, otočenie = 0°		
Mesiac	H <sub>d</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	H <sub>m</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Jan	0.95	29.6
Feb	1.64	46.0
Mar	2.80	86.9
Apr	3.88	117
Maj	4.68	145
Jún	4.82	144

Júl	5.09	158
Aug	4.24	131
Sep	3.12	93.6
Okt	2.09	64.7
Nov	1.09	32.7
Dec	0.74	23.0
<b>Ročný priemer[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>2.94</b>	<b>89.3</b>
<b>Celkovo za rok[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>1070</b>	

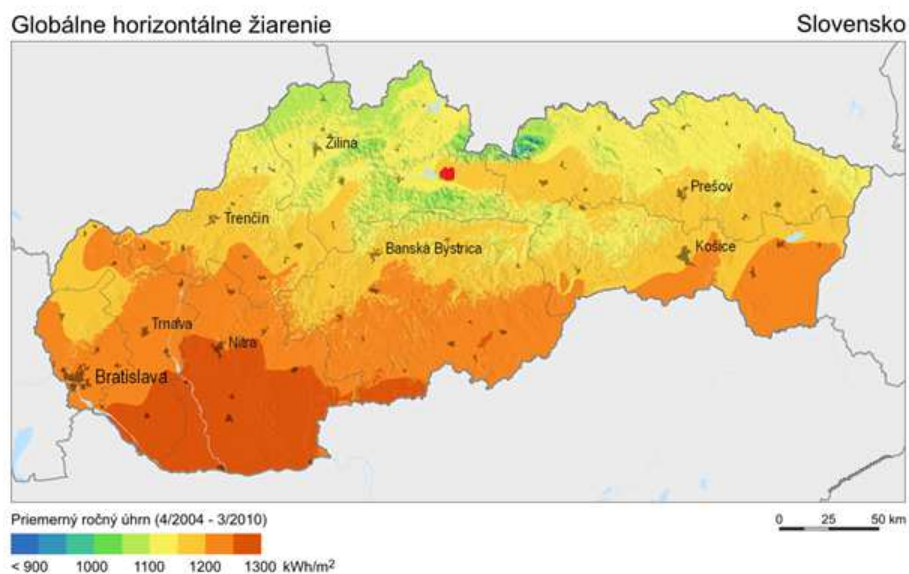
kde:

$H_D$  – priemerná denná produkcia slnečného žiarenia na m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_M$  – priemerná mesačná produkcia slnečného žiarenia na m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu (kWh/m<sup>2</sup>)

### Slnečná mapa SR

Slnečná mapa ukazuje množstvo slnečného žiarenia na 1 m<sup>2</sup> na Slovensku. Mapa vychádza z priemerných údajov, ktoré boli zaznamenávané v období od 4/2004 do 3/2010. Údaje sú staré 8 rokov, vzhľadom ale na nemennosť rázu krajiny, považujeme údaje za aktuálne. Najviac slnečného žiarenia zaznamenávame počas celého roka na juhu Slovenska, najmenej na Orave a na Kysuciach. Podľa slnečnej mapy na obrázku č.13 môžeme konštatovať, že v lokalite v ktorom sa objekt nachádza má priemerné množstvo slnečného žiarenia na 1 m<sup>2</sup> v rozmedzi 1150-1200 kWh/m<sup>2</sup>.



**Obrázok č.13: Mapa slnečnej energie Slovenskej republiky s vyznačením lokality objektu (červená bodka)[16]**

Pri porovnaní údajov z portálu PVGIS a slnečnej mapy Slovenskej republiky sa údaje líšia ročne o 80 kWh/m<sup>2</sup>. Je to spôsobené tým, že slnečná mapa je hrubý priemer lokality a portál PVGIS vychádza priamo z GPS súradníc. Za referenčnú hodnotu považujeme údaj z portálu PVGIS.

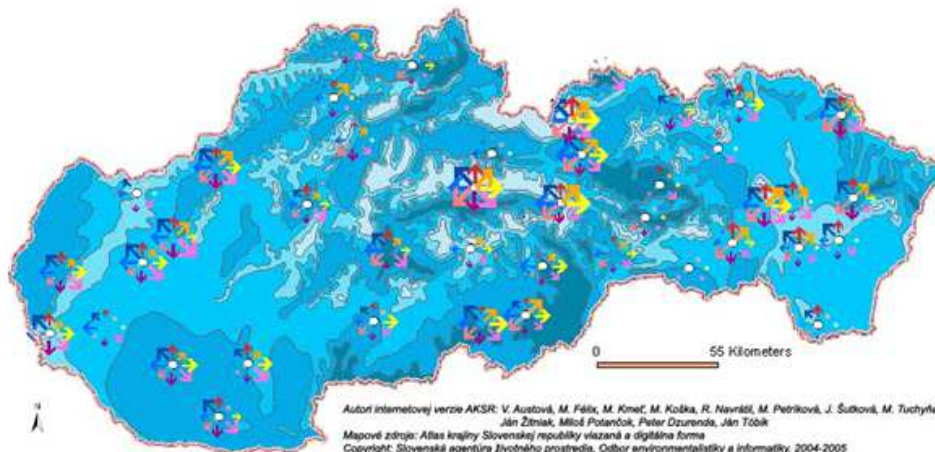
## 4.2 Energetický potenciál veternej energie

Základným parametrom podľa ktorého sa rozhoduje o vybudovaní veternej elektrárne je veternosť v danej lokalite. Veternosť danej lokality sa dá zistiť odhadom (podľa veternosti v blízkosti meraných oblastí). Ak nie je žiadna meteorologická stanica v blízkosti, je možné určiť veternosť meraním. Okrem rýchlosti vetra je potrebné poznať aj frekvenciu výskytu, smeru vetra a turbulencie.

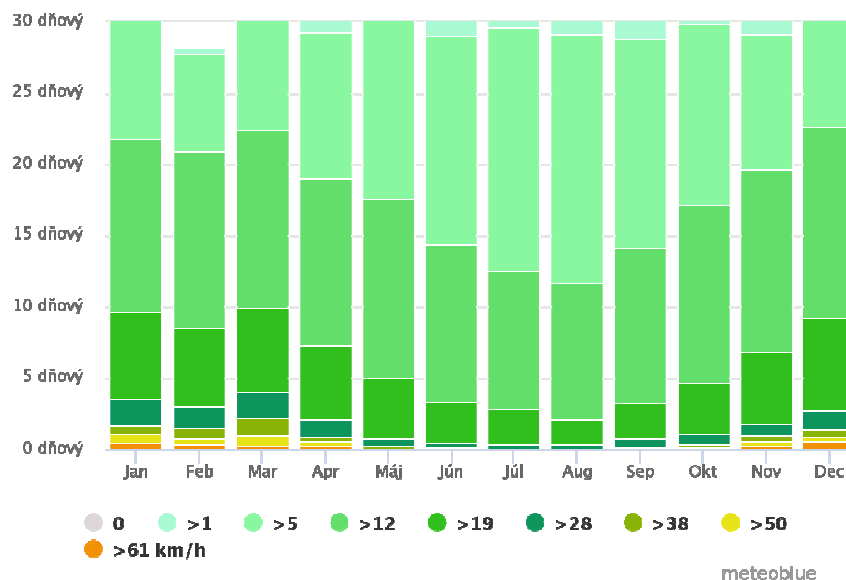
Lokalita je obklopená pohoriami čo pre veternú energiu prináša výhody, ale najmä súčasné prevažujúce nevýhody, ktoré sú umelo vytvorené legislatívnymi občianskymi bariérami. Veterná energia, ktorá naráža na pohorie, stráca časť energie nárazom, časť energie zmení smer a len časť z celkovej energie prejde cez pohorie do kotliny. Kotlina, ktorá je obklopená pohorím má nízky veterný potenciál. Výhodou pohorí je, že na vrchole je značný veterný potenciál, ktorý je využiteľný. Avšak súčasná legislatíva a hlas ľudu to ako výhodu nevníma a neumožňuje využívať tento energetický potenciál.

Pri určovaní rýchlosti vetra sme vychádzali z hodnôt podľa obrázku č.14 a č.15, ktorý vyznačuje rýchlosť a smer vetra. V kotline má vietor západný smer a rýchlosť 2,71 – 3,20 m.s<sup>-1</sup>, čo sa považuje podľa Beaufortovej stupnice sily vetra číslom 2 a teda slabý vietor. Minimálna rýchlosť vetra vo veterných elektrárňach je daná v rozmedzí 3 – 5,5 m.s<sup>-1</sup>. Menovitý výkon je dosahovaný pri rýchlosti vetra 13 – 15 m.s<sup>-1</sup>. Pri rýchlostiach prevyšujúcich rýchlosť 25 m.s<sup>-1</sup> sú veterné elektrárne odstavované. [8]

Zo vzťahu (8) je zrejmé, že výkon veternej elektrárne je závislý na tretej mocnine rýchlosti vetra. Preto pri daných rýchlostiach vetra v danej lokalite je ekonomicky neefektívne použiť tento typ obnoviteľného zdroja.



Obrázok č.14: Poveternostná mapa Slovenskej Republiky[15]



Obrázok č.15: Rozloženie rýchlosti vetra v priebehu roka v lokalite Liptovský Mikuláš[16]



## 5. Akumulácia elektrickej energie

Dôležitou súčasťou návrhu sebestačnosti objektu je akumulácia elektrickej energie. V súčasnej dobe je široký výber technológií na akumuláciu elektrickej energie. Nasledujúca kapitola sa bude zaoberať len technológiami, ktoré sú v praxi využiteľné pre obchodné centrum a s okamžitým dostupným vysokým výkonom. Najvhodnejšou voľbou je forma elektrochemického ukladania energie. Tento typ akumulácie elektrickej energie v posledných rokoch zaznamenal výrazný pokles predajnej ceny, čím sa stávajú dostupnejšie. Podrobne preberieme a porovnáme sekundárne batéριοvé články NiCd, NiMH, PbA, Li-ion a prietokové VRB akumulátory, ktoré sú najpoužívanejšie typy. V tabuľke č.2 sú zhrnuté parametre najpoužívanejšie typy akumulátorov.

U systémov s vnútorným zásobníkom sa proces elektrochemickej premeny energie a samotné uskladnenie energie odohrávajú v tom istom priestore. Tým pádom množstvo uskladnenej energie, nabíjacie a výstupný výkon sú priamo spojené. Ak je potreba vyššieho výkonu, súčasne sa zvýši aj veľkosť skladovacieho média. [20]

U systémov s vonkajším zásobníkom je skladovacie médium oddelené od transformátora elektrickej energie. Nabíjacie a výstupný výkon sa dajú nadimenzovať nezávisle od veľkosti skladovacieho média. Príkladom systému s vonkajším zásobníkom sú prietokové batérie. [20]

Základné ukazovatele každej technológie pre uschovanie energie sú:

- hodnota samovybájania (straty),
- koncentrácia energie na jednotku objemu [Wh/kg],
- nabíjacia účinnosť [%],
- využiteľnosť uloženej energie,
- životnosť (počet cyklov).

**Tabuľka č.2: Porovnanie najpoužívanejších typy priemyselných batérií [17,32]**

Batéριοvá technológia	NiCd	NiMH	PbA	Li-ion	VRB
Celková účinnosť [%]	70-75	65-75	85	95	70-80
Samovybájanie [%/mesiac]	15-20	30	5	5-10	3
Teplotný rozsah [°C]	Nabíjanie	-20/+50	0/+45	0/+45	0/+40
	Vybíjanie	-45/+50	-20/+60	-20/+60	-20/+60
Hustota energia [Wh/kg]	45-80	60-120	30-50	90-120	80-150
Počet cyklov pri 80% DOD	1500	300-500	400-500	> 1 500	> 10 000
Projektovaná životnosť [roky]	5+	3-4	10+	10+	15+
Zloženie kladnej elektródy/elektrolyt	Ni(OH)/Ni(OH) <sub>2</sub>	Ni(OH)/Ni(OH) <sub>2</sub>	PbO <sub>2</sub> /PbSO <sub>4</sub>	LicoO <sub>2</sub>	V4, V5
Zloženie zápornej elektródy/elektrolyt	Cd/Cd(OH) <sub>2</sub>	MnH/Mmb	Pb/PbSO <sub>4</sub>	Grafit	V2, V3
Zloženie elektrolytu	20%K(OH)	K(OH)	1,3kg/dm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LiPF <sub>6</sub>	
Cena [€/kWh]	420	310	130	130	350
Približné náklady [€/kWh]	0,33	0,65	0,11	0,33	0,01

## 5.1 Nikel – Kadmiové (NiCd) akumulátory

Akumulátor sa na komerčné účely používa od roku 1960. Výhodou týchto akumulátorov je spoľahlivosť za extrémnych prevádzkových stavov, vysoká hustota energie na jednotku hmotnosti (80 Wh/kg). Dobrá tolerancia na prebíjanie a prepólovanie, nízke samovybíjanie (15-20% kapacity mesačne v závislosti od teploty) a odolnosť voči zvýšeným teplotám. Životnosť je približne 1500 cyklov nabitia/vybitia pri 80% DOD (hĺbke vybitia) a 8000 cyklov pri 15% DOD. Projektovaná životnosť sa udáva 5 a viac rokov.[20]

Nevýhodou je vysoká cena, ktorá je približne 450€/kWh. Batérie sú náchylné na tzv. pamäťový efekt. Najväčší problém je ohrozenie životného prostredia i človeka pri výrobe a recyklácii NiCd batérií, keďže oba kovy sú jedovaté a Kadmium je vysoko karcinogénny kov. Pre tieto zápory sa opúšťa od výroby týchto akumulátorov.

## 5.2 Nikel Metal Hydridové (NiMH) akumulátory

Akumulátory NiMH vznikli v snahe o nahradenie karcinogénneho kovu Kadmia, ktoré sú ekologicky nezávadné. Výhodou oproti NiCd je vyššia hustota energie na jednotku hmotnosti (60 - 120 Wh/kg), výrazne potlačujú pamäťový efekt. Životnosťou sú podobné batériám typu NiCd teda 500 cyklov nabitia/vybitia pri 80% DOD. Samovybíjanie je na úrovni 25-30% za mesiac.[18,20]

Cena sa pohybuje okolo 310€/kWh pre veľké akumuláčny systémy nad 10kWh. [32] Na vysokej cene sa podpísali hlavne použité zliatiny titánu a zirkónu. Akumulátory boli uvedené na trh v relatívne nedávnej dobe, zatiaľ je technológia výroby zložitá a drahá. Do budúcnosti sa predpokladá masívny vývoj, čo by mohlo mať za následok zlepšenie technologického procesu a zníženie výslednej ceny.

## 5.3 Olovené (PbA) akumulátory

Technológia olovených akumulátorov je známa od roku 1881. Vďaka svojim vlastnostiam sú v súčasnej dobe najrozšírenejšie akumulátory pre fotovoltaické systémy. Rozdeľujú sa na dva základné typy a to otvorené akumulátory so zaplavenou konštrukciou a akumulátory bez údržbovej ventilom riadené (VRLA). Ďalšie delenie je na akumulátory s doskovými elektródami a akumulátory s trubkovými elektródami. Na obrázku č.16 je pre predstavu zobrazený gélový doskový olovený akumulátor.

Doskové olovené akumulátory so zaplavenou konštrukciou sú cenovo najvýhodnejšie a to 50€/kWh. Vďaka cene sa tento typ akumulácie požíva najmä pri domových fotovoltaických systémoch. Najväčšou nevýhodou je hustota energie na jednotku hmotnosti a to 50 Wh/kg a životnosť systému je od 0,5 do 3 rokov, podľa podmienok používania.[18,20]

Trubkové olovené akumulátory so zaplavenou konštrukciou majú výrazne lepšiu životnosť a to až 8 rokov pri 50% DOD a cena je okolo 150€/kWh. Tento typ akumulácie sa používa pri veľkých stacionárnych fotovoltaických systémoch so zaškolenou

obsluhou. Nevýhodou je výrazná stratifikácia, kedy dochádza k hromadeniu elektrolytu o vyššej koncentrácii u dna nádoby s dôsledkom postupnej nevratnej sulfatácie elektród akumulátoru a ukončením životnosti. Tomuto problému sa dá predísť pohybom elektrolytu, čím sa zvyšujú nároky na údržbu.[20]

VRLA akumulátory majú dva rozdielne koncepty znehybnenia elektrolytu vo vnútri článku akumulátoru, a to elektrolyt nasiaknutý v póroch separátu so sklenených vlákien AGM alebo elektrolyt vo forme gélu. Oba typy dosahujú strednú životnosť približne 5 rokov a cena je 100 €/kWh. AGM akumulátory na rozdiel od gélových, vykazujú problémy predovšetkým s čiastočnou stratifikáciou a môže u nich dochádzať k tepelnému skratu, čo spôsobilo, že výrobcovia začali dávať prednosť gélovému typu. [18]

VRLA akumulátory s trubkovou konštrukciou elektród a znehybneným gélovým elektrolytom nevyžadujú údržbu po celú dobu životnosti čo je približne 8-12 rokov. Cena sa pohybuje v priemere okolo 150€/kWh. Používajú sa pri fotovoltaických systémoch, kde je dôraz na spoľahlivosť a životnosť. [9]



Obrázok č.16: Gélové doskové olovené akumulátory od firmy SEC v regálovom uložení[10]

## 5.4 Litium-iontové (Li-ion) akumulátory

Hustota energie na hmotnosť je približne 120 Wh/kg. Samovybíjanie je podstatne nižšie ako pri technológiách NiCd a NiMH a to 5-10% kapacity za mesiac. Počet cyklov je vysoko nad 1 500 pri 80% DOD, pri 500 cykloch nabitia/vybitia klesá kapacita o 10-20 %. Veľkou výhodou je, že pri tomto type neexistuje pamäťový efekt, čím môžeme článok dobíjať z akejkoľvek úrovne vybitia.[10,17]

Cena Li-ionových batérií za posledné obdobie výrazne klesla na hodnotu 130 €/kWh pre veľké akumulačné systémy nad 10 kWh. Pre porovnanie cena v roku 2013 sa pohybovala okolo 700-900€/kWh. [32]

## 5.5 Prietokové akumulátory

### Vanadové redukčne oxidačné (VRB) batérie

Sú to batérie schopné hospodárne skladovať a opätovne uvoľňovať elektrickú energiu. Systém je založený na redukčno oxidačnom reverzibilnom článku, v ktorom dochádza k premene elektrickej energie na energiu chemicky viazanú v elektrolyte. Takto premenená energia je chemicky uskladnená v elektrolyte v rôznych iónových tvaroch vanádia nachádzajúcich sa v zriedenej kyseline sírovej. Využívajú sa schopnosti vanádia vyskytovať sa vo viac valenčných usporiadaniach a to od V2 až do V5. V článku sa jedna forma elektrolytu elektrochemicky oxiduje a druhá redukuje pôsobením elektrického prúdu privedeného alebo odvedeného elektródami do vonkajšieho elektrického obvodu.[20]

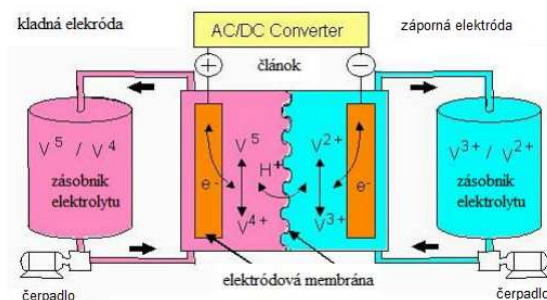
Tabuľka č.3: Popis redukčných a oxidačných procesov pre nabíjanie a vybíjanie VRB systému

Redukčný proces	Prebiehajúca reakcia	Oxidačný proces
$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$ $V^{5+} + e^- \rightarrow V^{4+}$	Nabíjanie → Vybíjanie →	$V^{4+} \rightarrow V^{5+} + e^-$ $V^{2+} \rightarrow V^{3+} + e^-$

VRB pozostáva z článkov, v ktorom sú dva elektrolyty oddelené iontovou membránou PEM (protón exchange membrane), oba elektrolyty obsahujú vanád. Elektrolyt v kladnom polčlánku obsahuje ióny V5 a V4. Elektrolyt v zápornom polčlánku obsahuje ióny V3 a V2. Batéria sa nepoškodí, ak by došlo k náhlemu zmiešaniu elektrolytu v zásobníkoch. Oba polčlánky sú pripojené k rezervoárom elektrolytu a pomocou čerpadiel veľké množstvo elektrolytu cirkuluje cez elektródy.[18]

Zariadenie je schopné uskladňovať elektrickú energiu v rozpätí od rádovo kW po MW. Hustota energie na hmotnosť je pri veľkých batériách 100-150 Wh/kg, u menších zariadení dosahuje táto hodnota okolo 80 Wh/kg.

Nabíjanie prebieha rovnakou rýchlosťou ako vybíjanie. Teoretický pomer je 1:1. Praktický pomer nabíjania a vybíjania zabezpečujúci optimálnu prevádzku je 1,7:1. Účinnosť systému je na úrovni 75 % pri veľkých inštaláciách a 65% pri menších. Batérie majú životnosť okolo 12 000 cyklov nabíjania/vybíjania bez výmeny membrány. Po týchto cykloch je potrebné vymeniť membránu. Ďalšou výhodou je samovybíjanie, ktoré je na úrovni 3% za mesiac.[18]



Obrázok č.17: Princíp fungovania VRB batérií [upravené podľa 38]

## 6. Aplikácia energetickej optimalizácie obchodného centra

### 6.1 Popis objektu

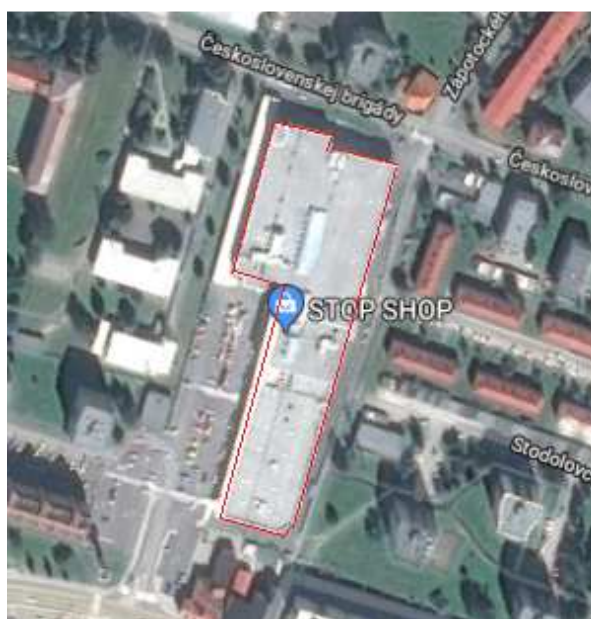
Objekt sa nachádza na strednom Slovensku v Žilinskom kraji konkrétne v meste Liptovský Mikuláš s presnými zemepisnými súradnicami: zemepisná dĺžka: 49°04'56.4"S, zemepisná šírka: 19°37'13.8"V. Presnú polohu objektu zobrazuje obrázok č.18. Objekt je orientovaný na juh s odklonom o 7°. Strecha budovy je rovná. Na streche sú umiestnené technológie na vzduchotechniku, tepelné čerpadlá a chladenie. Budova bola vo výstavbe v rokoch 2009-2010. Je otvorená od 11. novembra 2010 a charakterom je určená na obchodné a administratívne priestory. Výška je 11,2 metrov. Otváracia doba objektu pre verejnosť je každý deň od 9:00 – 20:00 (11 hodín denne). Obchod s potravinami je otvorený od 6:30 – 21:00. Pozostáva z 3 poschodí a to nasledovne:

**1. podzemné poschodie (1PP) – celková plocha 6523,43 m<sup>2</sup>**

**1. nadzemné poschodie (1NP) – celková plocha 11374,73 m<sup>2</sup>**

**2. nadzemné poschodie (2NP) – celková plocha 10248,74 m<sup>2</sup>**

Miestnosti v jednotlivých poschodiach sú rozpísané v dispozíciách, ktoré sú umiestnené v prílohe 1. Dokumenty z ktorých sme vychádzali, nám poskytla architektonická kancelária, ktorá sa podieľala na výstavbe obchodného strediska.



Obrázok č.18:V červenom rámečku je označený objekt energetickeho auditu [vlastný obrázok]



Obrázok č.19: Južný pohľad na objekt [vlastný obrázok]

## 6.2 Základný popis energetických vstupov a výstupov

### 6.2.1 Energetické vstupy

Do objektu je privedená elektrická energia z VN linky č. 152 dvoma prívodmi do VN rozvodni. Meranie dodávanej elektrickej energii je nepriame pomocou prístrojových transformátorov prúdu a napätia. Tok energie pokračuje cez transformátory, 22/0,42 kV s označením T1 a T2 o výkone 1000 kVA, do NN rozvodne s označením RC1+RH1 a RC2+RH2 umiestnených v prvom podzemnom poschodí. V tabuľke č.4 a č.5 je prehľad spotreby elektrickej a tepelnej energie v jednotlivých mesiacoch a priemerná ročná spotreba objektu.

Tepelná energia je získavaná z plynu pomocou dvoch kotlov s označením KT1 a KT2. Použité kotle sú od výrobcu HOVAL typ UltraGas s výkonom  $Q=250\text{kWt}$  a energetickou triedou A. Tepelná energia slúži k vyhrievaniu objektu a centrálnemu ohrevu TÚV. V objekte je udržiavaná celoročne teplota v rozmedzí  $20^{\circ}\text{C}$  až  $22^{\circ}\text{C}$ . Mimo otváracích hodín nemôže teplota klesnúť pod  $14^{\circ}\text{C}$ . Meranie tepelnej energie je pomocou ultrazvukových meračov.

V predajni textilu a predajni topánok je kúrenie riešené pomocou tepelných čerpadiel typu vzduch - voda o elektrickom príkone 20 kW a tepelnom výkone 54 kWt. V ostatných priestoroch objektu je zabezpečené kúrenie pomocou plynových horákov o výkonoch od 37,7 kW do 48,3 kW. Chladenie je zabezpečené cez tri ventilátory o výkone 18 kW. V predajniach, ktoré obsahujú kuchynku a sociálne zariadenie je prídavné kúrenie pomocou konvektorov.

Objekt je veľkoodberateľ elektrickej a tepelnej energie, a preto je nemožné zistiť cenu energií z dostupných verejných informácií. Stredoslovenská energetika (SSE), ktorá

je distribútor energií pre objekt, nám poskytla rozmedzie cien elektrickej energie pre veľkoodberateľov a to 0,092 – 0,104 € bez DPH za kWh a rozmedzie cien za odber tepelnej energie a to 0,00400 – 0,00480 € bez DPH za kWh. Budeme uvažovať strednú hodnotu z rozmedzia hodnôt a teda cena za elektrickú energiu je 0,098 € bez DPH/kWh a cena za tepelnú energiu je 0,00440 € bez DPH/kWh. Objekt má pridelenú sadzbu za odber elektrickej energie 2T ŠPECIÁL – Odberateľ s pevne stanovenými cenami za dodávku elektriny v jednotlivých tarifách, určený pre odberné miesta so spotrebou aj počas večerných a nočných hodín s platnosťou vysokej tarify 16 hodín denne (pondelok až piatok). Vyžaduje sa dvojtarifné meranie spotreby.

V tabuľke č.4 a č.5 sme zaznamenali spotrebu objektu v jednotlivých mesiacoch v roku. Výdavky na elektrickú a tepelnú energiu. Energetický audit vyžaduje údaje o energetických vstupoch minimálne za 3 predchádzajúce roky. Vzhľadom k tomu, že objekt nemal žiadne konštrukčné úpravy, ktoré by pozmenili vlastnosti budovy a ani zmeny v technológiách, tak predpokladáme, že spotreba elektrickej a tepelnej energie sa nemenila. Energetické vstupy objektu budú od Januára 2017 do Decembra 2017. V tomto období sme zaznamenali najvyššiu spotrebu elektrickej energie v mesiaci Október a to 309 670 kWh a najnižšiu spotrebu elektrickej energie sme zaznamenali v mesiaci August a to 250 213 kWh. Vstupy elektrickej energie do objektu v sledovanom období boli 3,379 GWh a platba vo výške 331 166,89€ bez DPH. Ročná spotreba tepelnej energie je 1,060 GWh a platba vo výške 4 667,05 € bez DPH. Celkové náklady na energie sú 335 833,94 € bez DPH.

**Tabuľka č.4: Spotreba a cena elektrickej energie v jednotlivých mesiacoch**

Mesiac v roku	Stav elektromera [kWh]	Spotreba elektrickej energie [kWh]	Cena elektrickej energie [€ bez DPH/mesiac]
Január	1 424 930	289 057	28 327,59
Február	1 713 987	265 496	26 018,61
Marec	1 979 483	272 158	26 671,48
Apríl	2 251 641	258 073	25 291,15
Máj	2 509 714	273 311	26 784,48
Jún	2 783 025	291 948	28 610,90
Júl	3 074 973	304 281	29 819,54
August	3 379 254	250 213	24 520,87
September	3 658 972	279 718	27 412,36
Október	3 968 642	309 670	30 347,66
November	4 262 842	294 200	28 831,60
December	4 553 971	291 129	28 530,64
<b>Priemerná mesačná spotreba [GWh]:</b>		<b>0,28</b>	
<b>Celková ročná spotreba [GWh]:</b>		<b>3,379</b>	
<b>Ročná cena elektrickej energie [€ bez DPH]:</b>		<b>331 166,89</b>	

*Uvažovaná cena elektrickej energie dohodnutá s distribútorom SSE: 0,098 € bez DPH/kWh.*

**Tabuľka č.5: Spotreba a cena tepelnej energie (plynu) v jednotlivých mesiacoch**

Mesiac v roku	Stav plynomeru [m3]	Spotreba tepelnej energie [kWh]	Cena plynu [€ bez DPH/mesiac]
Január	34 271	342 738	1 508,05 €
Február	14 887	148 937	655,32 €
Marec	5 866	58 712	258,33 €
Apríl	5 104	51 077	224,74 €
Máj	2 336	23 387	102,90 €
Jún	373	3 615	15,91 €
Júl	584	5 850	25,74 €
August	509	5 101	22,44 €
September	1 400	14 002	61,61 €
Október	8 629	86 365	380,01 €
November	12 125	121 305	533,74 €
December	19 956	199 605	878,26 €
<b>Priemerná mesačná spotreba [kWh]</b>		<b>88 339</b>	
<b>Celková ročná spotreba tepelnej energie [kWh]</b>		<b>1 060 694</b>	
<b>Ročná cena tepelnej energie [€ bez DPH]</b>		<b>4 667,05 €</b>	

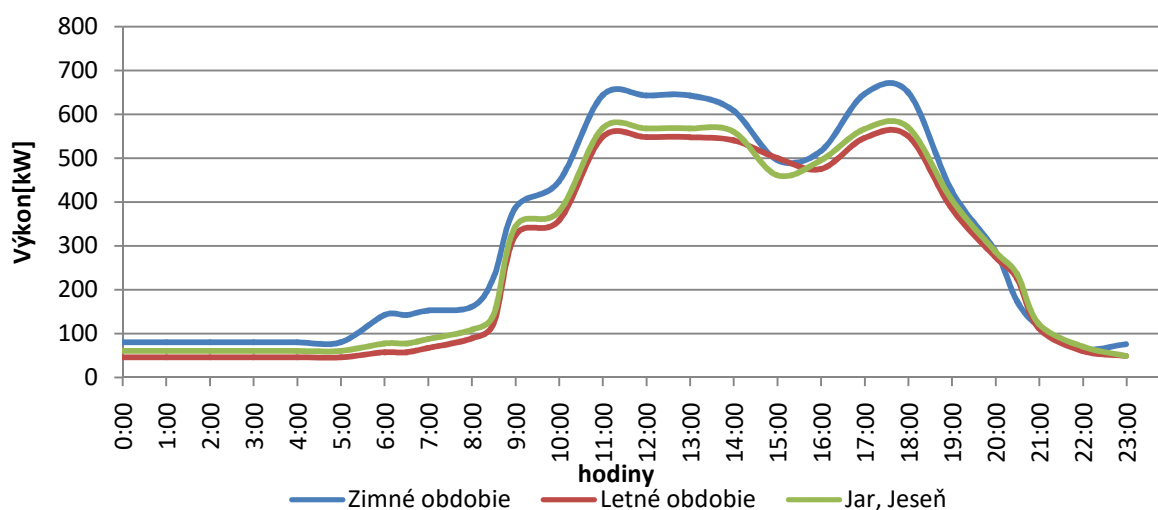
*Uvažovaná cena za odoberaný plyn dohodnutá s distribútorom SSE: 0,00440 € bez DPH/kWh.*

Dôležitým faktorom pri posudzovaní energetickej náročnosti budovy sú výkonovo najvýznamnejšie spotrebiče a ich prevádzková doba. Prevádzková doba sa v priebehu roka u niektorých spotrebičov mení, niektoré spotrebiče sú v určitom ročnom období mimo prevádzky, preto je potrebné rozložiť prevádzku do troch ročných období. Podrobný rozpis výkonovo najvýznamnejších spotrebičov je rozpísaný v prílohe 6 v tabuľkách č.17,18,19. Pre vytvorenie denného diagramu potrebného výkonu bolo potrebné stanoviť výkony v jednotlivých hodinách v priebehu celého dňa. Hodnoty v prílohe 6 v tabuľkách č. 20,21,22 sú určené z odčítavania výkonov v jednotlivých obdobiach (zimné, letné a obdobie jar, jeseň). Odčítanie výkonov prebiehalo vždy v Stredú a v polke mesiaca a to v Decembri (charakterizuje zimné obdobie), Marci (charakterizuje obdobie jar, jeseň) a Auguste (charakterizuje letné obdobie). Meranie bolo uskutočnené trojfázovým statickým elektromerom typ MT880-T1A32R46S43-E12-V52L81B11-M3K0-M. Z nameraných hodnôt vznikol denný diagram potrebného výkonu, ktorý je na obrázku č.20.

Údaje o tepelnej energii nie sú potrebné pri vypracovaní práce a preto sa nespracovávali vo väčšom merítku.



## Denní diagram potrebného výkonu:



Obrázok č.20: Denní diagram potrebného výkonu pre ročné obdobia

### 6.2.2 Energetické výstupy

Objekt disponuje dvoma tepelnými čerpadlami. Tepelné čerpadlá sú od firmy DAIKIN typ VRB RXYQ. Tepelné čerpadlo o elektrickom príkone 20 kW má výstupný tepelný a chladiaci výkon 73,5 kWt. Druhé tepelné čerpadlo o elektrickom príkone 23,6 kW má výstupný tepelný a chladiaci výkon 83,9 kWt.

### 6.2.3 Preukaz energetickej náročnosti budovy

Pre existujúci stav objektu sa vypracoval preukaz energetickej náročnosti budovy. Vzhľadom na minimálne skúsenosti v oblasti stavebníctva, konkrétne pri určovaní súčiniteľov prestupu tepla použitých materiálov, a pre najpresnejšie určenie energetickej náročnosti budovy sa pri tvorbe PENB použil výpočtový program od firmy DEKSOFT s názvom ENERGETIKA. Výstupom programu je preukaz energetickej náročnosti budovy podľa zákona č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov a zákona č. 300/2012 Zb. zákonov a podľa vyhlášky č. 364/2012 Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoje Slovenskej republiky. Dokumentácia energetického auditu je v prílohe 3.

Pre existujúci stav budovy sme vypočítali energetickú triedu B a to :

- pre celkovú dodanú energiu =  $165 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$
- neobnoviteľnú primárnu energiu =  $217 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$
- $\text{CO}_2$  emisie =  $34,53 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{a})$

Celková podlahová plocha objektu, pre ktorý sa počítal energetický audit je  $22\,418 \text{ m}^2$ .

Po zhodnotení existujúceho stavu a vypracovaní energetického auditu sa zistilo, že z hľadiska stavebných prvkov a konštrukcie budova spĺňa požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla. Prvky použité pri technologických procesoch v objekte majú energetickú

triedu A. V osvetľovacej sústave sú použité LED svetelné zdroje s energetickou triedou A+. Ako nedostatok sa vníma nevyužívanie obnoviteľných zdrojov. Ako návrh na zníženie energetickej náročnosti objektu sa navrhuje použitie obnoviteľných zdrojov v objekte.

Z ročného zisku elektrickej energie (4.kapitola) vyplýva, že najekonomickejším obnoviteľným zdrojom pre objekt je fotovoltaická elektráreň. Umiestnenie fotovoltických panelov je dôležité z hľadiska celkovej účinnosti FVE. Ako najlepšou a najekonomickejšou variantou je umiestnenie FVE na streche objektu. Dôležité pri tomto návrhu je brať do úvahy tienenie od technologických prvkov umiestnených na streche a nosnosť strechy.

Využitie obnoviteľných zdrojov – fotovoltaická elektráreň na streche objektu

- **Varianta A** – optimálne rozloženie fotovoltických panelov bez vzájomného tienenia
- **Varianta B** – fotovoltaická elektráreň bez akumuláčného systému
- **Varianta C** – výroba 50% celkovej spotrebovanej elektrickej energie v objekte

Z hľadiska energetickej náročnosti budov sa používaním obnoviteľných zdrojov v objektoch zníži používanie neobnoviteľnej primárnej energie, čím sa priamo úmerne zníži aj produkcia CO<sub>2</sub> emisií. Technologický návrh a ekonomické a ekologické zhodnotenie navrhnutých opatrení sú rozpísané v nasledujúcej časti diplomovej práce.

## 6.3 Zvolené komponenty

Pri výpočtoch všetkých navrhnutých variant sa použijú rovnaké komponenty a to z dôsledku objektívneho hodnotenia variant.

### 6.3.1 Fotovoltaické panely

Pri výbere fotovoltického panelu boli sledovanými veličinami výkon dosiahnutý od m<sup>2</sup> a minimalizácia strát vzniknuté nárastom tepla. Fotovoltaické panely uvažujeme od firmy PANASONIC typ VBHN330SJ47, ktorá má záruku 15 rokov na panely a na výstupný výkon garantuje 10 rokov na 90% nominálneho výkonu a 25 rokov na 80% nominálneho výkonu. Pomer využitia priameho a difúzneho slnečného žiarenia je rozdelený na 90% pre priame slnečné žiarenie a 10% pre difúzne slnečné žiarenie. Okamžitý inštalovaný výkon všetkých panelov pri ideálnom rozmiestnení fotovoltických panelov je 584 430 Wp (584,430kWp). Tento výkon by sme dosiahli pri štandardných testovacích podmienkach: teplota STC (standart testing conditionals): 25 °C, intenzita slnečného žiarenia I=1000 Wm<sup>-2</sup>, definovaná vzduchová medzera (Air Mass) AM=1,5. Najdôležitejšie pri výkone fotovoltického panelu je okolitá teplota a intenzita slnečného žiarenia. Tieto parametre najviac ovplyvňujú VA charakteristiku fotovoltického článku. Aby sme minimalizovali straty, ktoré vznikajú nárastom tepla, vybrali sme fotovoltický panel, ktorý má nízky výkonový teplotný koeficient. Technické parametre sú popísané v tabuľke č.6.

**Tabuľka č.6: Základné parametre fotovoltaického panelu[25]**

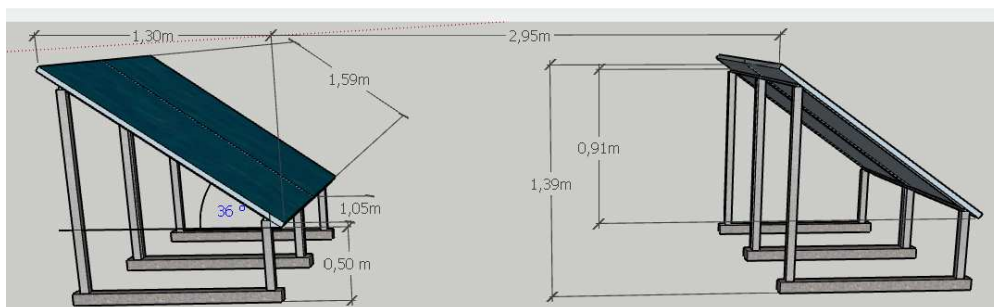
Monokrystalový fotovoltaický panel - Panasonic VBHN 330SJ47	
Maximálny výkon [W]	330
Menovité napätie [V]	58
Menovitý prúd [A]	5,7
Napätie naprázdno [V]	69,7
Prúd nakrátko [A]	6,07
Výkonovo teplotný činiteľ [%/K]	0,29
Účinnosť [%]	19,7
Rozmery [mm] Š x V x H	1053 x 1590 x 35
Cena bez DPH [€]	370



**Obrázok č.21: Fotovoltaický panel[25]**

### 6.3.2 Konštrukcia pre fotovoltaické panely

Konštrukcia fotovoltaického systému je v sklone 36°, pri ktorom FVE má v celoročnom priemere najvyššie zisky elektrickej energie. Vzhľadom k značnému množstvu použitej technológie, ktorá je umiestnená na streche budovy je použitá konštrukcia na ktorej sú umiestnené fotovoltaické panely vo výške 0,5 m nad úrovňou strechy. Závetrie konštrukcie je použité na každom štvrtom fotovoltaickom paneli viz. príloha 9. Priečna konštrukcia je použitá na každom piatom fotovoltaickom paneli. Konštrukcia je primontovaná na betonové pražce o hmotnosti 15 kg. Okótovaná konštrukcia je na obrázku č.22. Obmedzujúcim faktorom pri navrhovaní konštrukcie bola nosnosť strechy, ktorá je 180 kg/m<sup>2</sup>. Odporúča sa posúdenie a schválenie celkovej zaťažiteľnosti strechy konštrukciou od stavebného inžiniera s platným oprávneným.



**Obrázok č.22: Kóty konštrukcie a fotovoltaického panelu [vlastný obrázok]**

**Tabuľka č.7: Základné parametre konštrukcie fotovoltaického systému**

Konštrukcia FVE – 1fotovoltaický panel	
Sklon [°]	36
Závetrie	každom 4 panely
Priečna konštrukcia	každom 5 panely
Materiál	Jokel 40x30x3
Betonový pražec [kg]	15
Približná hmotnosť [kg]	100,48
Rozmer [m <sup>2</sup> ]	1,37
Kompletná cena bez dph [€]	218,38

*Približná hmotnosť – betonový pražec+jokel+fotovoltaický panel*

*Kompletná cena – betonový pražec+jokel+výroba+montáž*

### 6.3.3 Meniče

Na fotovoltaickú elektrárň sme vybrali meniče od firmy SMA. Typ STP 50-40 a typ STP60, ktorý sa používa pri batériách. Vstupy do meniča majú vlastný MPPT na sledovanie optimálneho výkonu. Technické parametre oboch meničov sú popísané v tabuľke č.8.

Tabuľka č.8: Parametre použitých meničov[26,27]

SMA STP 50-40	
Maximálny DC výkon [kW]	51
Maximálny AC výkon [kW]	50
Sieťové napätie [V]	230/400
Účinnosť [%]	97,8
IP	65
Počet vstupov - stringov [ks]	12
Cena [€/bez DPH]	4 369,1
SMA STP 60	
Maximálny DC výkon [kW]	61,24
Maximálny AC výkon [kW]	60
Sieťové napätie [V]	400
Účinnosť [%]	98,8
IP	21
Cena [€/bez DPH]	5 076,15



Obrázok č.23: Menič typu SMA STP 50-40, SMA STP 60 [26,27]

## 6.4 Popis navrhnutého opatrenia

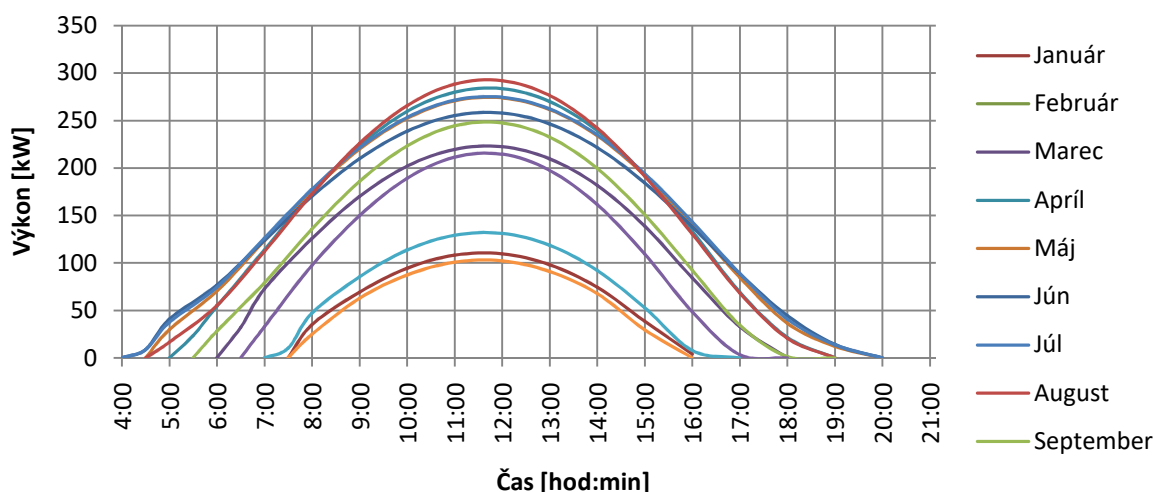
Fotovoltaická elektrárň bude umiestnená na streche budovy na kovovej konštrukcii s uhlom sklonu 36°. Odôvodnenie výberu sklonu 36° je popísané v prílohe 9. Vzhľadom na technológie, ktoré sú tam umiestnené je potrebné spraviť vizualizáciu ročných období na tienenie. Rozmiestnenie fotovoltaických panelov sme umiestnili podľa vizualizácie pre mesiac December, konkrétne pre 21.12. Vizualizáciu sme začali od 8:45 hod. a skončili 15:45 hod. viz. príloha 8. V tomto časovom intervale sme sa snažili optimalizovať fotovoltaický systém z hľadiska maximálneho využitia strechy. Pri optimalizácii nám vyšlo 1771 panelov.

Použijeme hybridný fotovoltaický systém s AC väzbou. Pri tomto systéme vznikajú prietoky elektrickej energie do distribučnej siete. Vzhľadom k tomu, že pri prietokoch energie do siete je potrebné mať s distribučnou spoločnosťou zmluvu o dodávke elektrickej energie, je potrebné navrhnuť riadiaci systém, ktorý by v požadovanom čase obmedzil prietoky z FVE do distribučnej siete. Navrhnutý riadiaci systém je rozpísaný v podkapitole 5.9.

## 6.5 Varianta A

### 6.5.1 Výkon FVE v jednotlivých hodinách

Pomocou portálu PVGIS sme zistili priemernú intenzitu slnečného žiarenia v mesiacoch z čoho sme vypočítali výkon FVE v jednotlivých hodinách dňa. Príklad výpočtu výkonu FVE pre mesiac Január je v prílohe 13. Rovnakým spôsobom sa postupuje pri určovaní výkonu aj pri ostatných variantach. Na obrázku č.24 je znázornený výkon FVE pri 1771 kusoch fotovoltaických panelov.



Obrázok č.24: Výkon FVE pri 1 771 ks fotovoltaických paneloch

### 6.5.2 Sebestačnosť objektu pomocou FVE

Objekt s navrhnutou FVE je v priebehu celého roka sebestačný na 17,95%. V mesiaci August je sebestačnosť objektu maximálna a to 28,21% a v mesiaci December minimálna a to 6,03%. Pre dosiahnutie 17,95% sebestačnosti potrebujeme všetku vyrobenú elektrickú energiu minúť v objekte. V mesiacoch Apríl, Máj, Jún, Júl, August a September začala FVE vyrábať skôr ako boli otvorené obchody (6:30), čo by znamenalo prietoky elektrickej energie do distribučnej siete a zníženie celkovej sebestačnosti objektu. Pre odstránenie týchto problémov je potrebné objekt vybaviť akumuláciou elektrickej energie. Varianta A ročne usporí 58 983,35€.

Príklad výpočtu sebestačnosti pre prvý riadok tabuľky č.9

$$\text{Sebestačnosť} = \frac{\text{Výroba el.energie}}{\text{Spotreba el.energie}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (9)$$

$$\text{Sebestačnosť} = \frac{19\,578,20}{289\,057,0} \cdot 100 = 6,77 \quad \%$$

Príklad výpočtu mesačnej úspory nákladov pre prvý riadok tabuľky č.9

$$\text{Mesačná úspora nákladov} = \text{Výroba el.energie} \cdot \text{uvažovaná cena el.energie} [\text{€}] \quad (10)$$

$$\text{Mesačná úspora nákladov} = 19\,578,20 \cdot 0,098 = 1\,918,66 \quad \text{€}$$

**Tabuľka č.9: Dosiahnutá sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne-Varianta A**

Mesiac	Spotreba elektrickej energie [kWh]	Výroba elektrickej energie - PVGIS [kWh]	Sebestačnosť - PVGIS [%]	Mesačná úspora nákladov [€]
Január	289 057	19 578,20	6,77	1 918,66
Február	265 496	27 634,15	10,41	2 708,15
Marec	272 158	52 425,75	19,26	5 137,72
Apríl	258 073	70 119,60	27,17	6 871,72
Máj	273 311	73 694,29	26,96	7 222,04
Jún	291 948	69 585,03	23,83	6 819,33
Júl	304 281	75 091,93	24,68	7 359,01
August	258 977	73 047,43	28,21	7 158,65
September	279 718	55 635,73	19,89	5 432,30
Október	309 670	43 878,91	14,17	4 300,13
November	294 200	23 636,78	8,03	2 316,40
December	291 129	17 543,10	6,03	1 719,22
Dosiahnutá priemerná ročná sebestačnosť objektu /Celková úspora ročných nákladov za elektrickú energiu			17,95	58 983,35

*Uvažovaná cena elektrickej energie dohodnutá s distribútorom SSE: 0,098 € bez DPH/kWh.*

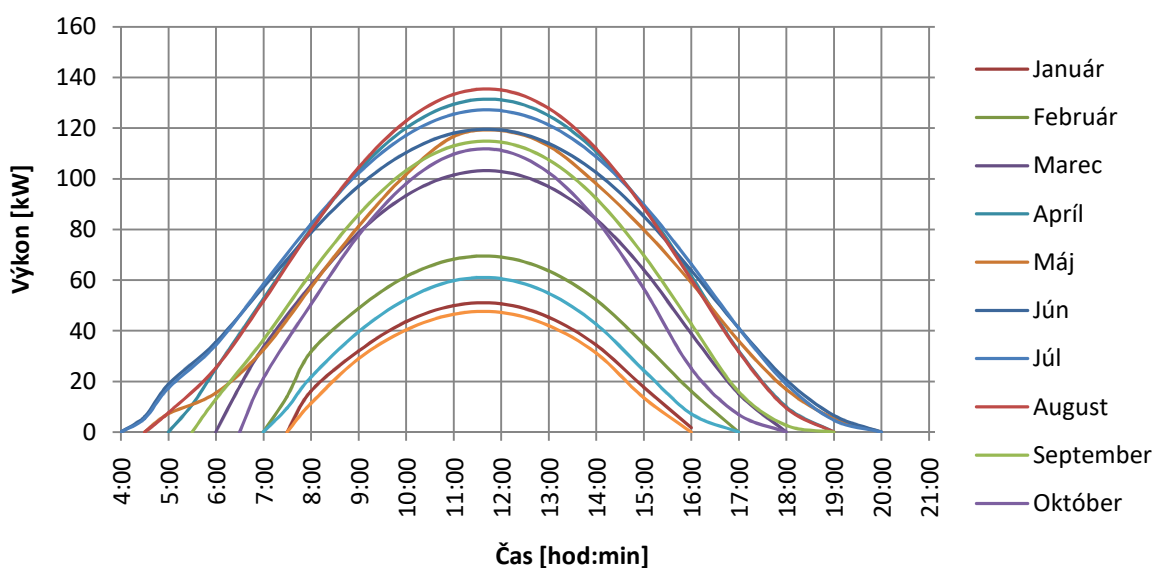
Rovnakým spôsobom sa postupovalo aj pri zvyšných variantách.

## 6.6 Varianta B

Druhá uvažovaná varianta je bez použitia akumuláčného prvku. Je potrebné zaistiť taký výkon FVE, aby v žiadnom okamihu nedochádzalo k prietokom elektrickej energie do verejnej siete. Pri dimenzovaní na prietok elektrickej energie sme vychádzali z výroby FVE pre mesiac Júl, kedy je zaznamenaná najväčšia výroba zo všetkých mesiacov. Pri tejto variante použijeme 819 kusov fotovoltaických panelov, čo predstavuje inštalovaný výkon 270,27 kWp..

### 6.6.1 Výkon FVE v jednotlivých hodinách

Výkon FVE pri 819 kusoch fotovoltaických panelov je znázornený na obrázku č.25.



**Obrázok č.25: Výkon FVE pri 819 ks fotovoltaických paneloch**

## 6.6.2 Sebestačnosť objektu pomocou FVE

Tabuľka č.10: Dosažená sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne-Varianta B

Mesiac	Spotreba elektrickej energie [kWh]	Výroba elektrickej energie - PVGIS [kWh]	Sebestačnosť - PVGIS [%]	Mesačná úspora nákladov [€]
Január	289 057	9 053,95	3,13	887,29
Február	265 496	12 892,83	4,86	1 263,50
Marec	272 158	24 339,00	8,94	2 385,22
Apríl	258 073	32 426,85	12,56	3 177,83
Máj	273 311	34 356,18	12,57	3 366,91
Jún	291 948	32 240,91	11,04	3 159,61
Júl	304 281	34 718,53	11,41	3 402,42
August	258 977	33 780,83	13,04	3 310,52
September	279 718	25 790,86	9,22	2 527,50
Október	309 670	23 038,62	7,44	2 257,79
November	294 200	11 181,73	3,80	1 095,81
December	291 129	8 112,82	2,79	795,06
Dosažená priemerná ročná sebestačnosť objektu /Celková úspora ročných nákladov za elektrickú energiu			8,40	27 629,45

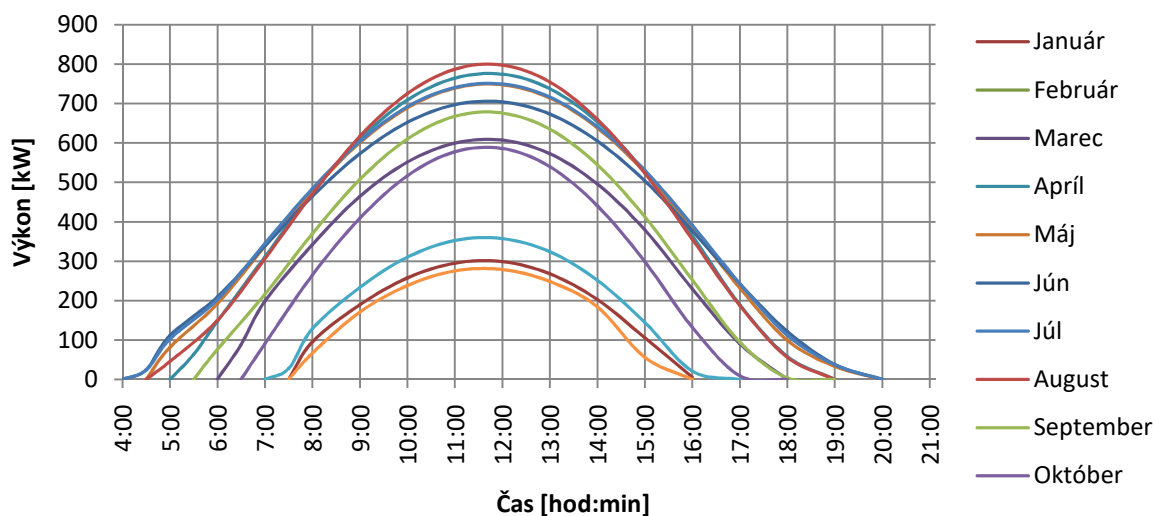
Uvažovaná cena elektrickej energie dohodnutá s distribútorom SSE: 0,098 € bez DPH/kWh.

## 6.7 Varianta C

Varianta C vychádza zo splnenia predpokladu 50% sebestačnosti objektu. Pre splnenie je potrebné na objekte osadiť 4 836 fotovoltaických panelov, čo predstavuje inštalovaný výkon FVE 1,596 MWp. Táto varianta z technického hľadiska nie je realizovateľná. Hlavným limitujúcim faktorom je obmedzená nosnosť strechy (180 kg/m<sup>2</sup>). Jedna z možností je nad vonkajším parkoviskom postaviť kovovú konštrukciu, na ktorú by sa osadili fotovoltaické panely, čo je z ekonomického hľadiska považované za neefektívne riešenie.

### 6.7.1 Výkon FVE v jednotlivých hodinách

Výkon FVE pri 819 kusoch fotovoltaických panelov je znázornený na obrázku č.25.



Obrázok č.26: Výkon FVE pri 4 790 ks fotovoltaických paneloch

## 6.7.2 Sebestačnosť objektu pomocou FVE

Tabuľka č.11: Dosiadnutá sebestačnosť objektu pomocou fotovoltaickej elektrárne-Varianta C

Mesiac	Spotreba elektrickej energie [kWh]	Výroba elektrickej energie - PVGIS [kWh]	Sebestačnosť - PVGIS [%]	Úspora nákladov
Január	289 057	53 861,43	19,02	5 278,42
Február	265 496	75 459,49	28,42	7 395,03
Marec	272 158	143 156,90	53,16	14 029,38
Apríl	258 073	191 472,80	74,19	18 764,33
Máj	273 311	202 865,10	74,22	19 880,78
Jún	291 948	190 674,90	65,21	18 686,14
Júl	304 281	205 504,70	68,37	20 139,46
August	250 213	199 867,70	78,02	19 587,04
September	279 718	152 988,90	55,44	14 992,91
Október	309 670	119 818,40	39,79	11 742,20
November	294 200	66 025,43	22,44	6 470,49
December	291 129	47 904,24	17,95	4 694,62
Dosiadnutá priemerná ročná sebestačnosť objektu /Celková úspora ročných nákladov za elektrickú energiu			50,02	161 660,80

Uvažovaná cena elektrickej energie dohodnutá s distribútorom SSE: 0,098 € bez DPH/kWh.

## 6.8 Návrh akumulácie elektrickej energie

V prípade požiadavky spotreby vyrobenej elektrickej energie v mieste výroby je potrebné určitým spôsobom akumulovať vyrobenú energiu. Najvhodnejším spôsobom pre rýchle uschovanie veľkých výkonov sú batérie. Najdôležitejším prvkom pri dimenzovaní batérií je veľkosť uschovanej energie, veľkosť použiteľnej energie a znižovanie kapacity v čase. Prebytky elektrickej energie respektíve veľkosť uschovania energie je v tabuľke č.20, 21, 22. Podľa týchto tabuliek sa dimenzoval akumulčný systém. Na obrázkoch č.28, 29, 30 sú znázornené prekrytia výkonu z FVE, výkon potrebný pre spotrebu objektu pre všetky varianty. Najmenší prebytok elektrickej energie pre obidve varianty je v zimnom období, na druhej strane najväčšie prebytky sú pre obidve varianty v letnom období. Pri dimenzovaní akumulčného prvku sa bude vychádzať z hodnôt v letnom období. Ďalším dôležitým parametrom je spôsob využívania batérií. Na tomto prvku závisí výber vhodných technológií.

Z hľadiska porovnania parametrov akumulčných prvkov je najvhodnejšie použiť technológiu Lithiových batérií. Medzi hlavné výhody patrí vysoká účinnosť a priaznivá obstarávacia cena.

Pri dimenzovaní batérií sa uvažovala kapacitná rezerva 30%. Táto rezerva bude slúžiť ako technologická rezerva systému. Použité batérie sú od firmy TESTVOLT. Znižovanie kapacity batérií, nie je uvedené výrobcom, budeme uvažovať pokles každým rokom o 5%. Batérie sú schopné sa vybíjať do 100%, teda je možnosť využiť celú uskladnenú energiu. Firma TESVOLT garantuje 10 rokov záruku na výkon. Životnosť batérií budeme uvažovať 10 rokov.

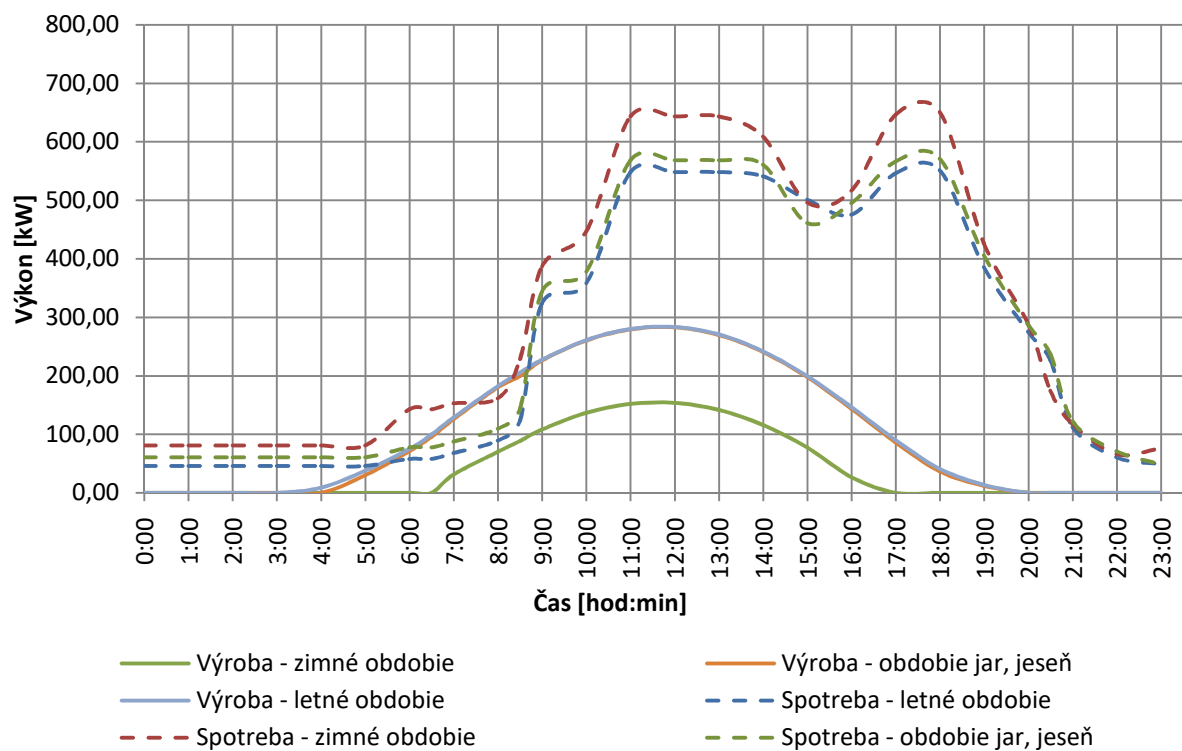
Pri variante A bude inštalovaná batéria o veľkosti uschovania energie 383,019 kWh. Pri variante C to bude 3 847,45 kWh.



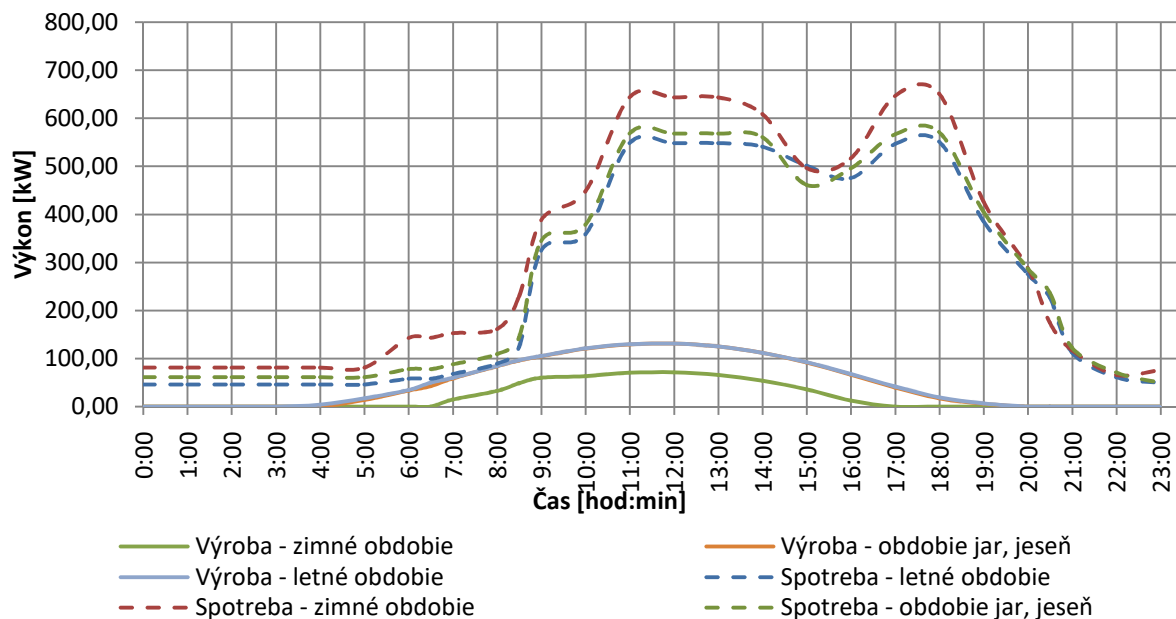
## Technické parametre použitej batérie:

Technical data TESVOLT battery cells	
C-Rate	1C (4C max. 20 sec.)
Cells	Lithium-NMC prismatic (Samsung SDI)
Cycles (@ 100% DoD   70% EoL   23°C +/-5°C 1C/1C)	6,000
Cycles (@ 100% DoD   70% EoL   23°C +/-5°C 0,5C/0,5C)	8,000
Efficiency (battery)	up to 98%
Operating voltage	44.8 to 58.1V
Operating temperature	-10 to 50°C
Humidity	0 to 85% (non-condensing)
Certificates/norms	UL 1642, UN 38.3
Warranty	10-year performance warranty, 5-year product warranty
Recycling	free take-back scheme from TESVOLT

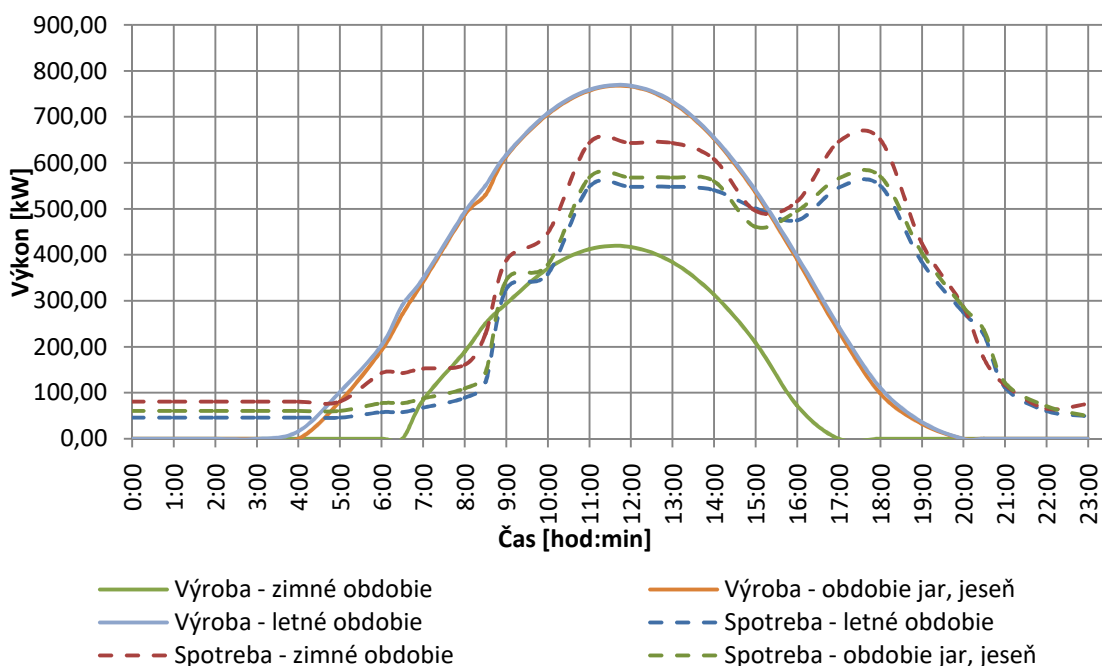
Obrázok č.27: Technické parametre akumuláčného prvku[24]



Obrázok č.28: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu A



Obrázok č.29: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu B



Obrázok č.30: Prekrytie výkonu FVE a potrebného výkonu pre variantu C

## 6.9 Dimenzovanie vedení a výpočet strát na vedení

Prenos elektrickej energie z fotovoltaických panelov po hlavný rozvádzač je cez DC a AC vedenie. Fotovoltaické panely a meniče budú umiestnené na streche budovy a prenos elektrickej energie bude cez DC vedenie. Meniče budú spojené AC vedením

z hlavným NN rozvádzačom umiestneným na prízemí. Výškový rozdiel medzi prízemím a strechou je približne 12,5 metra.

Dovolené úbytky napätia na vedení sa vyjadrujú percentuálne a sú stanovené normou. AC vedenie z FVE definujeme ako napájacie vedenie do objektu. Norma stanovuje pre napájacie vedenie dovolený úbytok napätia 10%.

DC vedenie medzi fotovoltaickými panelmi a meničmi je v priemere dlhé 20 m a bude spojené medeným káblom o priereze 6 mm<sup>2</sup> a odpore vedenia  $R_6 = 3,39\Omega$ . Percentuálne straty a úbytok napätia na vedení DC:

### Vodič 6mm<sup>2</sup>

$$\Delta P_{DC\%} = \frac{2 \cdot R_6 \cdot l_{DC} \cdot I_{DC}^2}{P_{MPP}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 3,39 \cdot 0,02 \cdot 11,4^2}{7920} \cdot 100 = 0,223 \% \quad (11)$$

$$\Delta U_{DC} = 2 \cdot R_{DC} \cdot l_{DC} \cdot I_{DC} = 2 \cdot 3,39 \cdot 0,02 \cdot 11,4 = 1,55 V \quad (12)$$

$$\Delta u_{DC\%} = \frac{\Delta U_{DC}}{U} \cdot 100 = \frac{1,55}{700} \cdot 100 = 0,22\% \quad (13)$$

AC vedenie medzi meničmi a hlavným rozvádzačom, bude dlhé v prvej polke strechy 120 m a v druhej polke strechy 220 m. Vedenie bude spojené medeným káblom 5x35 mm<sup>2</sup>.

### Kábel 5x35mm<sup>2</sup>

#### Dĺžka 120m

$$\Delta P_{AC35,120} = \frac{3 \cdot R_{35} \cdot l_{35,120} \cdot I_{AC}^2}{P_{AC}} \cdot 100 = \frac{3 \cdot 0,524 \cdot 0,12 \cdot 72,5^2}{50\,000} \cdot 100 = 1,98 \% \quad (14)$$

Úbytok napätia na vedení dlhom 120m:

$$\Delta U_{AC35,120} = R_{35} \cdot l_{35,120} \cdot I_{AC} = 0,524 \cdot 0,12 \cdot 72,5 = 4,56 V \quad (15)$$

Percentuálny úbytok napätia na vedení dlhom 120m:

$$\Delta u_{AC35,120,\%} = \frac{\Delta U_{AC35,120}}{U_f} \cdot 100 = \frac{4,56}{230} \cdot 100 = 1,98\% \leq 10\% - \text{vyhovuje} \quad (16)$$

#### Dĺžka 220m

$$\Delta P_{AC35,220} = \frac{3 \cdot R_{35} \cdot l_{35,220} \cdot I_{AC}^2}{P_{AC}} \cdot 100 = \frac{3 \cdot 0,524 \cdot 0,22 \cdot 72,5^2}{50\,000} \cdot 100 = 3,64 \% \quad (17)$$

Úbytok napätia na vedení dlhom 220m:

$$\Delta U_{AC35,220} = R_{35} \cdot l_{35,220} \cdot I_{AC} = 0,524 \cdot 0,22 \cdot 72,5 = 8,36 V \quad (18)$$

Percentuálny úbytok napätia na vedení dlhom 220m:

$$\Delta u_{AC35,220,\%} = \frac{\Delta U_{AC35,220}}{U_f} \cdot 100 = \frac{8,36}{230} \cdot 100 = 3,63\% \leq 10\% - \text{vyhovuje} \quad (19)$$

Celkové straty, ktoré vzniknú na DC a AC vedení zistíme ako súčet strát na vedení:

$$\Delta P_{celk} = \Delta P_{DC\%} + \Delta P_{AC35,120} + \Delta P_{AC35,220} = 17,66 + 990 + 1\,820 = 2\,827,66 \text{ W} \quad (20)$$

## 6.10 Návrh riadiaceho systému

Z kapitoly 5.5 sú známe nevýhody navrhnutého systému. Aby sme obmedzili prietoky elektrickej energie do distribučnej siete, je potrebné navrhnúť riadiaci systém podľa našich kritérií.

Hlavným kritériom pri návrhu riadiaceho systému je rýchlosť reagovania na prietoky elektrickej energie. Obmedzenie prietokov elektrickej energie nie je z technického hľadiska možné realizovať v okamihu vzniku prietoku, preto je potrebné zistiť veľkosť tolerovaného prietoku elektrickej energie. Od distribučnej spoločnosti SSE sme dostali vyjadrenie o veľkosti tolerovaného prietoku. Pri hybridných FVE je tolerovaný prietok do distribučnej siete 10% inštalovaného výkonu po dobu nevyhnutnú na obmedzenie prietoku. Pri našom návrhu by to znamenalo prietokový výkon 58,443 kW.

Pre riadiaci systém je dôležité určiť priority spínania medzi jednotlivými systémami:

### 1. Priorita dodávky energie z FVE: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

1. Výroba FVE je spotrebovaná vo vlastnej spotrebe objektu
2. Výroba FVE prevyšuje vlastnú spotrebu objektu a je ukladaná do akumuláčného systému
3. Prietoky FVE nad rámec tolerancie distribučnej spoločnosti nie sú prípustné – odpájanie vybraných stringov FVE podľa potreby zníženia vyrábaného výkonu, odpájanie bude vykonávané na meniče s označeným SMA1.

### 2. Priorita pokrytia spotreby: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

1. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE
2. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE a akumuláčného systému
3. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE, akumuláčného systému a distribučnej siete
4. Vlastná spotreba je pokrytá z distribučnej siete využitie nízkeho tarifu (pondelok-piatok, v čase od 22:00-6:00)

### 3. Priorita nabíjania akumuláčného systému: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

1. Dobíjanie z FVE
2. Dobíjanie z distribučnej siete v čase nízkeho tarifu (pondelok-piatok, 8 hodín)-
  - 2.1 zimné obdobie - 22:00-6:00
  - 2.2 obdobie jar, jeseň - 22:00-4:30
  - 2.3 letné obdobie 22:00-3:00

## **Technické riešenie riadiaceho systému:**

Na strane VN sa použijú prístrojové transformátory prúdu (MTP2.1, MTP 2.2) a napätia (MTN2.1, MTN2.2). Prístrojové transformátory prúdu budú zaznamenávať smer prúdu, teda aj prietoky do distribučnej siete. Na prívide z FVE na strane NN sa použijú prúdové transformátory (MTP1 – MTP15) a na vývode do akumuláčného systému budú použité prúdové transformátory (MTP1.1 a MTP1.2). Prúdové transformátory umiestnené na vývode do akumuláčného systému budú vyhodnocovať aktuálnu veľkosť a smer prúdu do akumuláčného systému. Zaznamenané údaje z prístrojových transformátorov sa prenesú do systému SCADA, ktorý ich bude vyhodnocovať. Na riadiaci systém budú pripojené aj meniče SMA ST 50-40 a meniče SMA STP 60. V prípade zistenia prietokov do distribučnej siete sa pošle povel do akumuláčného systému, ktorý spätne pošle do riadiaceho systému informáciu o aktuálnom nabití akumuláčného systému. V prípade zistenia, že akumuláčny systém je schopný dobíjať batérie na prívide z distribučnej sústavy sa zámerne zvýši impedancia vedenia pomocou automatických prepínačov ATS1 a ATS2, ktoré sa dajú do polohy 1, čím sa zabezpečí dobíjanie batérií. V prípade zistenia, že akumuláčny systém je nabitý na maximálnu batériovú kapacitu, riadiaci systém pošle informáciu do meniča SMA 1, ktorý skokovo odpojí jeden MPPT, čo znamená zníženie výkonu 8,6 kW. V prípade nedostatočného odpojenia výkonu začne striedač skokovo odpájať ďalšie MPPT, čím sa zabezpečí odpojenie výkonu až do veľkosti 51 kW. Ak je aj odpojený výkon 51 kW nedostatočný, začne systém postupne odpájať celý striedač SMA2-SMA13.

Opätovné zapojenie častí FVE sa riadi povelom riadiaci systém a to až po určitej hodnote elektrickej energie, ktorá sa spotrebovala z akumuláčného systému. Ako náhle prístrojové transformátory (MTP1.1, MTP1.2), ktoré sú umiestnené na vývode do akumuláčného systému, vyhodnotia smer prúdu od akumuláčného systému a riadiaci systém SCADA vypočíta veľkosť elektrickej energie z akumuláčného systému o hodnote viac ako 8,6 kWh a zároveň prístrojové transformátory prúdu (MTP2.1 a MTP 2.2) nezaznamenajú dodávku elektrickej energie do distribučnej siete, začnú sa pripájať striedače SMA1-13. Ako prvý sa začne pripájať striedač SMA1, ktorý zapne prvý MPPT a ďalších 5 MPPT bude zapínať postupne až po splnení vyššie spomenutých podmienok. Ako náhle je zapnutý striedač SMA1 riadiaci systém to vyhodnotí a pri ďalšom navyšovaní výkonu začne zapínať už celé striedače SMA2-13. Riadiaci systém vypočíta veľkosť elektrickej energie z akumuláčného systému o hodnote viac ako 51 kWh. Zároveň prístrojové transformátory (MTP2.1 a MTP2.2) nezaznamenajú dodávku elektrickej energie do distribučnej siete.

## 7. Ekonomické zhodnotenie navrhnutých opatrení

Fotovoltaický systém považujeme za investíciu. Pri investíciách sú najdôležitejšími nasledujúce kritériá: výnosnosť, riziko a likvidita projektu. Likvidita projektu pri technických riešeniach budov je prakticky nemožná. Riziko projektu môžeme zanedbať, keďže systém bude financovaný z vlastných zdrojov investora bez štátnych dotácií a prebytok vyrobenej elektrickej energie nebude dodávať do verejnej distribučnej siete. V našom prípade najdôležitejším a jediným kritériom bude výnosnosť projektu, s čím súvisí aj doba návratnosti investovaného kapitálu.

Ekonomické zhodnotenie projektu sa určí z metódy čistej súčasnej hodnoty a vnútorného výnosového percenta. Návratnosť projektu sa určí z prostej doby návratnosti. Doba zhodnotenia sa uvažuje 25 rokov. Výrobca garantuje výkonnosť panelov na úrovni 80% za túto dobu.

V tabuľke č.12 je rozpisovaná miera inflácie po rokoch za posledných 15 rokov. Priemerná miera inflácie za túto dobu bola na úrovni 2,89%. Rovnako sme spriemerovali aj zdražovanie elektrickej energie. Za rovnakú dobu zdražila elektrická energia o 1,36%. V tabuľke č.13 je prehľad zdražovania v priebehu rokov.

**Tabuľka č.12: Miera inflácie od roku 2003 do roku 2017. [Štatistický úrad Slovenskej republiky]**

Rok	Inflácia v [%]	Rok	Inflácia v [%]
2003	8,5	2011	4,3
2004	7,5	2012	3,6
2005	3,7	2013	1,0
2006	4,2	2014	-0,1
2007	3,4	2015	-0,5
2008	4,6	2016	-0,5
2009	0,9	2017	1,6
2010	1,1	<b>Priemer [%]</b>	<b>2,89</b>

**Tabuľka č.13: Prehľad vývoja cien elektrickej energie. [Úrad pre reguláciu sietových odvetví]**

Rok	Zmena ceny [%]	Rok	Zmena ceny [%]
2003	20	2011	3
2004	13	2012	1
2005	2	2013	-3,3
2006	5	2014	-7
2007	0	2015	-5
2008	2,9	2016	-4
2009	0,1	2017	-4,3
2010	-3	<b>Priemer [%]</b>	<b>1,36</b>

## 7.1 Obstarávacia cena

Obstarávacie náklady FVE sú rozpisané v tabuľke č.14. Rozpočet celého projektu je v prílohe 11. Cena konštrukcie je spolu aj s prácou určená od strojárskkej firmy. Cena elektrikárskej práce je určená z interného cenníka elektrikárskej firmy. Počet hodín je kvalifikovaný odhad od elektrikárskej firmy. Ceny použitých komponentov sú z internetových obchodov a sú bez DPH. Vzhľadom na veľkosť projektu je predpokladaná zľava na kompletnú cenu minimálne 10% [interný cenník elektrikárskej firmy].

Tabuľka č.14: Prehľad obstarávacej ceny FVE

	Celková cena bez DPH	Cena po 10 % zľave bez DPH
Varianta A	1 287 775,65€	1 158 998,09 €
Varianta B	556 092,99 €	500 483,69 €
Varianta C	4 051 321,38 €	3 646 189,24 €

## 7.2 Vlastná spotreba

Celková vyrobená elektrická energia je spotrebovaná v mieste výroby. Medzi príjmy, ktoré sa nezdaňujú patria aj úspory na elektrickej energii.

Tabuľka č.15: Prehľad ročnej úspory nákladov na elektrickú energiu cena SSE 0,098 € bez DPH

	Ročná spotrebovaná el. energia [kWh]	Ročná vyrobená el. energia [kWh]	Priemerné ročné úspory
Varianta A	3 379 254 kWh	601 870,90	52 506,98 €
Varianta B		276 685,63	24 137,94 €
Varianta C		1 647 300,05	143 709,80 €

## 7.3 Čistá súčasná hodnota (ČSH)

Čistá súčasná hodnota je metóda na ekonomické zhodnotenie projektu, ktorá porovnáva príjmy a výdaje v súčasne hodnote. Teda rozdiel medzi diskontovanými peňažnými príjmami z projektu a diskontovanými kapitálovými výdajmi na projekt v jednotlivých rokoch.

$$\text{ČSH} = -K_i + \sum_{t=1}^n \frac{p_t}{(1+i)^t}$$

kde:

$K_i$  – obstarávacie investičné náklady

$p_t$  – peňažný príjem v  $t$ -tom roku

$i$  – diskontná sadzba

$n$  – roky uvedenia investície do prevádzky

$t$  – roky po uvedení do prevádzky

## 7.4 Metóda vnútorného výnosového percenta (IRR)

Vnútorné výnosové percento je úroková miera, pri ktorej sú celkové diskontované príjmy rovné obstarávacím nákladom, teda diskontovaná miera pri ČSH=0. Vyjadruje, koľko percent je zárobok na hodnotenom projekte. Výpočet IRR je podľa vzorca:

$$0 = -K_i + \sum_{t=1}^n \frac{p_t}{(1+IRR)^t}$$

kde:

$K_i$  – obstarávacie investičné náklady

$p_t$  – peňažný príjem v  $t$ -tom roku

$IRR$  – vnútorné výnosové percento

$n$  – roky uvedenia investície do prevádzky

$t$  – roky po uvedení do prevádzky

## 7.5 Metóda prostej návratnosti (PDN)

Je to statická metóda, pričom doba návratnosti investičného projektu je definovaná ako počet rokov, za ktoré peňažné príjmy dosiahnu hodnotu počiatkovej investície, teda dôjde k splateniu investície. Pravidlom pri vyhodnocovaní projektu touto metódou je, že čím je výsledné číslo menšie tým je projekt z ekonomického hľadiska lepší. Vzhľadom k tomu, že prostá doba návratnosti vyjadruje len dobu, ktorá je nutná k pokrytiu kapitálového výdaju peňažnými príjmami z investície. Metóda skôr popisuje likviditu projektu.[39]

$$PDN = \frac{K_i}{Zisk_{priemer} + N_{odp}}$$

kde:

$K_i$  – obstarávacia investičná náklady

$Zisk_{priemer}$  – priemerná hodnota peňažného príjmu

$N_{odp}$  - odpisy

## 7.6 Varianta A

Životnosť batérií sme určili na 10 rokov, za celú uvažovanú dobu (25 rokov) je nutné dva razy vymeniť batérový systém. Podľa metódy ČSH pri započítaní zdražovania cien elektrickej energie ročne o 1,36%, ročnej miere inflácií 2,89% a výmeny batérového systému je návratnosť projektu v úsporách do 22-ho roku. Projekt za celú dobu životnosti usporí investorovi 1 312 674,41€ nákladov za elektrickú energiu. Celkový rozpis rokov je zobrazený v prílohe 12.

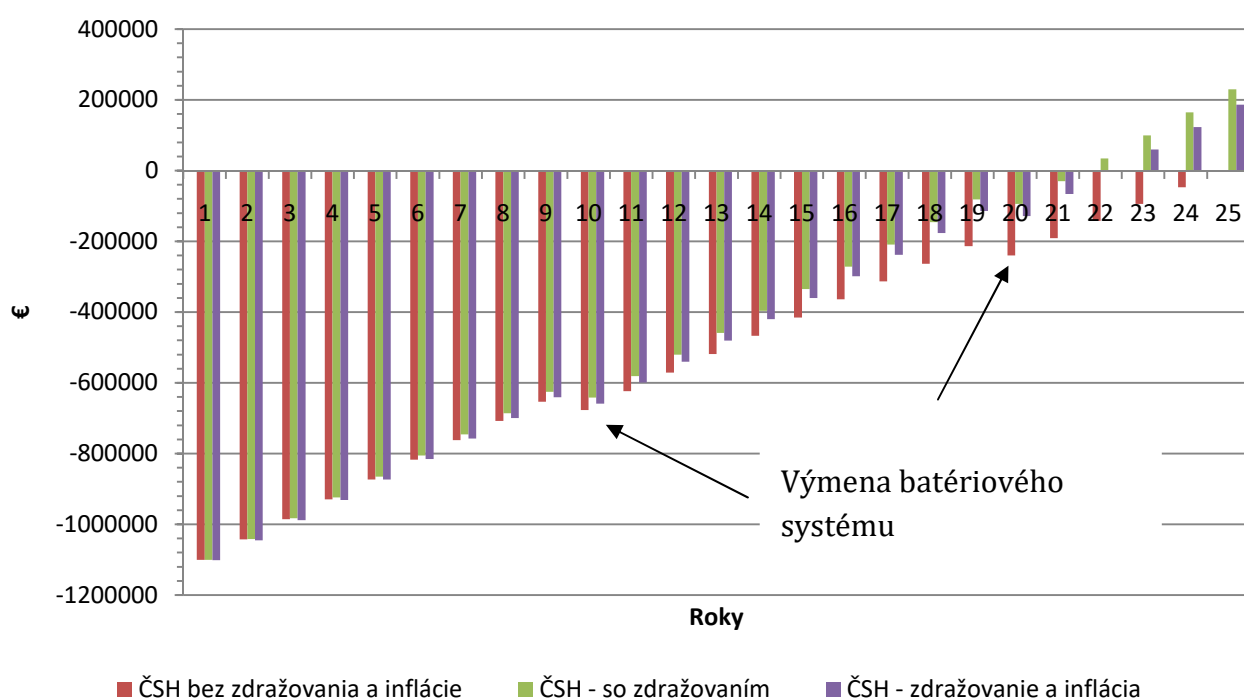


Čistá súčasná hodnota po 25 rokoch je 186 214,46 €. Projekt z metódy čistej súčasnej hodnoty je kladný, čím sa z ekonomického hľadiska oplatí realizovať. Prostá doba návratnosti vyšla 22,07 roka.

Pre presnejšiu predstavu doby návratnosti investície použije metódu prostej doby návratnosti. V čitateli použijeme celkové obstarávacie náklady projektu. Menovateľ obsahuje priemerné ročné náklady za celkovú dobu životnosti.

$$PDN = \frac{K_i}{Zisk_{priemer}} = \frac{1\,158\,998,09}{52\,506,98} = 22,07 \text{ roka} \quad (21)$$

### 7.6.1 Čistá súčasná hodnota projektu



Obrázok č.31: ČSH pre variantu A

Pre výpočet vnútorného výnosového percenta sme v programe Microsoft Excel použili finančný vzorec MIRA.VÝNOSNOSTI. IRR vyšlo 2%, pri počítaní doby životnosti 25 rokov.

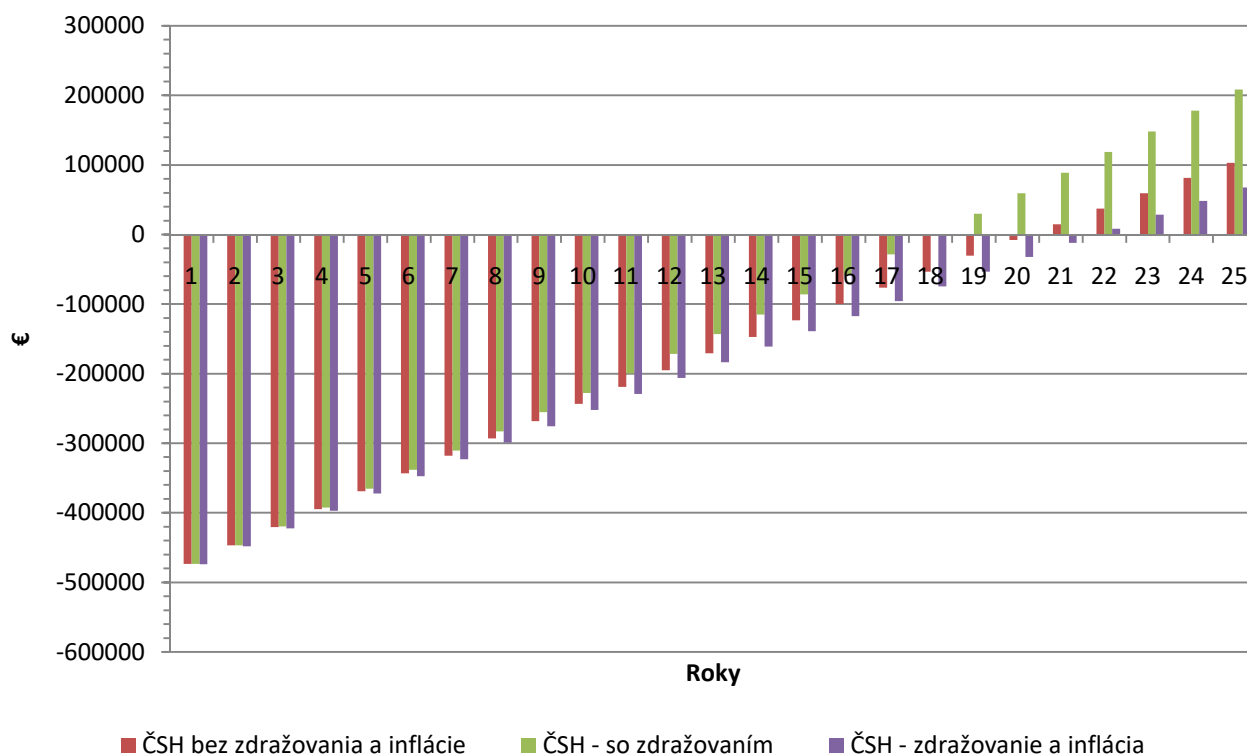
## 7.7 Varianta B

Podľa metódy ČSH pri započítaní zdražovania cien elektrickej energie ročne o 1,36% a ročnej miere inflácií 2,89% je návratnosť projektu v úsporách v 20-tom roku. Projekt za celú dobu životnosti usporí investorovi 603 448,59€ nákladov za elektrickú energiu. Celkový rozpis rokov je zobrazený v prílohe 12.

Čistá súčasná hodnota po 25 rokoch je 67 751,51€. Projekt z metódy čistej súčasnej hodnoty je kladný, čím sa z ekonomického hľadiska oplatí realizovať. Prostá

doba návratnosti vyšla 20,73 roka. Metóda vnútorného výnosového percenta vyšla 1%, čo znamená, že projekt je zaujímavý z ekonomického hľadiska.

### 7.7.1 Čistá súčasná hodnota projektu



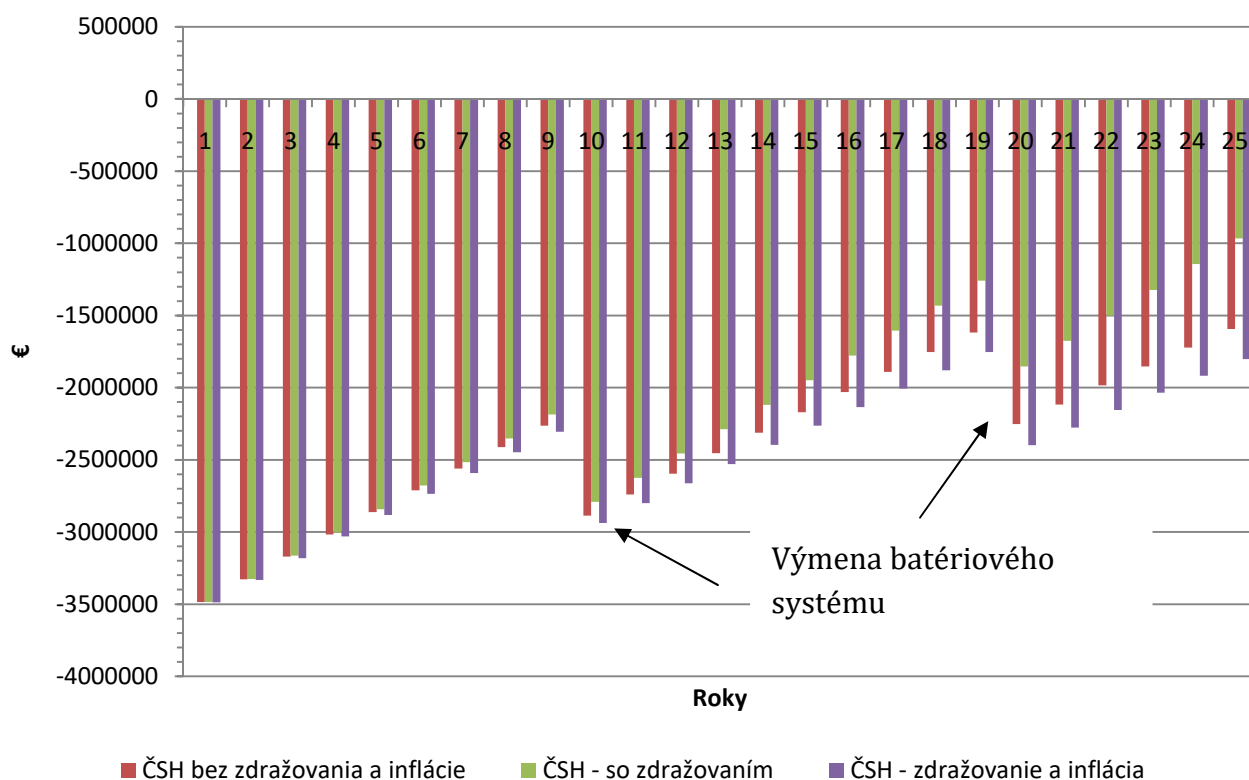
Obrázok č.32: ČSH pre variantu B

## 7.8 Varianta C

Podľa metódy ČSH pri započítaní zdražovania cien elektrickej energie ročne o 1,36% a ročnej miere inflácií 2,89% sú investované peniaze nenávratne z projektu. Projekt za celú dobu životnosti usporí investorovi 3 592 744,94€ nákladov za elektrickú energiu. Celkový rozpis rokov je zobrazený v prílohe 12. Projekt z metódy čistej súčasnej hodnoty je záporný, čím sa z ekonomického hľadiska neoplatí realizovať.

Pre presnejšiu predstavu doby návratnosti investície použije metódu prostej doby návratnosti. V čitateli použije celkové obstarávacie náklady projektu. Menovateľ obsahuje priemerné ročné náklady za celkovú dobu životnosti. Prostá doba návratnosti vyšla 25,37 roka. Metóda vnútorného výnosového percenta vyšla -1%, čo znamená, že projekt nie je zaujímavý z ekonomického hľadiska.

### 7.8.1 Čistá súčasná hodnota projektu



Obrázok č.33: ČSH pre variantu C

## 7.9 Vyhodnotenie navrhnutých opatrení

Navrhnuté opatrenia sme vyhodnotili z technologického, ekonomického a ekologického hľadiska. V tabuľke č. 16 sú porovnané dosiahnuté výsledky.

Z technického hľadiska sú realizovateľné všetky navrhnuté varianty. Kritickými faktormi boli nosnosť strechy a dostupnosť k technológiám umiestnených na streche. Ako najmenej efektívna je varianta C, pri ktorej vznikajú straty energie vzájomným tienením panelov. Strata je kvalifikovaným odhadom určená na 13%-16% z celkovej výroby elektrickej energie. Najefektívnejšia varianta je varianta B, pri ktorej nie je použitý akumulčný systém. Akumulčný systém má vplyv na straty elektrickej energie a značne ovplyvňuje údržbu celého systému.

Na ekonomické zhodnotenie sa použila dynamická metóda čistej súčasnej hodnoty, vnútorného výnosového percenta a statická metóda prostá doba návratnosti. Podľa použitých metód sú varianty A a B investične zaujímavé a obe varianty sa doporučujú k realizácii. Pri variante C vyšla ČSH záporná a IRR záporne, čo znamená že projekt nie je zaujímavý a môže byť stratový, preto sa nedoporučuje jeho realizácia.

Pri ekologickom zhodnotení sa hodnotia emisie CO<sub>2</sub>. Pri výpočtoch sa použili globálne faktory pre elektrickú energiu 1,17 t CO<sub>2</sub>/MWh a pre zemný plyn 0,20 t CO<sub>2</sub>/MWh. Najväčšie zníženie CO<sub>2</sub> emisií zaznamenala varianta C, ktorá ich dokáže znížiť o 5,52 [kg/m<sup>2</sup>.a]. Z hľadiska ekológie je najdôležitejšie využívať celý poskytnutý priestor čo najefektívnejšie.

Pri zohľadnení všetkých spomenutých faktorov sa ako optimálna javí varianta A, ktorá v maximálnej možnej miere využíva poskytnutý priestor a znižuje emisie CO<sub>2</sub>.

**Tabuľka č.16: Porovnanie navrhnutých variant**

Navrhnuté varianty	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Technologické riešenie - počet fotovoltaických panelov [ks]	1771	819	4836
Sebestačnosť budovy [%]	17,95	8,4	50,02
Úspora el. energie [kWh]	618 155,99	309 913,45	1 677 365,45
Úspora el. energie [kWh/m <sup>2</sup> .a]	30,28	13,82	74,82
Prepočet usporenej el. energie na celú podlahovú plochu [MWh]	678,8	309,8	1 677,30
Neobnoviteľnej primárnej energie po úpravách [kWh/m <sup>2</sup> .a]	186,72	203,18	142,18
Energetická trieda	B	B	A
Zníženie CO <sub>2</sub> emisií o [kg/m <sup>2</sup> .a]	3,9	2,45	5,52
ČSH[€]	186 214,46	67 751,51	záporná
IRR[%]	2	1	-1
T <sub>pd</sub> [rok]	22,07	20,73	25,37

## 8. Záver

Diplomová práca sa venuje optimalizácii energetickej náročnosti obchodného centra. Pred energetickej optimalizácii objektu sa vypracoval energetický audit a preukaz energetickej náročnosti budovy existujúceho stavu. Pre vypracovanie EA a PENB sme použili program ENERGIA. Z výstupu sme z hľadiska stavebných prvkov a konštrukcie nenašli žiadne možnosti na zlepšenie energetickej náročnosti, keďže použité materiály splňovali požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla. Použité prvky v technologických procesoch a osvetlenia sú s energetickou triedou A resp. A+. Ako hlavný nedostatok budovy vnímame nepoužitie žiadneho zdroja obnoviteľnej energie. Výsledkom je zaradenie budovy do energetickej triedy B s nasledujúcimi posudzujúcimi hodnotami:

- celková dodaná energia = 165 kWh/(m<sup>2</sup>.a)
- neobnoviteľná primárna energia = 217 kWh/(m<sup>2</sup>.a)
- CO<sub>2</sub> emisie = 34,53 kg/(m<sup>2</sup>.a)

Pre odstránenie absencie obnoviteľných zdrojov sme spravili prieskum využitia obnoviteľných zdrojov v lokalite Liptovský Mikuláš. Pri posudzovaní vhodnosti obnoviteľných zdrojov sme vychádzali z dvoch nezávislých zdrojov a to z portálu PVGIS, slnečnej a veternej mapy Slovenskej republiky. Z prieskumu nám vyšlo priemerné ročné slnečné žiarenie na hodnote 1070 kWh/m<sup>2</sup>. Z veternej mapy sme posúdili oblasť z hľadiska veternej energie a vyšlo nám, že priemerná ročná rýchlosť vetra je 2,71-3,20 m.s<sup>-1</sup>. Čo je zaradené podľa Beaufortovej stupnice ako stupeň 2 - slabý vietor. Minimálna rýchlosť potrebná pre rozbeh veternej turbíny je 3-5,5 m.s<sup>-1</sup>. A z rovnice (8) vyplýva, že výkon veterného motora je tretia mocnina rýchlosti vetra a z tohto hľadiska je neefektívne a neekonomické uvažovať nad využívaním veternej energie.

Za obnoviteľný zdroj použitý v objekte sme vybrali slnečnú energiu na princípe priamej premeny na elektrickú energiu. Fotovoltaická elektrárňa bude umiestnená na streche na konštrukcii, ktorá umožní uloženie panela 0,5 m nad úroveň strechy a sklon 36°. FVE bude orientovaná juhozápadne s azimutom 7°. Pre FVE sme vypracovali tri nasledujúce varianty:

- Varianta A – optimálne využitie fotovoltaických panelov na plochu strechy
- Varianta B – FVE bez akumuláčného systému
- Varianta C – dosiahnutie 50% sebestačnosti objektu

Pre investičné rozhodovanie sme použili metódy čistej súčasnej hodnoty, vnútorné výnosové percento a prostá doba návratnosti. Doba životnosti FVE sa uvažovala 25 rokov (udávaná životnosť fotovoltaických panelov). Doba životnosti akumuláčného systému garantuje výrobca TESVOLT na 10 rokov. Pri porovnávaní navrhovaných variant sa najefektívnejšie javí varianta A, ktorá ročne objektu usporí množstvo neobnoviteľnej primárnej elektrickej energie v hodnote 618 155,99 kWh. V prepočte na

priemerné ročné uspokojené náklady to vychádza na 52 506,98€. Z hľadiska investičného rozhodovania vyšla ČSH 186 214,46€, IRR = 2% a  $T_{pd} = 22,07$  roka. Ostatné varianty sú porovnané v tabuľke č.16.

Navrhnutú variantu A sme optimalizovali z hľadiska prietokov elektrickej energie do distribučnej sústavy. Navrhli sme riadiaci systém, ktorý zamedzí prietoky. Riadiaci systém je popísaný v kapitole 6.10. Pre variantu A sme vypracovali projektovú dokumentáciu a technickú správu. Projektová dokumentácia obsahuje 7 výkresov, v ktorých sú podrobne nakreslené celková schéma FVE s riadiacim systémom (číslo výkresu 1), DC rozvádzače (číslo výkresu 2,3), AC rozvádzače (číslo výkresu 4,5), celkový tok energie (číslo výkresu 6) a prehľadová schéma riadiaceho systému (číslo výkresu 7).

Navrhnutou variantou A sa dosiahla 17,95% sebestačnosť objektu. Podarilo sa znížiť emisie CO<sub>2</sub> o 13,39%. Primárnu energiu sa podarilo znížiť o 13,95%. Z plánov EU rozpísaných v kapitole 3, je snaha dosiahnuť 20-20-20 do roku 2020. Z reálneho príkladu obchodného centra je vidieť, že dosiahnuť tieto čísla nie je jednoduché a z technického hľadiska to nemusí byť vždy aj realizovateľné hlavne pri existujúcich objektoch.

## 9. Literatúra

1. Energetická efektívnosť a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Bratislava, 2014.
2. KABZÁNI, Matej. *VPLYV ENERGETICKÝCH OPATRNÍ NA CENY PREVÁDZKY BUDOVY*. 2017. Diplomová práca. VUT. Vedoucí práce Ing. Marek Pertl, Ph.D.
3. EVROPSKÁ UNIA. Energetická náročnosť budov: SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2010/31/EU. In: . 2010, 153/13.
4. KOLEKTÍV PORTÁLU ENERGIE-PORTAL. *Podiel obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku klesol* [online]. 01.02.2018, , 3 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/podiel-obnovitelnych-zdrojov-energie-na-slovensku-klesol-104214.aspx>
5. EUROSTAT. Renewable energy statistics: Share of energy from renewable sources in gross final consumption of energy, 2004-2016 [online]. , 1 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable\\_energy\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics)
6. BECHNÍK, Bronislav. *Národní akční plány zemí EU - instalovaný výkon OZE elektráren* [online]. 21.03.2011 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/7266-narodni-akcni-plany-zemi-eu-instalovany-vykon-oze-elektraren>
7. MASTNÝ, Petr, Jiří DRÁPELA, Stanislav MIŠÁK, Jan MACHAČEK, Michal PTÁČEK, Lukáš RADIL, Tomáš BARTOŠÍK a Tomáš PAVELKA. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN ISBN 978-80-01-04937-2.
8. MASTNÝ, Petr. *VTE I* [online]. Brno, 2015 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z: [https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/269020/mod\\_resource/content/0/06\\_MMZE\\_VTE\\_I.pdf](https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/269020/mod_resource/content/0/06_MMZE_VTE_I.pdf). Skriptum. VUT v Brně. Vedoucí práce Doc.Ing. Petr Mastný, Ph.D.
9. Tristate. *Pri stavbe, rekonštrukcii, predaji aj prenájme nehnuteľnosti potrebujete PENB* [online]. 28.04.2017 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://aktualitysk.sk/pri-stavbe-rekonstrukcii-predaji-aj-prenajme-nehnutelnosti-potrebujete-penb/>
10. MASTNÝ, Petr. *FVE A LPS, VÝKONNOST FVE, HYBRIDNÍ SYSTÉMY, DIAGNOSTIKA* [online]. Brno, 2015 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z: [https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/260587/mod\\_resource/content/0/02\\_MMZE\\_FVE\\_II.pdf](https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/260587/mod_resource/content/0/02_MMZE_FVE_II.pdf) Skriptum. VUT v Brně. Vedoucí práce Doc.Ing. Petr Mastný, Ph.D.
11. KABELÉ, Karel a Miroslav Urban. *Budovy s téměř nulovou spotřebou energie: Pohled na budovy s téměř nulovou spotřebou energie v kontextu současných legislativních požadavků v ČR*. Tzb-info [online]. 02.01.2017 [cit. 2018-01-19]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>

12. Fotovoltaické sety s pripojením k elektrickej sieti s batériou. Grun-power [online]. [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://www.grun-power.sk/fotovoltaika-s-pripoj-k-eletrickej-sieti-hfvz-grun-power.php>
13. PVGIS. <http://photovoltaic-software> [online]. [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>
14. Aký zvolit' typ výkupu. Solárne [online]. [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://www.solarne.sk/aky-zvolit-typ-vykupu/p52>
15. Veterná energia: Charakteristické veličiny vetra a Beaufortova stupnica [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <http://www.oze.stuba.sk/oze/veterna-energia/>
16. METEOBLUE: Počasie Liptovský Mikuláš. [www.meteoblue.com/sk](http://www.meteoblue.com/sk) [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: [https://www.meteoblue.com/sk/pocasio/archive/export/liptovskymikulas\\_slovenska-republika\\_3059050](https://www.meteoblue.com/sk/pocasio/archive/export/liptovskymikulas_slovenska-republika_3059050)
17. MASTNÝ, Petr. *Solární termické elektárny, akumulace energie*. [online]. Brno, 2015 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: [https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/267517/mod\\_resource/content/0/05\\_MMZE\\_Sol\\_Aku.pdf](https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/267517/mod_resource/content/0/05_MMZE_Sol_Aku.pdf). Skriptum. VUT v Brně. Vedoucí práce Doc.Ing. Petr Mastný, Ph.D.
18. PETRO, Štefan. Dôvody a možnosti akumulácie elektrickej energie v súvislosti s rozšírením obnoviteľných zdrojov energie a porovnanie dostupných technológií [online]. Komárno, 2013 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.gesc.sk/wp-content/uploads/2014/09/Dovody-a-moznosti-akumulacie-eletrickej-energie-v-suvvislosti-s-rozsirenim-obnovitelnych-zdrojov-energie-a-porovnanie-dostupnych-technologii.pdf>
19. BUGÁR, Martin. Superkondenzátory – Technologicky vyspelé zásobníky energie. *Poster.us.sk* [online]. 2011 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.poster.us.sk/?p=10736>
20. VANĚK, Jiří, Petr KŘIVÍK a Vítězslav NOVÁK. *Alternativní zdroje energie*. Brno, 2016. Skriptum. VUT Brno. Vedoucí práce Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.
21. THOMPSON, Chris. *AC vs. DC Coupling: What To Consider With Large Solar+Storage Projects* [online]. December 2016 [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <https://issues.solarindustrymag.com/article/ac-vs-dc-coupling-what-to-consider-with-large-solarstorage-projects>
22. SEDLÁČEK, Marek. *Hybridní fotovoltaická elektrárna pro rodinný dům*. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Martin Pospíšilík.
23. Pre podniky je najvyšší čas spraviť si povinný energetický audit: Osvedčení auditori. *www.energia.sk* [online]. 2015, 13.08.2015 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://energia.sk/dolezite/efektivnost/pre-podniky-je-najvyssi-cas-spravit-si-povinny-energeticky-audit/17320/>
24. TESVOLT. [online]. Nemecko, 2017 [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://www.tesvolt.com/en/>
25. FOTOVOLTAICKÝ PANEL: PANASONIC VBHN330S47. *Eshop.terms.cz* [online]. Česká republika, 2017 [cit. 2018-02-23]. Dostupné z:



- <http://eshop.terms.eu/cz/e-shop/1437385/c68830-monokrystalicke-panely/panasonic-vbhn330sj47.html>
26. SMA STP 50/40. *SMA* [online]. Nemecko, 2017 [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-core1.html>
  27. SMA STP 60. *SMA* [online]. Nemecko, 2017 [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-60.html>
  28. RADOX® Solar cable: Single core cable. *Simacelectronics* [online]. Nemecko, 2017, 2017 [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: [https://www.simacelectronics.nl/amfilerating/file/download/file\\_id/128/](https://www.simacelectronics.nl/amfilerating/file/download/file_id/128/)
  29. Silové kably a vodiče: Silový kabl pro pevné uložení. *Vodice-kably* [online]. Česko, 2017 [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: <http://www.vodice-kably.cz/cs/vyrobky-a-sluzby/katalog/globalni-hledani>
  30. Zákon o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov. 1. Bratislava: Národná rada Slovenskej republiky, 2005.
  31. Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. 1. Bratislava: Národná rada Slovenskej republiky, 2005.
  32. KAŇUCH, Ján. Nové trendy a smery vo vývoji akumulátorov pre elektromobily [online]. 28.3.2016 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=18414>
  33. BECHTÍK, Bronislav. *Stručná historie fotovoltaiiky* [online]. 1.9.2014, , 1 [cit. 2018-01-29]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaiika/11652-strucna-historie-fotovoltaiiky>
  34. Fotovoltaiické sety s pripojením k elektrickej sieti s batériou. Grun-power [online]. [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: <http://www.grun-power.sk/fotovoltaiika-s-prijoj-k-elekttrickej-sieti-ofs-grun-power.php>
  35. FABIANOVÁ, Karolína. *Veterná energetika zažíva vo svete úspech a stojí na popredných priečkach* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://energieprevas.sk/eko/20>
  36. ČEMAN, Róbert. *Neživá príroda*. 1.vyd. Bratislava: MAPA Slovakia Bratislava, 1999. ISBN 80-967723-9-2.
  37. Mastný, P., Studijní podklady předmětu Malé zdroje elektrické energie, 2011, Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně
  38. *Vanadium Redox (VRB) Flow Batteries* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://energystorage.org/energy-storage/technologies/vanadium-redox-vrb-flow-batteries>
  39. MACHÁČEK, Jan a Michal PTÁČEK. *Ekonomika a ekologie v elektroenergetice*. Brno, 2014. Skriptum. VUT.

## 10. Symboly a skratky

*AC – striedavý prúd*  
*AGM – elektrolyt nasiaknutý v póroch separátu zo sklenených vlákien*  
*AM – vzdušná hmota*  
*ČSH – čistá súčasná hodnota*  
*DC – jednosmerný prúd*  
*DOD – hĺbka vybitia*  
*DPH – daň z pridanej hodnoty*  
*DS – distribučná spoločnosť*  
*EA – Energetický audit*  
*ENB – energetická náročnosť budov*  
*EÚ – Európska únia*  
*FVE –fotovoltaická elektrárňa*  
*GPS – globálny lokalizačný systém*  
*HDS – hlavná domová skriňa*  
*IP - stupeň ochrany*  
*IRR - výnosové vnútorné percento*  
*Li-ion – Lítium-iontové*  
*MDVRR SR – Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky*  
*MPPT – hľadanie bodu maximálneho výkonu*  
*NiCd – Nikel – Kadmiové*  
*NiMH – Nikel Metal Hydridové*  
*NN – nízke napätie*  
*NP – nadzemné podlažie*  
*NPV – net present value*  
*OZE – obnoviteľné zdroje energie*  
*PbA – olovený akumulátor*  
*PDN – prostá doba návratnosti*  
*PEM – protónová výmenná membrána*  
*PENB – preukaz energetickej náročnosti budovy*  
*PP – podzemné podlažie*  
*PVGIS – fotovoltaický geografický informačný systém*  
*SIEA – Slovenská inovačná a energetická agentúra*  
*STC – štandardné testovacie podmienky*  
*T<sub>pd</sub> – doba prostej návratnosti*  
*T<sub>sd</sub> – doba reálnej návratnosti*  
*TÚV – teplá úžitková voda*  
*URSO – úrad pre reguláciu sieťových odvetví*  
*VN – vysoké napätie*  
*VRB - Vanadové redukčne oxidačné*  
*VRLA - bez údržbové ventilom riadené*

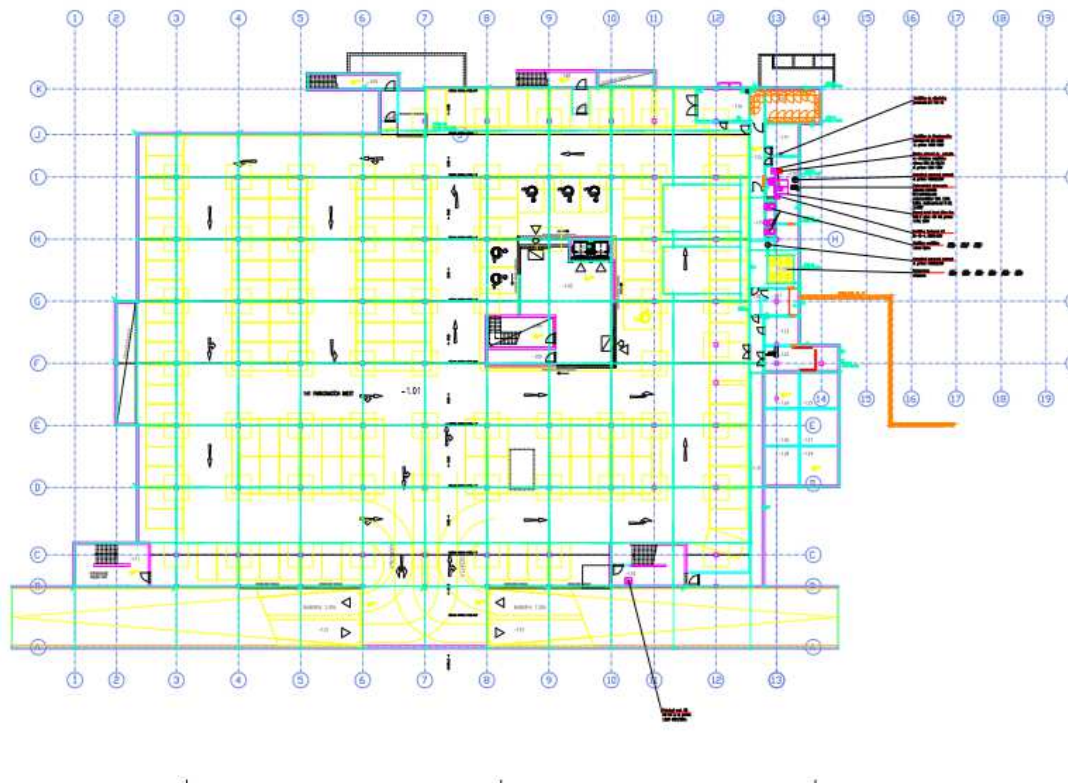
## 11. Prílohy

1. Dispozícia poschodí
2. Fotodokumentácia objektu
3. Energetický audit
4. Technická správa FVE
5. Preukaz energetickej náročnosti budov (PENB)
6. Príkron a spotreba najvýznamnejších spotrebičov a prebytky elektrickej energie v jednotlivých obdobiach
7. Klasifikačné triedy pre hodnotenie energetickej náročnosti budov
8. Akčné plány Švédska a Malty na dosiahnutie stanovených cieľov pre rok 2020
9. Fotodokumentácia strechy, simulácia FVE na tienenie, konštrukcia FVE a závislosť výkonnosti FVE od sklonu fotovoltaického panelu
10. Kompletná cena konštrukcie FVE
11. Rozpočet projektu
12. Ekonomické zhodnotenie ČSH, IRR
13. Výpočet výkon z FVE pre mesiac Január
14. Katalógy komponentov
15. Projektová dokumentácia

# Príloha 1:

## Dispozícia poschodí

### 1. prízemné poschodie:



**LEGENDA VEŠTIEK:**

Číslo	Názov	Objem	Objem	Objem
-1.14	AKOZOVNA GRANZ	3000	613	10
-1.15	KALA	1000	812	10
-1.16	VEFANT	1000	812	10
-1.17	SCHODISKO	3000	112	10
-1.18	GRANZ	3000	142	10
-1.19	GRANZ	3000	112	10
-1.20	SCHODISKO	3000	112	10
-1.21	SCHODISKO	3000	112	10
-1.22	SCHODISKO	3000	112	10
-1.23	SCHODISKO	3000	112	10
-1.24	SCHODISKO	3000	112	10
-1.25	SCHODISKO	3000	112	10
-1.26	SCHODISKO	3000	112	10
-1.27	SCHODISKO	3000	112	10
-1.28	SCHODISKO	3000	112	10
-1.29	SCHODISKO	3000	112	10
-1.30	SCHODISKO	3000	112	10
-1.31	SCHODISKO	3000	112	10
-1.32	SCHODISKO	3000	112	10
-1.33	SCHODISKO	3000	112	10
-1.34	SCHODISKO	3000	112	10
-1.35	SCHODISKO	3000	112	10
-1.36	SCHODISKO	3000	112	10
-1.37	SCHODISKO	3000	112	10
-1.38	SCHODISKO	3000	112	10
-1.39	SCHODISKO	3000	112	10
-1.40	SCHODISKO	3000	112	10
-1.41	SCHODISKO	3000	112	10
-1.42	SCHODISKO	3000	112	10
-1.43	SCHODISKO	3000	112	10
-1.44	SCHODISKO	3000	112	10
-1.45	SCHODISKO	3000	112	10
-1.46	SCHODISKO	3000	112	10
-1.47	SCHODISKO	3000	112	10
-1.48	SCHODISKO	3000	112	10
-1.49	SCHODISKO	3000	112	10
-1.50	SCHODISKO	3000	112	10
-1.51	SCHODISKO	3000	112	10
-1.52	SCHODISKO	3000	112	10
-1.53	SCHODISKO	3000	112	10
-1.54	SCHODISKO	3000	112	10
-1.55	SCHODISKO	3000	112	10
-1.56	SCHODISKO	3000	112	10
-1.57	SCHODISKO	3000	112	10
-1.58	SCHODISKO	3000	112	10
-1.59	SCHODISKO	3000	112	10
-1.60	SCHODISKO	3000	112	10
-1.61	SCHODISKO	3000	112	10
-1.62	SCHODISKO	3000	112	10
-1.63	SCHODISKO	3000	112	10
-1.64	SCHODISKO	3000	112	10
-1.65	SCHODISKO	3000	112	10
-1.66	SCHODISKO	3000	112	10
-1.67	SCHODISKO	3000	112	10
-1.68	SCHODISKO	3000	112	10
-1.69	SCHODISKO	3000	112	10
-1.70	SCHODISKO	3000	112	10
-1.71	SCHODISKO	3000	112	10
-1.72	SCHODISKO	3000	112	10
-1.73	SCHODISKO	3000	112	10
-1.74	SCHODISKO	3000	112	10
-1.75	SCHODISKO	3000	112	10
-1.76	SCHODISKO	3000	112	10
-1.77	SCHODISKO	3000	112	10
-1.78	SCHODISKO	3000	112	10
-1.79	SCHODISKO	3000	112	10
-1.80	SCHODISKO	3000	112	10
-1.81	SCHODISKO	3000	112	10
-1.82	SCHODISKO	3000	112	10
-1.83	SCHODISKO	3000	112	10
-1.84	SCHODISKO	3000	112	10
-1.85	SCHODISKO	3000	112	10
-1.86	SCHODISKO	3000	112	10
-1.87	SCHODISKO	3000	112	10
-1.88	SCHODISKO	3000	112	10
-1.89	SCHODISKO	3000	112	10
-1.90	SCHODISKO	3000	112	10
-1.91	SCHODISKO	3000	112	10
-1.92	SCHODISKO	3000	112	10
-1.93	SCHODISKO	3000	112	10
-1.94	SCHODISKO	3000	112	10
-1.95	SCHODISKO	3000	112	10
-1.96	SCHODISKO	3000	112	10
-1.97	SCHODISKO	3000	112	10
-1.98	SCHODISKO	3000	112	10
-1.99	SCHODISKO	3000	112	10
-2.00	SCHODISKO	3000	112	10

**DOKUMENTÁCIA PRE STAVEBNÉ KONANIE STAVBY**

NÁZOV STAVBY:  
OBCHODNÉ CENTRUM STOP. SHOP. LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ

INVESTOR: \_\_\_\_\_ ZHOTOVITEL: \_\_\_\_\_

GENERÁLNY PROJEKTANT: \_\_\_\_\_ AUTORIZOVANÝ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ VYPRACOVANÝ: \_\_\_\_\_

ČASŤ PROJEKTOVEJ DOKUMENTÁCIE: \_\_\_\_\_ MIERA KRESY: \_\_\_\_\_

STAVEBNÝ OBJEKT: \_\_\_\_\_ MIERA: 1:200 FORMÁT: 12xA4

NÁZOV VYKRESU: \_\_\_\_\_ 2. VÝNESHUČ. Č. SÁVY: \_\_\_\_\_

1\_PP

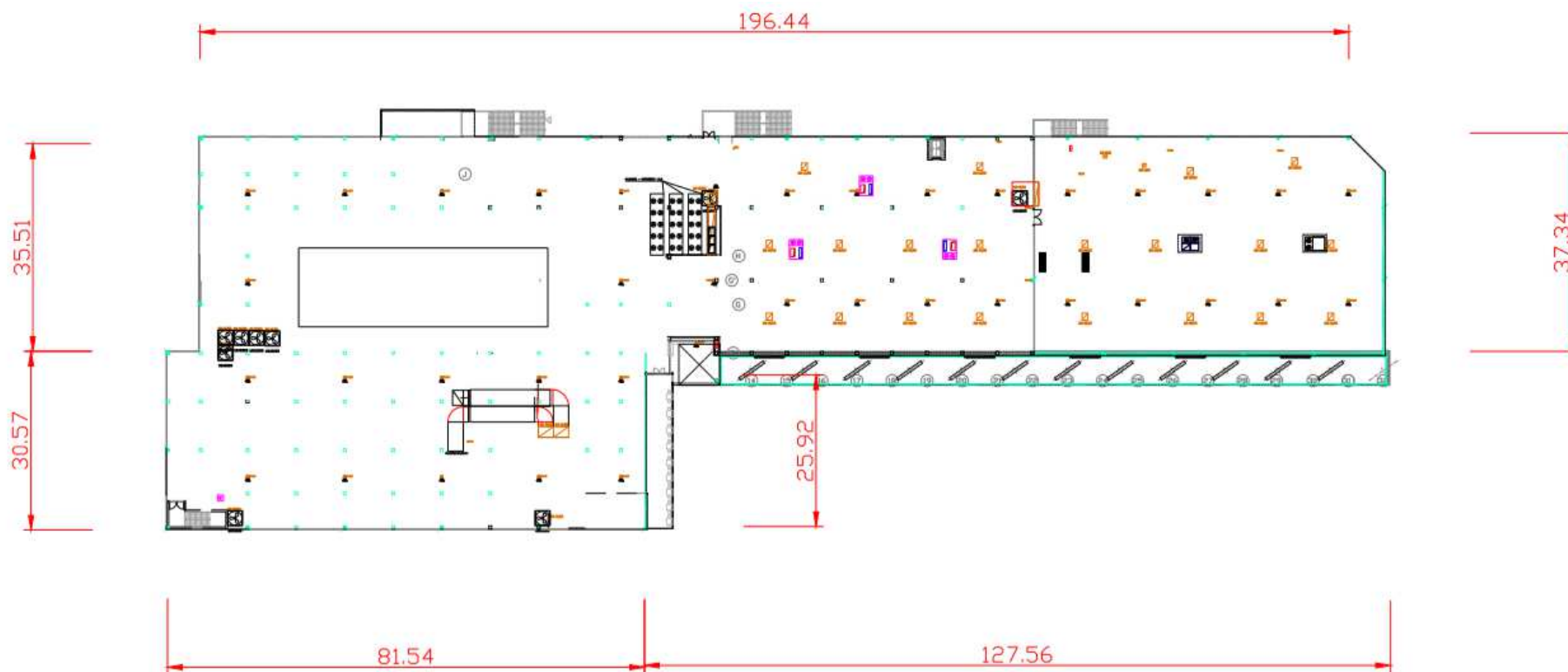
Obrázok č.34: Prvé prízemné poschodie[vlastný obrázok]





**Strecha** - dispozícia strechy s rozmermi v metroch

- celková plocha strechy 9 891,67 m<sup>2</sup>
- plocha technológií 1 045,07 m<sup>2</sup>
- celková použiteľná plocha strechy 8 846,60 m<sup>2</sup>



Obrázok č.37: Dispozícia strechy [vlastný obrázok]

## Príloha 2:

### Fotodokumentácia objektu

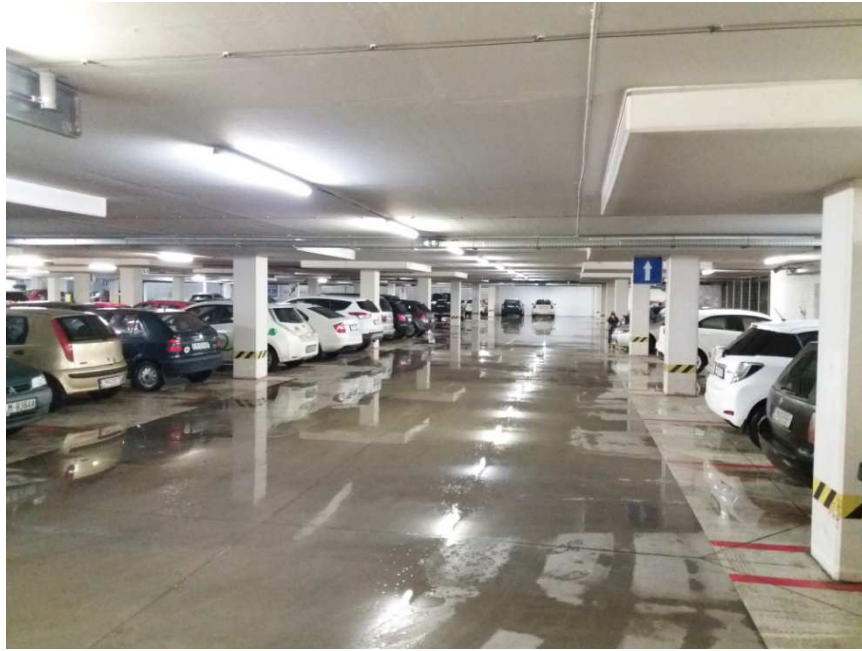


Obrázok č.38: Obchodné centrum – predný pohľad [vlastný obrázok]



Obrázok č.39: Obchodné centrum – zadný pohľad [vlastný obrázok]





**Obrázok č.40:Obchodné centrum – podzemná garáž [vlastný obrázok]**

# Príloha 3:

## Energetický audit

### Správa

(príloha k preukazu energetickej náročnosti budovy)

#### 1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE HODNOTENEJBUDOVY

<b>Názov budovy:</b>	Obchodné centrum STOP-SHOP
<b>Ulica, číslo:</b>	1. mája, 872
<b>Obec:</b>	Liptovský Mikuláš
<b>Parc. č.:</b>	872
<b>Katastrálne územie:</b>	Liptovský Mikuláš
<b>Účel spracovania energetického certifikátu:</b>	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel

## 2. ÚČEL ENERGETICKÉHOHODNOTENIA

Diplomová práca

## 3. ODKAZ NANORMY

STN EN ISO 13 790

STN 73 0540-2

Vyhláška č. 364/2012 MDVRR SR

STN 15 193

## 4. URČENIE KATEGÓRIEBUDOVY

uvažovanie dielčích referenčných spotrieb pre danú kategóriu budovy pre konkrétne miesto spotreby do celkovej referenčnej spotreby budovy						
zoznam zón s požiadavkou na vnútornú teplotu / kategória budovy	vykurovanie	príprava TV	chladenie, nútené vetranie, vlhkosťná úprava vzduchu			osvetlenie
			strojné chladenie	nútené vetranie	vlhkosťná úprava vzduchu	
Z1 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY	ÁNO	ÁNO	ÁNO			ÁNO
Z2 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY	ÁNO	ÁNO	ÁNO			ÁNO

## 5. OPISBUDOVY

**Konštrukčnériešenie:** Budova je z prefabrikovaného skeletu s kombináciou monolitckej konštrukcie o rozmeroch 78mx200m.

**Tepelnáochranabudov-skladbyobalovýchkonštrukcií:** Ľahký obvodový plášť – modulárna konštrukcia, plechová konštrukcia

### Popis aktuálneho stavu

**Obvodovýplášť:** Ľahký obvodový plášť – modulárna konštrukcia, plechová konštrukcia

Strecha: **Jednoplášťová s PPS**

Otvorové konštrukcie:

Podlaha na teréne / strop nad nevykurovaným suterénom: Iné:

## 6. URČENIE POLOHY BUDOVY A KLIMATICKÝCH PODMIENOK

Normalizované okrajové podmienky podľa STN 73 0540-3.

## 7. OPIS TECHNICKÝCH SYSTÉMOV BUDOVY

### Technické zariadenia budovy - vykurovanie

#### Popis aktuálneho stavu

Meranie a regulácia: Vykurovanie je automatizované, celoročne nastavené na teplotu 20-22 °C.

#### Vykurovanie:

Plyn od dodávateľa SSE, ktorý je premenovaný na tepelnú energiu pomocou dvoch rovnakých kotlov HOVAL UltraGas s energetickou triedou A.

#### Záver:

Bez navrhovaných opatrení

### Technické zariadenia budovy - príprava teplej vody

NEHODNOTENÉ

### Technické zariadenia budovy - chladenie a vetranie

Typ systému chlad./vet.: Vzduchom chladený - priame chladenie

Meranie a regulácia:

Automatická regulácia

#### vetranie

Bez navrhovaných opatrení

#### Záver:

Bez navrhovaných opatrení

### Technické zariadenia budovy - osvetlenie Lokalita

(zemepisná šírka a dĺžka): 490456.4; 193713.8

Prevádzkový čas: 6:30-21:00,

Typ budovy z hľadiska osvetlenia: BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY, BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY

Obnov. zdroj energie: bez použitia obnoviteľných zdrojov

### **Osvetlenie:**

#### **Popis aktuálneho stavu**

Použité LED svetelné zdroje s energetickou triedou A.

#### **Popis navrhovaných úprav na zlepšenie EHB Osvetlenie:**

Bez navrhovaných opatrení

#### **Záver:**

Bez navrhovaných opatrení

## **8. VSTUPNÉ ÚDAJE ENERGETICKÉHO HODNOTENIA**

## **9. INFORMÁCIE O POUŽITÝCH ROZMEROCH, O VÝPOČTE CELKOVEJ PODLAHOVEJ PLOCHY**

### **10. ŠPECIFIKÁCIA ROZDELENIA BUDOVY NA TEPLOTNÉ ZÓNY, POUŽITÁ VÝPOČTOVÁ METÓDA**

Budova bola rozdelená na teplotné zóny: Z1 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY, Z2 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY. Na výpočet bola

použitá mesačná metóda.

### **11. OSTATNÉ BODY PODĽA PRÍLOHY 4 VYHL. 364/2012 Z.z. a 324/2016 Z.z.**

Výpočet certifikátu energetickej hospodárnosti budovy bol zrealizovaný podľa odporúčaného postupu výpočtu uvedeného v prílohe 4 vyhl. 364/2012 Z.z. a vyhl. 324//2016 Z.z.

## **12. KOMENTÁR K ENERGETICKÉMU CERTIFIKÁTU**

## **13. TABUĽKOVÁ ČASŤ**

Vstupné údaje, čiastkové výsledky výpočtu a výsledky normalizovaného hodnotenia sa podľa bodov k) až u) podrobnejšie uvedú v tabuľkách (rovnaké tabuľky, okrem tabuľky 6, sa použijú pre aktuálnu novú stavbu po zhotovení navrhovaných úprav (významnejšie opatrenia)):

- tabuľka č. 1 – Tepelná ochrana budovy, potreba tepla na vykurovanie a chladenie
- tabuľka č. 2 – Potreba energie na vykurovanie
- tabuľka č. 3 – Potreba energie na prípravu teplej vody
- tabuľka č. 4 – Potreba energie na chladenie a vetranie
- tabuľka č. 5 – Potreba energie na osvetlenie
- tabuľka č. 6 – Rekapitulácia a potenciál úspore energie po zhotovení navrhovaných úprav
- tabuľka č. 7 – Potreba energie pre normalizované hodnotenie

Tabuľka 1: Tepelná ochrana budovy, potreba tepla na vykurovanie a chladenie

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE			
1	Názvobudovy:	Obchodné centrumSTOP-SHOP		
2	Ulica,číslo:	1.mája,872/2		
3	Obec:	LiptovskýMikuláš		
4	Parc.č.:	872		
5	Katastrálneúzemie:	LiptovskýMikuláš		
6	Účelspracovaniaenergetického certifikátu:	Novábudova,Budovaužívanáorgánomverejnejmoci,Iný účel		
Výpočet potreby tepla na vykurovanie				
VSTUPNÉ ÚDAJE				
Budova				
7	Kategóriabudovy(jedenúčelužívania)	-		
8	Zmiešanýúčelužívania-kategória1	BUDOVYPRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY		
9	Zmiešanýúčelužívania-kategória2	BUDOVYPRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY		
10	Podielcelkovejpodlahovej plochy-kategória1	79,8%		
11	Podielcelkovejpodlahovej plochy-kategória2	20,2%		
12	Rokkolaudácie	2010		
13	Rokposlednejzmenytepelnejochrany	2010		
14	Typ,konštrukčnýsystém,stavebnásústava(bytové domy)			
15	Šírkabudovy	68m		
16	Dĺžkabudovy	203m		
17	Výškabudovy	11m		
18	Početpodlaží	3		
19	Obstavanýobjemvykurovanejčasti	97295m <sup>3</sup>		
20	Celkovápodlahová plocha	22 418,00m <sup>2</sup>		
21	Celkováteplovýmenná plocha	50 683,60m <sup>2</sup>		
22	Priemernákonštrukčnávýška	3,2m		
23	Faktortvaru	0,5211/m		
Výpočet				
24	Výpočtovámetóda	mesačná		
25	Početdennostupňov(vykurovanie)	-K.deň		
-	Početdennostupňov-kategória1	2 552K.deň		
-	Početdennostupňov-kategória2	2 552K.deň		
Tepelné straty				
	Popis/názov obvodovej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U <sub>i</sub> (W/(m <sup>2</sup> .K))	Teplovýmenná plocha A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Teplotný redukčný faktor b (-)
	Obvodový plášť :			
26	1 STN-1 Modulárna konštrukcia	1,08	8 168,00	1,00
27	2 STN-5 Plechová konštrukcia	0,55	8 732,00	1,00
28	3 -	-	-	-

29	4	-	-	-	-
30	5	-	-	-	-
		Strecha :			
31	1	STR-3	0,36	16 891,80	1,00
32	2	-	-	-	-
33	3	-	-	-	-
34	4	-	-	-	-
35	5	-	-	-	-
		Podlaha :			
36	1.1	PDL(z)-2 (Z1)	0,50	9 563,00	0,30
37	1.2	PDL(z)-2 (Z2)	0,50	7 328,80	0,34
38	2	-	-	-	-
39	3	-	-	-	-
40	4	-	-	-	-
		Otvorové konštrukcie :			
41	1	-	-	-	-
42	2	-	-	-	-
43	3	-	-	-	-
44	4	-	-	-	-
45	5	-	-	-	-
46		Priemerný súčiniteľ prechodu tepla $U_m$			0,598W/(m <sup>2</sup> .K)
-		Odporúčaná hodnota $U_{e,m}$ (maximálna hodnota)			0,60W/(m <sup>2</sup> .K)
-		Odporúčaná hodnota $U_{e,m}$ (normalizovaná hodnota)			0,49W/(m <sup>2</sup> .K)
-		Odporúčaná hodnota $U_{e,m}$ (odporúčaná hodnota)			0,33W/(m <sup>2</sup> .K)
-		Odporúčaná hodnota $U_{e,m}$ (cieľová odporúčaná hodnota)			0,23W/(m <sup>2</sup> .K)
47		Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vykure. suteréne $L_s$ - Z1			698,09W/K
-		Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vykure. suteréne $L_s$ - Z2			764,88W/K
48		Vplyv tepelných mostov $\Delta U$			0,20 W/(m <sup>2</sup> .K)
49		Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov $\Delta H_{TM}$			9 136,72 W/K
		Popis otvorovej konštrukcie	Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní $i \cdot 10^4$ (m <sup>2</sup> /(s.Pa <sup>0,67</sup> ))	
50	1	-	-	-	
51	2	-	-	-	
52	3	-	-	-	
53		Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije výpočet výmeny vzduchu) - Z1			8 Pa <sup>0,67</sup>
-		Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije výpočet výmeny vzduchu) - Z2			8 Pa <sup>0,67</sup>
54		Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná - Z1			0,00 1/h
-		Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná - Z2			0,00 1/h
55		Nameraná vzduchotesnosť $n_{50}$ - Z1			8,50 1/h
-		Nameraná vzduchotesnosť $n_{50}$ - Z2			8,50 1/h
56		Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu - Z1			0,50 1/h
-		Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu - Z2			0,50 1/h

57	Rekuperáčna jednotka	-																																																																														
58	Účinnosť rekuperačnej jednotky	- %																																																																														
59	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku	- m <sup>3</sup> /h																																																																														
<b>Tepelné zisky</b>																																																																																
60	Tep. výkon vnútorného zdroja q - Z1	6 W/m <sup>2</sup>																																																																														
-	Tep. výkon vnútorného zdroja q - Z2	6 W/m <sup>2</sup>																																																																														
61	<b>Vnútorné tepelné zisky Qi celkom</b>	<b>1 154 724 kWh/a</b>																																																																														
-	- Vnútorné tepelné zisky Qi celkom	51,51 kWh/(m <sup>2</sup> .a)																																																																														
-	- Vnútorné tepelné zisky Qi (X-IV)	670 689 kWh/a																																																																														
-	- Vnútorné tepelné zisky Qi (V-IX)	484 035 kWh/a																																																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orientácia</th> <th>Intenzita slnečného žiarenia I<sub>sj</sub> (kWh/m<sup>2</sup>) X-IV / V-IX</th> <th>Priepustnosť slnečného žiarenia g (-) g = g<sub>gl,kolmá</sub> *0,90</th> <th>Tieniaci faktor (-) =F<sub>sh,gl</sub> x F<sub>sh,o</sub>H/C</th> <th>Plocha otvorových konštrukcií A (m<sup>2</sup>) / Plocha zasklenie A<sub>gl</sub> (m<sup>2</sup>) A<sub>gl</sub>=A*(1-f<sub>r</sub>)</th> <th>Účinná kolekčná plocha plné časti A (m<sup>2</sup>) (chladenie)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>62</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>63</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>64</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>65</td><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>66</td><td>5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>67</td><td>6</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>68</td><td>7</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>69</td><td>8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>70</td> <td><b>Solárne tepelné zisky celkom</b></td> <td colspan="4"><b>0 kWh/a</b></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>- Solárne tepelné zisky celkom</td> <td colspan="4">0,00 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>- Solárne tepelné zisky (X-IV)</td> <td colspan="4">0 kWh/a</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>- Solárne tepelné zisky (V-IX)</td> <td colspan="4">0 kWh/a</td> </tr> </tbody> </table>	Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I <sub>sj</sub> (kWh/m <sup>2</sup> ) X-IV / V-IX	Priepustnosť slnečného žiarenia g (-) g = g <sub>gl,kolmá</sub> *0,90	Tieniaci faktor (-) =F <sub>sh,gl</sub> x F <sub>sh,o</sub> H/C	Plocha otvorových konštrukcií A (m <sup>2</sup> ) / Plocha zasklenie A <sub>gl</sub> (m <sup>2</sup> ) A <sub>gl</sub> =A*(1-f <sub>r</sub> )	Účinná kolekčná plocha plné časti A (m <sup>2</sup> ) (chladenie)	62	1	-	-	-	-	63	2	-	-	-	-	64	3	-	-	-	-	65	4	-	-	-	-	66	5	-	-	-	-	67	6	-	-	-	-	68	7	-	-	-	-	69	8	-	-	-	-	70	<b>Solárne tepelné zisky celkom</b>	<b>0 kWh/a</b>				-	- Solárne tepelné zisky celkom	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)				-	- Solárne tepelné zisky (X-IV)	0 kWh/a				-	- Solárne tepelné zisky (V-IX)	0 kWh/a				
Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I <sub>sj</sub> (kWh/m <sup>2</sup> ) X-IV / V-IX	Priepustnosť slnečného žiarenia g (-) g = g <sub>gl,kolmá</sub> *0,90	Tieniaci faktor (-) =F <sub>sh,gl</sub> x F <sub>sh,o</sub> H/C	Plocha otvorových konštrukcií A (m <sup>2</sup> ) / Plocha zasklenie A <sub>gl</sub> (m <sup>2</sup> ) A <sub>gl</sub> =A*(1-f <sub>r</sub> )	Účinná kolekčná plocha plné časti A (m <sup>2</sup> ) (chladenie)																																																																											
62	1	-	-	-	-																																																																											
63	2	-	-	-	-																																																																											
64	3	-	-	-	-																																																																											
65	4	-	-	-	-																																																																											
66	5	-	-	-	-																																																																											
67	6	-	-	-	-																																																																											
68	7	-	-	-	-																																																																											
69	8	-	-	-	-																																																																											
70	<b>Solárne tepelné zisky celkom</b>	<b>0 kWh/a</b>																																																																														
-	- Solárne tepelné zisky celkom	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)																																																																														
-	- Solárne tepelné zisky (X-IV)	0 kWh/a																																																																														
-	- Solárne tepelné zisky (V-IX)	0 kWh/a																																																																														
<b>Merná potreba tepla na vykurovanie a chladenie</b>																																																																																
	<b>Sezónna metóda</b>	NIE																																																																														
71	Merná tepelná strata prechodom H <sub>i</sub>	47 407,75 W/K																																																																														
72	Merná tepelná strata H <sub>v</sub>	15 732,60 W/K																																																																														
73	Faktor využitia tepelných ziskov	-																																																																														
74	<b>Merná potreba tepla na vykurovanie – sezónna metóda</b>	<b>- kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>																																																																														
	<b>Mesačná metóda</b>	ÁNO																																																																														
75	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie vykurovania	3,86 °C																																																																														
76	Trvanie obdobia vykurovania	212 dni																																																																														
77	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania - Z1	20 °C																																																																														
-	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania - Z2	20 °C																																																																														
78	Prerušované vykurovanie (áno/nie) - Z1	ÁNO																																																																														
-	Prerušované vykurovanie (áno/nie) - Z2	ÁNO																																																																														
79	Počet hodín s normálnou prevádzkou pracovnom dni - Z1	14 h																																																																														
80	Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dní víkendu - Z1	14 h																																																																														
-	Počet hodín s normálnou prevádzkou pracovnom dni - Z2	14 h																																																																														
-	Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dní víkendu - Z2	14 h																																																																														
81	Spôsob uvažovania prerušovaného vykurovania (upravená vnútorná teplota/redukčný faktor)	upravená vnútorná teplota																																																																														



82	Redukčný faktor pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)	-
83	Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje) - Z1	15,9 °C
-	Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje) - Z2	15,9 °C
84	Typ konštrukcie - Z1	veľmi ľahká
-	Typ konštrukcie - Z2	veľmi ľahká
85	C - vnútorná tepelná kapacita J/(K.m <sup>2</sup> ) - Z1	80 000 J/(K.m <sup>2</sup> )
-	C - vnútorná tepelná kapacita J/(K.m <sup>2</sup> ) - Z2	80 000 J/(K.m <sup>2</sup> )
86	Rozsah využitia tepelných ziskov (Priemerný faktor využitiatepelnýchziskov–vykurovanie–mesačná metóda) - Z1	0,827 - 0,962(0,912)
-	Rozsah využitia tepelných ziskov (Priemerný faktor využitiatepelnýchziskov–vykurovanie–mesačná metóda) - Z2	0,910 - 0,974(0,950)
87	<b>Merná potreba tepla na vykurovanie – mesačná metóda</b>	<b>143,47 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>
	<b>Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda</b>	<b>3 216 375 kWh/a</b>
	-Mernápotrebateplanavykurovanie–mesačná metóda(bezsolárnýchavnútornýchtepelných ziskov)	170,98 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
	-Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda (bez solárnych a vnútorných tepelných ziskov)	3832955 kWh/a
	-Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda-Z1	1697548 kWh/a
-	-Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda (bezsolárnýchavnútornýchtepelnýchziskov)-Z1	2185437 kWh/a
-	-Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda-Z2	1518826 kWh/a
-	-Potrebateplanavykurovanie–mesačnámétóda (bezsolárnýchavnútornýchtepelnýchziskov)-Z2	1647518 kWh/a
<b>Chladenie</b>		
88	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie chladenia	17,4 °C
89	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia - Z1	26 °C
-	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia - Z2	26 °C
90	Trvanie obdobia chladenia	153 dni
91	Účinná solárna kolekčná plocha plných častí v m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>
92	Rozsah využitia tepelných ziskov (Priemerný faktor využitia tepelných strát – chladenie - mesačná metóda) - Z1	0,391 - 0,713 (0,547)
-	Rozsah využitia tepelných ziskov (Priemerný faktor využitia tepelných strát – chladenie - mesačná metóda) - Z2	0,141 - 0,322 (0,224)
93	<b>Mernápotrebachladunachladenie–mesačná metóda</b>	<b>4,41 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>
-	<b>Potrebachladunachladenie–mesačnámétóda</b>	<b>98 854 kWh/a</b>
-	- Potreba chladu na chladenie – mesačná metóda (Z1)	98 854 kWh/a
-	- Potreba chladu na chladenie – mesačná metóda (Z2)	0 kWh/a
<b>VÝSLEDKY</b>		
94	Merná tepelná strata bez tepelných ziskov (ak sa vyžaduje)	63 140,35 W/K
95	<b>Mernápotrebateplanavykurovanie–sezónna metóda</b>	<b>- kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>

96	<b>Merná potreba tepla na vykurovanie – mesačná metóda</b>	143,47 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
97	<b>Potreba tepla na vykurovanie – mesačná metóda</b> <b>Merná potreba chladu na chladenie – mesačná metóda</b> <b>Potreba chladu na chladenie – mesačná metóda</b>	3 216 374,5 kWh/a 4,4 kWh/(m <sup>2</sup> .a) 98 854,4 kWh/a

Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2

<b>nebytovázónaspriemernouk.v.&gt;2,8m</b>	
Potreba tepla (3 422 Kdeň)	201,23 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
Požiadavka (STN 73 0540 Tab. 9) - Energetické kritérium	65,79 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
Splňa požiadavku (áno/nie)	nie -
Potreba tepla (3 422 Kdeň)	46,36 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Požiadavka (STN 73 0540 Tab. 9) - Energetické kritérium	23,52 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Splňa požiadavku (áno/nie)	nie -
<b>Splňa požiadavku (áno/nie) STN 73 0540 - Energetické kritérium</b>	<b>nie -</b>

**Posúdenie predpokladu dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy podľa STN 73 0540- 2**

Potreba tepla	143,47 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
Požiadavka(STN730540Tab.14)-Predpokladdosiahnutiaenergetickej hodpodárnosti budovy	61,70 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

**Tabuľka 2: Potreba energie na vykurovanie**

Č. r.	<b>ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE</b>	
1	<b>Názov budovy:</b>	Obchodné centrum STOP-SHOP
2	<b>Ulica, číslo:</b>	1.mája, 872/2
3	<b>Obec:</b>	Liptovský Mikuláš
4	<b>Parc. č.:</b>	872
5	<b>Katastrálne územie:</b>	Liptovský Mikuláš
6	<b>Účel spracovania energetického certifikátu:</b>	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel
Výpočet potreby energie na vykurovanie		
<b>VSTUPNÉ ÚDAJE</b>		
Budova		
7	Kategória budovy	-
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 1	BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÁ MALOOBCHODNÉ SLUŽBY
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 2	BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÁ MALOOBCHODNÉ SLUŽBY
8	Celková podlahová plocha	22 418,00 m <sup>2</sup>
9	Vykurovací systém - kategória 1	
-	Vykurovací systém - kategória 2	
10	Distribučný systém - kategória 1	
-	Distribučný systém - kategória 2	
11	Druh tepelnej ochrany rozvodov - kategória 1	
-	Druh tepelnej ochrany rozvodov - kategória 2	
12	Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov - kategória 1	- mm
-	Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov - kategória 2	- mm
13	Teplotný spád - kategória 1	- / - °C
-	Teplotný spád - kategória 2	- / - °C
14	Druh a typ rekuperácie	bez rekuperácie
15	Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie) - kategória 1	nie

-	Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie) - kategória 2	nie
16	Teplotná regulácia v budove (áno/nie) - kategória 1	nie
-	Teplotná regulácia v budove (áno/nie) - kategória 2	nie
Zdroj tepla		
17	Typ zdroja - 1 (Z1)	K 1 - Kotel1 HV1
-	Typ zdroja - 2 (Z1)	K 2 - Kotel 2 HV2
-	Typ zdroja - 3 (Z2)	TČ 3 - Daikin 73,5 kWt
-	Typ zdroja - 4 (Z2)	TČ 4 - Daikin 83,9kWt
18	Energetický nosič (K 1, K 2)	zemný plyn
-	Energetický nosič (TČ 3, TČ 4)	elektrina zo siete
19	Umiestnenie zdroja (K 1, K 2)	Z1
-	Umiestnenie zdroja (TČ 3, TČ 4)	Z2
20	Účinnosť výroby tepla (K 1)	86,33 %
-	Účinnosť výroby tepla (K 2)	86,33 %
-	Účinnosť výroby tepla (TČ 3)	0,00 -
-	Účinnosť výroby tepla (TČ 4)	0,00 -
Potreba tepla a energie		
21	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	143,47 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
22	Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	mesačná metóda
23	Podrobná metóda: Dĺžkapotrubiavzónel	- m
24	Dĺžka potrubia v zóne 2	- m
25	Dĺžka potrubia v zóne 3	- m
26	Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácia zóna 1	- W/(m.K)
-	Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácia zóna 2	- W/(m.K)
27	Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia zóna 1	- mm
-	Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia zóna 2	- mm
28	Teplota okolitého prostredia zóna 1	15,9 °C
-	Teplota okolitého prostredia zóna 2	15,9 °C
29	Stredná teplota vykurovacej látky - zóna 1	0 °C
-	Stredná teplota vykurovacej látky - zóna 2	0 °C
30	Počet prevádzkových hodín za rok - zóna 1	4 968 h
-	Počet prevádzkových hodín za rok - zóna 2	5 088 h
31	Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny 1	- m
-	Dĺžka zóny 2	- m
32	Šírka zóny 1	- m
-	Šírka zóny 2	- m
33	Výška zóny 1	- m
-	Výška zóny 2	- m
34	Počet podlaží v zóne 1	-
-	Počet podlaží v zóne 2	-
35	Merná tepelná strata potrubí v zóne 1	- W/m
-	Merná tepelná strata potrubí v zóne 2	- W/m
36	Teplota okolitého prostredia zóna 1	15,9 °C
-	Teplota okolitého prostredia zóna 2	15,9 °C
37	Stredná teplota vykurovacej látky - zóna 1	0 °C
-	Stredná teplota vykurovacej látky - zóna 2	0 °C
38	Počet prevádzkových hodín - zóna 1	4 968 h
-	Počet prevádzkových hodín - zóna 2	5 088 h



-	Potreba tepelnej energie prijezdovzdávaní dopriestoru- Z1	372 632,5 kWh/a
-	Potreba tepelnej energie prijezdovzdávaní dopriestoru- Z2	479 629,4 kWh/a
40	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (celá budova)	27,12 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie - Z1	309 337,4 kWh/a
-	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie - Z2	298 619,8 kWh/a
41	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov) (celá budova)	247,80 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov) - Z1	3 063 410 kWh/a
-	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov) - Z2	2 491 709 kWh/a
42	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo) (celá budova)	0 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)-Z1	0 kWh/a
-	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)-Z2	0 kWh/a
43	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov (celá budova)	208,61 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov - Z1	2 379 518 kWh/a
-	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov - Z2	2 297 075 kWh/a
44	Príkon čerpadiel	8 244,92 W
45	Čas prevádzky počas roka	0 - 5 088 h
46	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadá)	1,78 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
47	Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
48	Výpočtový prietok vzduchu - Z1	0,00 m <sup>3</sup> /s
-	Výpočtový prietok vzduchu - Z2	0,00 m <sup>3</sup> /s
49	Účinnosť rekuperácie - zóna 1 (prirodzené vetranie)	- %
-	Účinnosť rekuperácie - zóna 2 (prirodzené vetranie)	- %
50	Získaná tepelná energia zo zariadenia (celá budova)	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Získaná tepelná energia zo zariadenia - Z1	0 kWh/a
-	Získaná tepelná energia zo zariadenia - Z2	0 kWh/a
51	Spôsob uloženia potrubia - zóna 1	-
-	Spôsob uloženia potrubia - zóna 2	-
52	Dĺžka potrubia - zóna 1	- m
-	Dĺžka potrubia - zóna 2	- m
53	Technické údaje o tepelnej izolácii - zóna 1	-
-	Technické údaje o tepelnej izolácii - zóna 2	-
54	Čas prevádzkovania siete	- h
55	Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	- kWh/(m <sup>2</sup> .a)
56	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	- kWh/(m <sup>2</sup> .a)
57	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja) (celková dodávka)	-85,66 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja) - Z1	376 786,89 kWh/a
-	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja) - Z2	-2 297 075,50 kWh/a
58	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja (celá budova)	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja - zóna 1	0,00 kWh/a
-	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja - zóna 2	0,00 kWh/a

VÝSLEDKY		
59	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	143,47 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
60	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	122,95 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
61	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	122,95 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
62	Vlastná elektrická energia	1,84 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
63	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove	75,8%

Tabuľka 3: Potreba energie na prípravu teplej vody (TV)

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE	
1	Názov budovy:	Obchodné centrum STOP-SHOP
2	Ulica, číslo:	1.mája, 872/2
3	Obec:	Liptovský Mikuláš
4	Parc. č.:	872
5	Katastrálne územie:	Liptovský Mikuláš
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel
Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV)		
VSTUPNÉ ÚDAJE		
Budova		
7	Kategória budovy	-
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 1	BUDOVY PREVÉLKO OBCHODNÉ AMALO OBCHODNÉ SLUŽBY
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 2	BUDOVY PREVÉLKO OBCHODNÉ AMALO OBCHODNÉ SLUŽBY
8	Spôsob hodnotenia	normalizované
9	Systém prípravy TV (TVsys 1)	zásobníkový
10	Celková podlahová plocha	22 418,00 m <sup>2</sup>
11	Distribučný systém (TVsys 1)	
12	Druh tepelnej ochrany rozvodov (TVsys 1)	
13	Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov (TVsys 1)	mm
14	Meranie a regulácia	
Zdroj tepla		
15	Typ zdroja - 1 (TVsys 1)	K 1 - Kotel 1 HV1
-	Typ zdroja - 2 (TVsys 1)	K 2 - Kotel 2 HV2
16	Energetický nosič (K 1, K 2)	zemný plyn
17	Umiestnenie zdroja (K 1, K 2)	Z1
18	Účinnosť výroby tepla (K 1)	86,33 %
-	Účinnosť výroby tepla (K 2)	86,33 %
Potreba tepelnej energie a energie		
19	Potrebný objem TV (celá budova)	4,605 m <sup>3</sup> /deň
-	Potrebný objem TV (TV-1)	4,605 m <sup>3</sup> /deň
20	Potrebný denný objem TV na m <sup>2</sup> celkovej podlahovej plochy	0,0002 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
21	Merná potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	4,79 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

-	Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem-TV1	107 334,00 kWh/a
22	Súčiniteľ tepelnej vodivosti (TVsys 1)	- W/(m.K)
23	Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia (TVsys 1)	- mm
24	Dĺžka potrubí	700 m
25	Merná tepelná strata (TVsys 1)	W/K
26	Teplota vody v potrubí (TV-1)	60 °C
27	Teplota okolitého prostredia (TVsys 1)	°C
28	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia) (celá budova)	1,76 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia) (TVsys 1)	39 551,40 kWh/a
29	Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník) (celá budova)	0,06 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník) (TVsys 1)	1 334,08 kWh/a
30	Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV (celá budova)	1,82 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV (TVsys 1)	40 885,48 kWh/a
31	Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	8,21 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
32	Dĺžka vykurovacieho obdobia	212 dni
33	Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	1,82 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
34	Typ čerpadla	Jednootáčkový pohon
35	Príkon čerpadla (spolu)	6 000,00 kW
36	Počet prevádzkových hodín v roku	0 h
37	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadlá v budove)	0,02 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
38	Obnoviteľný zdroj	-
39	Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	- kWh/a
40	Plocha slnečných kolektorov	- m <sup>2</sup>
41	Účinnosť slnečných kolektorov	- %
42	Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	- kWh/(m <sup>2</sup> .a)
43	Potreba tepelnej energie na prípravu TV pozohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	8,21 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
44	Popis a spôsob uloženia potrubia	-
45	Dĺžka potrubia	0 m
46	Hrúbka tepelnej izolácie	- mm
47	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	- kWh/(m <sup>2</sup> .a)
48	Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	1,30 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Strata pri výrobe (účinnosť výroby) K 1, K 2 - TVsys 1	29 135,24 kWh/a
<b>VÝSLEDKY</b>		
49	Potreba energie na prípravu TV budovy	4,79 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
50	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV	9,51 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
51	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	9,51 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
52	Vlastná elektrická energia (čerpadlá)	0,02 kWh/(m <sup>2</sup> .a)



53	<b>Podiel potreby energienaprípravuteplejvodyz celkovej potreby energie v budove</b>	5,8%
----	--	------

Tabuľka 4: Potreba energie na chladenie a vetranie

Č. r.	<b>ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE</b>	
1	<b>Názov budovy:</b>	Obchodné centrum STOP-SHOP
2	<b>Ulica, číslo:</b>	1.mája, 872/2
3	<b>Obec:</b>	Liptovský Mikuláš
4	<b>Parc. č.:</b>	872
5	<b>Katastrálne územie:</b>	Liptovský Mikuláš
6	<b>Účel spracovania energetického certifikátu:</b>	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel
Výpočet potreby energie na nútené vetranie a chladenie		
<b>VSTUPNÉ ÚDAJE</b>		
Budova		
7	Kategória budovy	-
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 1	BUDOVY PREVÉLKOOBCHODNÉ AMALOOBCHODNÉ SLUŽBY
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 2	BUDOVY PREVÉLKOOBCHODNÉ AMALOOBCHODNÉ SLUŽBY
8	Spôsob hodnotenia	normalizované
9	Typ systému chladenia/vetrania	
10	Počet dennostupňov (vykurovanie)	- K.deň
-	Počet dennostupňov - kategória 1	2 552 K.deň
-	Počet dennostupňov - kategória 2	2 552 K.deň
11	Celková podlahová plocha budovy	22418 m <sup>2</sup>
12	Celková podlahová plocha priestorov s vetraním	22418 m <sup>2</sup>
13	Celková podlahová plocha priestorov s chladením	22418 m <sup>2</sup>
14	Redukovaná plocha priestorov vzhľadom na pomer chladenej plochy	- m <sup>2</sup>
15	Atmosférický tlak	101,325 kPa
16	<b>Zima:</b>	
17	Teplota vonkajšieho vzduchu	3,86 °C
18	Relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu	79 %
19	Hustota vonkajšieho vzduchu	1,275 kg/m <sup>3</sup>
20	Entalpia	13,75 kJ/kg
21	<b>Leto:</b>	
22	Teplota vonkajšieho vzduchu	23,8 °C
23	Relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu	61 %
24	Hustota vonkajšieho vzduchu	1,193
25	Entalpia	52,67 kJ/kg
Zdroj		
26	Zdroj chladu (Z1)	CHL 1 -
27	Obnoviteľný zdroj chladu	-
28	Zdroj pre nútené vetranie	VZT 1 -
-	Zdroj pre nútené vetranie	VZT 2 -
29	Energetickýnosičpreohrevvzduchu(VZT1)	%
-	Energetickýnosičpreohrevvzduchu(VZT2)	%
Potreba energie		
30	<b>Potreba energie na nútené vetranie - ohrev</b>	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

-	Potreba energie na nútené vetranie - ohrev	0 kWh/a
31	Potreba energie na nútené vetranie – elektrická energia	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
	Potreba energie na nútené vetranie – elektrická energia	0,00 kWh/a
32	Potreba energie na chladenie	1,93 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba energie na chladenie	43 289 kWh/a
32b	Potreba energie na vlhkosťnú úpravu vzduchu	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba energie na vlhkosťnú úpravu vzduchu	0,00 kWh/a
33	Rekuperácia tepla / chladu - účinnosť	- / - %
34	Potreba energie na krytie strát distribúcie vzduchu	neznámé kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba energie na krytie strát distribúcie vzduchu	neznámé kWh/a
35	Potreba energie na krytie strát distribúcie chladu	0,80 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba energie na krytie strát distribúcie chladu	18 013,85 kWh/a
36	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla + ostatné)	0,02 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla + ostatné)	395,03 kWh/a
37	Potreba vlastnej elektrickej energie (motory ventilátorov)	0,00 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Potreba vlastnej elektrickej energie (motory ventilátorov)	0,00 kWh/a
38	<b>Celková potreba elektrickej energie na vetranie a chladenie</b>	1,95 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
-	Celková potreba elektrickej energie na vetranie a chladenie	43 684,01 kWh/a
<b>VÝSLEDKY</b>		
39	<b>Potreba energie na chladenie a vetranie</b>	1,95 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

40	<b>Podiel potreby energie na chladenie a vetranie z celkovej potreby energie v budove</b>	1,2%
----	---	------

Tabuľka 5: Potreba energie na osvetlenie

Č. r.	<b>ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE</b>	
1	<b>Názov budovy:</b>	Obchodné centrum STOP-SHOP
2	<b>Ulica, číslo:</b>	1.mája, 872/2
3	<b>Obec:</b>	Liptovský Mikuláš
4	<b>Parc. č.:</b>	872
5	<b>Katastrálne územie:</b>	Liptovský Mikuláš
6	<b>Účel spracovania energetického certifikátu:</b>	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel
Výpočet potreby energie na osvetlenie		
<b>VSTUPNÉ ÚDAJE</b>		
Budova		
7	Katégoria budovy	- -
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 1	BUDOVY PRE VEĽKO OBCHODNÁ MALO OBCHODNÉ SLUŽBY -
-	Zmiešaný účel užívania – kategória 2	BUDOVY PRE VEĽKO OBCHODNÁ MALO OBCHODNÉ SLUŽBY -
8	Celkový počet miestností v budove	- -
9	Počet miestností určených na overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenia	- -
10	Počet overených miestností s vyhovujúcim osvetlením	- -

11	Celková podlahová plocha	22418	m <sup>2</sup>
12	Lokalita - zemepisná šírka	490456.4	°
13	Lokalita - zemepisná dĺžka	193713.8	°
14	Prevádzkový čas od: (Z1 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY)	7:00	h
-	Prevádzkový čas od: (Z2 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY)	6:30	h
15	Prevádzkový čas do: (Z1 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY)	21:00	h
-	Prevádzkový čas do: (Z2 - BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY)	21:00	h
16	Korekčný činiteľ pre víkendy (C <sub>we</sub> ) (Z1)	6.7	-
-	Korekčný činiteľ pre víkendy (C <sub>we</sub> ) (Z2)	6.7	-
<b>Svietidlá</b>			
17	Celkový počet inštalovaných svietidiel (celkom)	580	ks
-	Celkový počet inštalovaných svietidiel (Z1)	330	ks
-	Celkový počet inštalovaných svietidiel (Z2)	250	ks
18	Celkový inštalovaný príkon svietidiel (celkom)	154	kW
-	Celkový inštalovaný príkon svietidiel (Z1)	85	kW
-	Celkový inštalovaný príkon svietidiel (Z2)	69	kW
19	Celkový nabíjací príkon núdzových svietidiel (celkom)	2,3	kW
-	Celkový nabíjací príkon núdzových svietidiel (Z1)	0,3	kW
-	Celkový nabíjací príkon núdzových svietidiel (Z2)	2	kW
20	Celkový pasívny príkon riadiacich jednotiek vo svietidlách (Z1)	0	kW
-	Celkový pasívny príkon riadiacich jednotiek vo svietidlách (Z2)	0	kW
21	Celkový inštalovaný príkon svetelných zdrojov vo svietidlách (Z1)	0,2	kW
-	Celkový inštalovaný príkon svetelných zdrojov vo svietidlách (Z2)	0,2	kW
22	Súhrnný príkon predradníkov v žiarivkových svietidlách	-	kW
23	- z toho súhrnný príkon klasických predradníkov	-	kW
<b>Denné svetlo</b>			
24	Celkový počet fasádnych okien (celkom)	0	ks
-	Celkový počet fasádnych okien (Z1)		ks
-	Celkový počet fasádnych okien (Z2)		ks
25	Celková plocha fasádnych otvorov (celkom)	0,0	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha fasádnych otvorov (Z1)	-	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha fasádnych otvorov (Z2)	-	m <sup>2</sup>
26	Celková plocha zóny s denným svetlom (celkom)	0	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha zóny s denným svetlom (Z1)	-	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha zóny s denným svetlom (Z2)	-	m <sup>2</sup>
27	Celková plocha stavebných otvorov pre klasické svetlíky (celkom)	0	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha stavebných otvorov pre klasické svetlíky (Z1)	-	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha stavebných otvorov pre klasické svetlíky (Z2)	-	m <sup>2</sup>
28	Celková plocha stavebných otvorov pre pílkové svetlíky (celkom)	0	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha stavebných otvorov pre pílkové svetlíky (Z1)	-	m <sup>2</sup>
-	Celková plocha stavebných otvorov pre pílkové svetlíky (Z2)	-	m <sup>2</sup>
<b>Riadenie osvetlenia</b>			
29	Prevažujúci typ riadenia osvetlenia v budove – kód (Z1)	R1	-
-	Prevažujúci typ riadenia osvetlenia v budove – kód (Z2)	R1	-

30	Priemerný činiteľ využitiadenného svetla v budove ( $F_D$ )(Z1)	1,00	-
-	Priemerný činiteľ využitiadenného svetla v budove ( $F_D$ )(Z2)	1,00	-
31	Priemerný činiteľ obsadenosti budovy ( $F_O$ ) (Z1)	1,00	-
-	Priemerný činiteľ obsadenosti budovy ( $F_O$ ) (Z2)	1,00	-
32	Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove ( $F_C$ )(Z1)	1,00	-
-	Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove ( $F_C$ )(Z2)	1,00	-
<b>VÝSLEDKY</b>			
33	Ročná potreba energie na osvetlenie v budove ( $W_L$ )	27,48	kWh/m <sup>2</sup>
34	Pasívna ročná potreba energie ( $W_p$ )	0,98	kWh/m <sup>2</sup>
35	Potreba energie na osvetlenie (LENI)	28,46	kWh/(m <sup>2</sup> .a)
36	Merná ročná potreba energie na osvetlenie ( $h_o$ )	0,27	kWh/(m <sup>2</sup> .lx.a)
37	Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie v budove	17,3%	

Tabuľka 6: Rekapitulácia a potenciál úspor energie po zhotovení navrhovaných úprav

Č. r.	<b>ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE</b>	
1	<b>Názov budovy:</b>	Obchodné centrum STOP-SHOP
2	<b>Ulica, číslo:</b>	1.mája, 872/2
3	<b>Obec:</b>	Liptovský Mikuláš
4	<b>Parc. č.:</b>	872
5	<b>Katastrálne územie:</b>	Liptovský Mikuláš
6	<b>Účel spracovania energetického certifikátu:</b>	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel

**Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav**

	Veličina	Potreba tepla / energie - aktuálny stav kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Potenciál úspor v %
7	Potreba tepla na vykurovanie	143,47	143,47	0,00	0,0
	<b>Potreba energie:</b>				
8	na vykurovanie	124,79	124,79	0,00	0,0
9	na prípravu teplej vody	9,53	9,53	0,0	0,0
10	na chladenie/vetranie	1,95	1,95	0,00	0,0
11	na osvetlenie	28,46	28,46	0,00	0,0
12	Celková potreba energie kWh/(m <sup>2</sup> .a):	164,73	164,73	-	0,0
13	Primárna energia kWh/(m <sup>2</sup> .a):	216,69	216,69	-	0,0
14	<b>Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:</b>				
15	solárna tepelná	0,00	0,00	-	-
16	solárna fotovoltaická	0,00	0,00	-	-
17	kogenerácia	-	-	-	-
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja	0,00	0,00	-	-

Tabuľka 7: Výpočet potreby energie

Potrebaenergie							
Názov budovy:	Obchodné centrum STOP-SHOP						
Ulica, číslo:	1.mája, 872/2						
Obec:	Liptovský Mikuláš						
Parc. č.: Katastrálne územie:	872						
Účel spracovania energetického certifikátu:	Nová budova, Budova užívaná orgánom verejnej moci, Iný účel						
Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			C
Zdroj/energetický nosič	1	2	3	1	2	3	
<b>Potreba tepla/energie v kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	143,47			4,79			
<b>Straty vykurovacieho systému v budove:</b>							
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	38,02			1,60			
Straty pri rozvoze tepla	27,12			1,76			
Straty pri akumulácii tepla	0,00			0,06			
<b>Spätne získané teplo v kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	0,00						
<b>Vlastná energia v budove:</b>							
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	1,84			0,02			
<b>Potrebaenergievbudovebezstrátprivýrobeteplov kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	<b>210,45</b>			<b>8,23</b>			
<b>Straty mimo hranice budovy:</b>							
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	-85,66			1,30			
Straty pri distribúcii							
<b>Vlastná elektrická energia:</b>							
<b>Potrebaenergiesostratamiprivýrobeteplov kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	<b>124,79</b>			<b>9,53</b>			
<b>Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)</b>	<b>0,00</b>			<b>0,00</b>			
<b>Dodanáenergiabezenergiezobnoviteľnýchzdrojov kWh/(m<sup>2</sup>.a):</b>	<b>124,79</b>			<b>9,53</b>			

**Tabuľka 8: Výpočet potreby primárnej energie a emisií CO<sub>2</sub>**

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	Zemný plyn	Diaľkové vykurovanie	Diaľkové chladenie	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Elektrická energia	
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	210,45	106,14	-	-	104,31	
2		Príprava teplej vody	8,23	8,21	-	-	0,02	
3		Chladenie a vetranie	1,95	0,00	-	-	1,95	
4		Osvetlenie	28,46	0,00	-	-	28,46	
5		<b>Celková potreba energie v budove</b>	249,09	114,35	-	-	134,73	
6	OZE	V budove a v blízkosti						
7		Mimo pozemku užívaného s budovou						
8	Mimo budovy	Straty pri výrobe	-84,36	18,11	-	-	-102,47	
9		Straty pri distribúcii mimo budovy						
10		Straty pri odovzdávaní mimo budovy						
11	<b>Dodaná energia kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>		164,73	132,46			32,27	
12	Primárna energia, CO <sub>2</sub>	Typ energetického nosiča		ZP	DV	DCH	T-vl.EE	EE
13		Váhové faktory pre primárnu energiu		1,100	-	-	0,000	2,200
14		<b>Primárna energia kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>		145,70	-	-	-	70,99
15		Váhové faktory pre emisie CO <sub>2</sub>		0,220	-	-	0,000	0,167
16		<b>Emisie CO<sub>2</sub> v kg/(m<sup>2</sup>.a)</b>		29,14	-	-	-	5,39

# **Príloha 4:**

**Technická správa FVE**

## **TECHNICKÁ SPRÁVA FOTOVOLTAICKY SYSTÉM**

**AKCIA:** OBCHODNÉ CENTRUM STOP-SHOP

**OBJEKT:** HLAVNÝ OBJEKT

**PROFESIA:** ELEKTROINŠTALÁCIE

**MIESTOSTAVBY:** STOP-SHOP, LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ, 1.MÁJA 1098/41, 031 01

**INVESTOR:**

**ZODPOVEDNÝ PROJ.:** ADRIÁN MIKLOŠ

**VYPRACOVAL:** ADRIÁN MIKLOŠ

**STUPEŇ:** PROJEKT PRE STAVEBNÉ POVOLENIE

**DÁTUM:** 04/2018

## 1. Úvod

Projekt rieši inštaláciu fotovoltaiického zdroja na streche budovy obchodného centra STOP-SHOP. Súčasťou projektu sú fotovoltaiické panely, rozvádzač pre jednosmerný prúd, striedač a rozvádzač pre striedavý prúd. Projekt ďalej rieši napojenie fotovoltaiickej elektrárne (vyvedenie výkonu) do vnútornej elektroinštalácie objektu s prebytkom do akumuláčného systému .

### 1.1 Rozsah projektu

Fotovoltaiická elektrárň (FVE) - solárne fotovoltaiické panely s menovitým výkonom 584 430 kW bude umiestnená na streche budovy. FVE bude časť vyrobenej elektrickej energie dodávať pre vlastnú spotrebu obchodného centra a prebytok vyrobenej elektriny bude zdroj FVE dodávať do akumuláčného systému. Pre napojenie FVE na obchodné centrum sa použijú existujúce rozvádzače umiestnené v miestnosti číslo 1.15. Do miestnosti číslo 1.15 sa umiestnia striedače SMA STP 60. Akumulačný systém bude umiestnený v podzemnej garáži na pohraničenom a verejnosti neprístupnom mieste.

### 1.2 Predmet projektovej dokumentácie:

- DC rozvody prepojenia fotovoltaiických panelov
- Jednosmerný rozvádzač DC
- Trojfázový menič (striedač) napätia DC/AC SMA STP 50-40,
- Striedavý rozvádzač AC

### 1.3 Podklady pre spracovanie projektu

- Požiadavky investora, prehľadka miesta inštalácie
- Podklady výrobcov zariadení

Zákon NR SR č. 656/2004 Z.z. o energetike, vyhláška MŽP SR č. 508/2009 Z.z., súvisiace STN EN, IEC Dokumentácia je vyhotovená podľa platných zákonov a vyhlášok a podľa predpisov a noriem STN vydaných v dobe vyhotovenia PD.

### 1.4 Hlavná charakteristika

Jedná sa o fotovoltickú elektrárň (FVE) - solárne fotovoltické panely s menovitým výkonom 584 430 kWp, ktorá bude umiestnená na streche obchodného centra STOP-SHOP.

## 2 Prehľad FVE systému:

Fotovoltaiické monokryštalické panely PANASONIC VBHN 330SJ47; 1771 ks:

Maximálny výkon:  $P_{max} = 330 \text{ Wp}$

Nominálne napätie:  $U_{mpp} = 58 \text{ V}$

Napätie naprázdno:  $U_{oc} = 69,7 \text{ V}$

Nominálny prúd:  $I_{mpp} = 5,70 \text{ A}$

skratový prúd:  $I_{sc} = 6,07 \text{ A}$

Striedač SMA STP 50-40; 13 ks:

Menovitý AC výkon  $P_{AC}$ : 50 kW

Max. AC výstupný výkon: 50 VA

Menovité AC napätie: 400/230V AC 50 Hz (3/N/PE 230V AC 50 Hz TN - S)

Max. výstupný AC prúd  $I_{acmax}$ : 72,5A

Min.vstupné DC napätie  $U_{dc}$  150 V



Štartovacie DC napätie dodávky Udcstart: 188 V

Menovité vstupné napätie Uder: 670 V

Max. vstupné DC napätie Udcmax: 1000 V

Rozsah MPPT napätí (DC): 500-800 V

Max. DC výkon: 75 kW

Počet nezávislých DC vstupov: 6

Max. DC vstupný prúd Idcmax: 120 A

Účinníkcos $\phi$ : 1

Pre premenu jednosmerného (DC) napätia na striedavé (AC) je inštalovaných 13 ks striedač.

## 2.1 Konfiguračné údaje FVE:

Špičkový(peak) výkon:	584 430kWp
Celkový početFV panelov:	1771
Počet striedačov:	13
Sieťové napätie (tj. napätie v napájačom mieste):	3x230/400V
Účinník cos $\phi$ :	1
Vstup 1-6:	
FVgenerátor:	FV generátor1
Počet stringov:	12
Počet FV panelov(vstup):	12
Špičkový (peak)výkon (vstup):	12x3,96 kWp
Min.FV napätie:	641V
Typické FV napätie:	678 V
Min. DC napätie (sieťové napätie 230V):	230 V
Max. FV napätie:	923V
Max. DC napätie(striedač):	1000V
Max. prúd FV generátoru:	11,4 A
Max. DC prúd:	20A
Max.skratový prúd:	12,1A

FV generátor a typ striedača sú kompatibilné. Pomer menovitých výkonov (maximálny DC výkon striedača vydelený špičkovým (peak) výkonom) je v doporučenom rozsahu (80 % -120 %).

### 3. Technické údaje

#### 3.1 Napät'ové sústavy

Striedavá strana(AC): 3/PEN AC 400/230V TN-C  
3/N/PE AC 400/230VTN-S  
  
1/N/PE AC 230V TN- S

Jednosmerná strana 1000V (DC): 2 DC 230 - 1000V/IT

#### 3.2 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom podľa STN 332000-4-41:2007

Ochranné opatrenie: samočinné odpojenie napájania

##### Základná ochrana /ochrana pred priamym dotykom/ v časti DC:

(podľa STN EN 61140 a STN 33 2000-4-41 čl. 411.2 )

Ochrana živých častí je riešená izoláciou, zábranami a krytmi

##### Ochrana pri poruche /ochrana pred nepriamym dotykom/v časti DC:

(podľa STN EN 61140, STN 33 2000-4-41 čl. 411.3 a STN 33 2000-7-712)

Ochrana pred nepriamym dotykom bude riešená ochranným pospájaním. Pretože pomer medzi menovitým prúdom FV panela a skratovým prúdom je veľmi malý, nie je možné použiť ochranu samočinným odpojením pri poruche, ktorá spočíva v automatickom odpojení poruchovej časti pretavením alebo vypnutím ochranného prvku pri poruche (pre túto ochranu je potrebné mať vyšší skratový prúd). Nie je teda možné dosiahnuť automatického odpojenia od zdroja napájania v požadovanom čase podľa STN 33 2000-4-41 čl. 411.3.2. Ochranné pospájanie bude riešené v zmysle STN 33 2000-4-41:2007čl.411.3.1.2.

##### Základná ochrana /ochrana pred priamym dotykom/ v časti AC:

(podľa STN 33 2000-4-41 čl. 411.2 a STN EN 61140)

Ochrana živých častí do 1000V za striedačmi je riešená izoláciou a krytmi

##### Ochrana pri poruche /ochrana pred nepriamym dotykom/ v časti AC:

(podľa STN 33 2000-4-41 čl. 411.2 )

Ochrana pred nepriamym dotykom (neživých častí do 1000V) bude riešená ochranným uzemnením, ochranným pospájaním a samočinným odpojením pri poruche.

Ochranné uzemnenie bude riešené v zmysle STN 33 2000-4-41:2007 čl. 411.3.1.1., ochranné pospájanie v zmysle STN 33 2000-4-41:2007 čl. 411.3.1.2 a samočinné odpojenie pri poruche v zmysle STN 33 2000-4-41:2007 čl. 411.3.2

#### 3.3 Stupeň dodávky elektrickej energie

Podľa STN 34 1610, stupeň 3, § 16107 a § 16110

#### 3.4 Spôsob prevádzky zdroja FVE

Vlastná spotreba a prebytok výroby elektrickej energie uložená v akumuláčnom systéme

#### 3.5 Ochrana pred prepätím

Pred postupujúcimi prepäťovými vlnami je predmetná DC/AC elektroinštalácia a FVE zabezpečená prepäťovými ochranami DC v jednosmernom rozvádzači DC a prepäťovou ochranou AC v striedavom rozvádzači AC.

### 3.6 Zaradenie elektrických zariadení podľa mieryohrozenia

Fotovoltaická elektrárň - technické zariadenie na výrobu elektrickej energie s príkonom 584 430 kW.

Technické zariadenia elektrické sú zaradené podľa § 4 a prílohy č. 1 vyhlášky č. 508/2009 Z.z. do skupiny B s vyššou mierouohrozenia.

Technické zariadenia elektrické zaradené do skupiny C s prúdom alebo napätím, ktoré sú bezpečné.

### 3.7 Spôsob merania

Existujúce nepriame meranie v elektromerovom rozvádzači VN na VN strane. Nepriame meranie elektrickej energie je zabezpečené prístrojovými transformátormi napätia a prúdu. Prístrojové transformátory napätia PTN1 a PTN2 majú parametre: záťaž:10-30VA, trieda presnosti:0,5S, napätie jadier: 22/V3//0,1/V3//0,1/V3. Prístrojové transformátory prúdu PTP1 a PTP2 majú parametre meracieho jadra:záťaž: 5VA, trieda presnosti: 0,5Fs.

### 3.8 Druh prostredia akrytie

Vnútoraná el. inštalácia FVE:

V riešených priestoroch platí toto triedenie vonkajších vplyvov:

AA5,AB5,AC1 ,AD1 ,AE1 ,AF1 ,AG1 ,AH1 ,AK1 ,AL1 ,AM1 ,AN1 ,AP1 ,AQ1 ,BA5,BC2,BE1 ,CA1 ,CB1

Všetky triedy vonkajších vplyvov majú požadovanú charakteristiku pre výber a inštaláciu zariadení normálne priestory

Vonkajšia elektroinštalácia FVE:

AA7,AB7,AC1 .AD3.AE1 ,AF1 ,AG1 ,AH1 ,AK1 ,AL1 ,AN2,AP1 ,AQ2,BA5,BC2,BE1 ,CA1

,CB1 Trieda AD3 - zvlášť nebezpečné, AB8 - nebezpečné

Priestory z hľadiska nebezpečenstva úrazu el. prúdom podľa STN 33 2000-4-41:

Riešené priestory vo vnútri objektov - priestory normálne

Vonkajšie priestory - priestory zvlášť nebezpečné

Určeným triedam vonkajších vplyvov musí zodpovedať prevedenie elektroinštalácie podľa STN 33 2000-4-41, STN 33 2000-5-51 a ďalších súvisiacich platných noriem. Uvedené triedy vonkajších vplyvov musia byť pred uvedením zariadenia do prevádzky preverené a potvrdené alebo opravené. V prípade zmeny charakteru miestností sa musí prekontrolovať, či elektrické zariadenia vyhovujú zmeneným podmienkam.

## 4. Technické riešenie

### 4.1 Fotovolticképole

Fotovoltaická elektrárň pozostáva z trinástich fotovoltických polí, FV1-FV13, kde každé pole je zložené z 12 stringov.

Rozloženie stringov pri fotovoltických poliach FV1-FV12 je rovnaké.

Zloženie fotovoltického poľa FV1;137 ks panelov :

- String 1, (panely 1.1 až 1.12) 12 ks panelov
- String 2, (panely 1.13 až 1.24) 12 ks panelov
- String 3, (panely 1.25 až 1.36) 12 ks panelov
- String 4, (panely 1.37 až 1.48) 12 ks panelov
- String 5, (panely 1.49 až 1.60) 12 ks panelov
- String 6, (panely 1.61 až 1.72) 12 ks panelov
- String 7, (panely 1.73 až 1.84) 12 ks panelov
- String 8, (panely 1.85 až 1.96) 12 ks panelov
- String 9, (panely 1.97 až 1.108) 12 ks panelov

- String 10, (panely 1.109 až 1.120) 12 ks panelov
- String 11, (panely 1.121 až 1.129) 9 ks panelov
- String 12, (panely 1.130 až 1.137) 8 ks panelov

Zloženie fotovoltaického poľa FV13; 127 ks panelov :

- String 1, (panely 13.1 až 13.11) 11 ks panelov
- String 2, (panely 13.12 až 13.22) 11 ks panelov
- String 3, (panely 13.23 až 13.33) 11 ks panelov
- String 4, (panely 13.34 až 13.45) 12 ks panelov
- String 5, (panely 13.46 až 13.56) 11 ks panelov
- String 6, (panely 13.57 až 13.68) 12 ks panelov
- String 7, (panely 13.69 až 13.80) 12 ks panelov
- String 8, (panely 13.81 až 13.90) 10 ks panelov
- String 9, (panely 13.91 až 13.99) 9 ks panelov
- String 10, (panely 13.100 až 13.109) 10 ks panelov
- String 11, (panely 13.110 až 13.118) 9 ks panelov
- String 12, (panely 13.119 až 13.127) 9 ks panelov

Ako zdroj elektrickej energie sú inštalované monokryštalické fotovoltaické panely s maximálnym výkonom 330 Wp umiestnené na streche budovy. Fotovoltaické panely sú na streche osadené na nosnej FeZn konštrukcii. Orientácia panelov je na juhozápad. Stringy s označením 1 až 12 sú pripojené na rozvádzač s označeným FV DC1 DC samostatnými káblami Solar Radox SF 6mm<sup>2</sup>. FV panely v každom stringu sú zapojené do série. FV panely stringu 1 až 12 idu cez rozvádzač FV RD1, kde je poistkový odpojovač FU1.1-FU1.12 a prepäťová ochrana triedy I+II PHOTEC BC 1000 FV1.1-FV1.12 vid schému D.1.2.Z rozvádzača FV RD1 pokračuje tok energie do ďalšieho rozvádzača FV RD1.1, kde je umiestnená prepäťová ochrana triedy II PHOTEC C 1000 FV1.1.1-FV1.1.12. Prepäťové ochrany sú predistené poistkovým odpojovačom s menovitou hodnotou prúdu 6A. Striedač SMA STP 50-40 má na vstupe 6 nezávislých MMPT. Na každý MPPT sa pripoja 2 stringy. Zo striedača je výkon vyvedený káblom CYKY-J 5 x 25 do AC rozvádzačov RH1 a RH2. Navrhované usporiadanie je kompromisom medzi požiadavkou na maximálny inštalovaný výkon FVE a optimálnym využitím striech a plôch. Veľkosť napätia na DC vetvách (stringoch) počas prevádzky závisí hlavne na intenzite dopadajúceho slnečného žiarenia, teplote FV panelov. Pre účely návrhu a dimenzovania zariadení sa uvažuje max. hodnota napätia vo výške 1 000 DC pre zdroj FV1 až FV12 (pri napätí panelu  $U_{oc} = 69,7$  V). AC výstup striedača je istený v rozvádzači AC a prepojený do spoločného trojfázového systému.

#### 4.2 Rozvádzač DC – FV DC1

Rozvádzač FV DC1 je od firmy schrack typ minipol + modulárna konštrukcia. Rozmery rozvádzača sú (VxŠxH) 800x600x300 mm. Pozostáva z 4 radoch po 29 moduloch. Je určený na vonkajšie použitie so stupňom krytia IP 66. Vetvy (stringy) zložené z FV panelov sú napojené solárnymi káblami do jedného DC rozvádzača FV DC1, ktorý sa osadí vo vonkajšom prostredí. DC rozvádzač je vybavený dvojpólovými poistkovými odpojovačmi DC FWP-6A/2 aR, 1000 V pre istenie a odpojenie jednotlivých stringov a DC prepäťovými ochranami PHOTEC BC 1000 1+2. Pri štandardnej manipulácii s poistkovými odpojovačmi je nutné najskôr vypnúť striedač, potom odopnúť výstup a až potom je možné manipulovať s poistkovými odpojovačmi. Z rozvádzača FV DC1 sa privedie jednosmerné napätie DC káblami Radox SFI 6 na rozvádzač FV DC1.1.

#### 4.3 Rozvádzač DC – FV DC1.1

Rozvádzač FV DC1.1 je od firmy schrack typ minipol + modulárna konštrukcia. Rozmery rozvádzača sú (VxŠxH) 800x600x300 mm. Pozostáva z 4 radoch po 29 moduloch. Jednosmerné napätie je privedené z rozvádzača FV DC1. Rozvádzač je vybavený dvojpólovými poistkovými odpojovačmi DC FWP-6A/2 aR, 1000 V pre istenie a odpojenie jednotlivých stringov a DC prepäťovými ochranami PHOTEC C 1000 2. Pri štandardnej manipulácii s poistkovými odpojovačmi je nutné najskôr vypnúť striedač, potom odopnúť výstup a až potom je možné manipulovať s poistkovými odpojovačmi. Z rozvádzača FV DC1.1 sa privedie jednosmerné napätie DC káblami Radox SFI 6 na striedač SMA STP 50-40.

#### 4.4 Rozvádzač AC – FV AC1.1

Rozvádzač FV AC1.1 je vybavený AC prepäťovou ochranou PROTEC TNS I+II a trojpólovým ističom s menovitou hodnotou prúdu 80A, charakteristikou C pre striedač (menič). Rozvádzač je osadený vedľa striedača na streche budovy. Striedač mení jednosmerné vstupné napätie na 3 - fázové striedavé výstupné napätie 400/230V AC 50 Hz. Toto už z pohľadu distribučnej sústavy (NN siete) štandardné napájanie je vedené do striedavého rozvádzača R-AC. V rozvádzači je trojpólový istič, na ktorý je pripojený striedač SMA1 káblom CYKY-J 5 x 35 o dĺžke 120m. Z rozvádzača káblami CYKY 5x35 vedieť tok elektrickej energie do rozvádzačov RH1 a RH2, ktoré sú hlavné rozvádzače objektu a sú súčasťou existujúcej elektroinštalácie.

#### 4.5 Hlavné rozpojovacie miesto HRM

Hlavné rozpojovacie miesto HRM je spínacie miesto s funkciou rozpájania alebo odpájania za účelom viditeľného odpojenia zdroja od existujúceho AC systému.

Hlavné rozpojovacie miesto HRM - spínacie zariadenie, ktoré musí zabezpečiť galvanické oddelenie zdroja vo všetkých troch fázach je v striedavom rozvádzači RH1 a RH2.

#### 4.6 Menič -striedač

Pre premenu jednosmerného (DC) napätia na striedavé (AC) je inštalovaných 13 ks trojfázový striedač (inverzor) označený na výkresoch SMA1-SMA13. Striedač zaisťuje priamu dodávku vyrobenej elektrickej energie do AC systému (3x230/400 V) objektu. Bezpečné odpojenie na DC strane striedača zaisťujú poistkové odpínače. Striedač je vybavený bezpečnostnou ochranou podpäťovou, nadpäťovou, podfrekvenčnou a nadfrekvenčnou, ktoré automaticky odpoja striedač od siete pri prekročení nastavených parametrov siete. ICH Software je upravený a nastavený podľa podmienok použitia v sieťach SR. FV panely sú napojené k striedačom cez rozvádzač FVDC1 a rozvádzač FVDC1.1 solárnymi káblami (+ a -) 6mm<sup>2</sup> a strana AC zo striedača je pripojená káblom CYKY-J 5 x35 do AC rozvádzača FVAC1.1 a následne napojený na existujúce rozvádzače RH1 a RH2. Pri montáži a uvedení striedača do prevádzky je nutné dodržať pokyny výrobcu.

Striedač sa osadí na kovovú konštrukciu na streche. Minimálna vzdialenosť meniča od rozvádzača FVDC1.1 a FVAC1.1 podľa pokynov od výrobcu musí byť min.4.m.

#### 4.7 Pospájanie elektrických zariadení

Je prevedené podľa STN 33 2000-4-41, STN 33 2000-5-54. Cieľom ochranného pospájania je vyrovnať v blízkosti chránenej časti všetkých dosiahnuteľných vodivých častí na rovnakú úroveň s nulovým potenciálom zeme. Pre FVE je prevedené hlavné a doplnkové pospájanie.

#### 4.8 Hlavné pospájanie

Hlavné pospájanie v objekte tvorí základ pre vyrovnanie potenciálu medzi všetkými neživými časťami.

Pre FVE sa navrhuje ekvipotenciálna svorkovnica EP, ktorá sa umiestni vedľa rozvádzača RH1 a RH2 na stene v budove.

Na ekvipotenciálnu svorkovnicu EP sa pripojí:

- AC rozvádzač FVAC 1.1 (PE zbernica) zelenožltým vodičom CYA35
- DC rozvádzač FVDC1 a FVDC1.1 (PE zbernica) zelenožltým vodičom CYA 35
- Striedač (PE svorka) zelenožltým vodičom CYA 25
- Statické FeZn konštrukcie pre FV panely zelenožltým vodičom CYA 6
- Hlavné rozvádzače RH1 a RH2 (PE zbernica) zelenožltým vodičom CY10

#### Pospájanie FVE:

- Ochranné vodiče PE (prípojnice PE) rozvádzačov FVDC1 a FVDC1.1 sa pripoja samostatne zelenožltým vodičom CYA 35 na ekvipotenciálnu svorkovnicu EP.
- Ochranný vodič PE (prípojnice PE) rozvádzača FVAC1 sa pripojí zelenožltým vodičom CYA 35 na ekvipotenciálnu svorkovnicu EP
- K prípojnici EP sa pripojí pospájanie FV stringov zelenožltým vodičom CYA6
- K ekvipotenciálnej svorkovnici EP sa pripoja hlavné rozvádzače elektroinštalácie RH1 a RH2 obchodného centra zelenožltým vodičom CYA35.
- Všetky nosné konštrukcie (kovové nosné konštrukcie fotovoltaických panelov sa vodivo navzájom pospájajú zelenožltým vodičom CYA 6 (prepojenie v jeden celok) a pripoja sa k doplnkovému pospojovaniu FVE
- EP sa pripojí na vonkajšie uzemnenie objektu v zemi drôtom FeZn D10. Uzemnenie na hodnotu  $R_z < 10 \text{ ohm}$ .

#### 4.9 Akumulačný systém

Prebytok elektrickej energie je uskladňovaný do akumulačného systému od firmy TESVOLT typ TS HV 70. Celková kapacita uskladnenej elektrickej energie je 297,60 kWh. Z existujúcich rozvádzačov RH1 a RH2 je spojený striedač SMA STP 60 káblami CYKY-J 5x35 mm<sup>2</sup>. Na AC strane je výkonový vypínač SCHRACK typ A s nastaviteľným menovitým prúdom  $I_n=90A$ . Na DC strane za meničom nie je spínací prvok. Akumulačný prvok má integrovaný systém odpínania. Menič na DC strane je spojený s akumulačným prvkom káblom Solar Radox 2x35mm<sup>2</sup>.

#### 4.10 Riadiaci systém

Pre riadiaci systém je dôležité určiť priority spínania medzi jednotlivými systémami:

##### 4. Priorita dodávky energie z FVE: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

4. Výroba FVE je spotrebovaná vo vlastnej spotrebe objektu
5. Výroba FVE prevyšuje vlastnú spotrebu objektu a je ukladaná do akumuláčného systému
6. Prietoky FVE nad rámec tolerancie distribučnej spoločnosti nie sú prípustné – odpájanie vybraných stringov FVE podľa potreby zníženia vyrábaného výkonu, odpájanie bude vykonávané na meniče s označeným SMA1.

##### 5. Priorita pokrytia spotreby: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

5. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE
6. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE a akumuláčného systému
7. Vlastná spotreba je pokrytá z FVE, akumuláčného systému a distribučnej siete
8. Vlastná spotreba je pokrytá z distribučnej siete využitím nízkeho tarifu (pondelok-piatok, v čase od 22:00-6:00)

##### 6. Priorita nabíjania akumuláčného systému: (zoraďené podľa priorít riadiaceho systému)

3. Dobíjanie z FVE
4. Dobíjanie z distribučnej siete v čase nízkeho tarifu (pondelok-piatok, 8 hodín)
  - 4.1 zimné obdobie - 22:00-6:00
  - 4.2 obdobie jar, jeseň - 22:00-4:30
  - 4.3 letné obdobie 22:00-3:00

#### Technické riešenie riadiaceho systému:

Na strane VN sa použijú prístrojové transformátory prúdu (MTP2.1, MTP 2.2) a napätia (MTN2.1, MTN2.2). Prístrojové transformátory prúdu budú zaznamenávať smer prúdu, teda aj prietoky do distribučnej siete. Na prívode z FVE na strane NN sa použijú prúdové transformátory (MTP1 – MTP15) a na vývode do akumuláčného systému budú použité prúdové transformátory (MTP1.1 a MTP1.2). Prúdové transformátory umiestnené na vývode do akumuláčného systému budú vyhodnocovať aktuálnu veľkosť a smer prúdu do akumuláčného systému. Zaznamenané údaje z prístrojových transformátorov sa prenesú do systému SCADA, ktorý ich bude vyhodnocovať. Na riadiaci systém budú pripojené aj meniče SMA ST 50-40 a meniče SMA STP 60. V prípade zistenia prietokov do distribučnej siete sa pošle povel do akumuláčného systému, ktorý späť pošle do riadiaceho systému informáciu o aktuálnom nabití akumuláčného systému. V prípade zistenia, že akumuláčny systém je schopný dobíjať batérie na prívode z distribučnej sústavy sa zámerne zvýši impedancia vedenia pomocou automatických prepínačov ATS1 a ATS2, ktoré sa dajú do polohy 1, čím sa zabezpečí dobíjanie batérií. V prípade zistenia, že akumuláčny systém je nabitý na maximálnu batériovú kapacitu, riadiaci systém pošle informáciu do meniča SMA 1, ktorý skokovo odpojí jeden MPPT, čo znamená zníženie výkonu 8,6 kW. V prípade nedostatočného odpojenia výkonu začne striedač skokovo odpájať ďalšie MPPT, čím sa zabezpečí odpojenie výkonu až do veľkosti 51 kW. Ak je aj odpojený výkon 51 kW nedostatočný, začne systém postupne odpájať celý striedač SMA2-SMA13.

Opätovné zapojenie častí FVE sa riadi povelom riadiaci systém a to až po určitej hodnote elektrickej energie, ktorá sa spotrebovala z akumuláčného systému. Ako náhle prístrojové transformátory (MTP1.1, MTP1.2), ktoré sú umiestnené na vývode do akumuláčného systému, vyhodnotia smer prúdu od akumuláčného systému a riadiaci systém SCADA vypočíta veľkosť elektrickej energie z akumuláčného systému o hodnote viac ako 8,6 kWh a zároveň prístrojové transformátory prúdu (MTP2.1 a MTP 2.2) nezaznamenajú dodávku elektrickej energie do distribučnej siete, začnú sa pripájať striedače SMA1-13. Ako prvý sa začne pripájať striedač SMA1, ktorý zapne prvý MPPT a ďalších 5 MPPT bude zapínať postupne až po splnení vyššie spomenutých podmienok. Ako náhle je zapnutý striedač SMA1 riadiaci systém to vyhodnotí a pri ďalšom navýšovaní výkonu začne zapínať už celé striedače SMA2-13. Riadiaci systém vypočíta veľkosť elektrickej energie z akumuláčného systému o hodnote viac ako 51 kWh. Zároveň prístrojové transformátory (MTP2.1 a MTP2.2) nezaznamenajú dodávku elektrickej energie do distribučnej siete.

## 5 Bezpečnosť pri práci a obsluhu el. zariadenia, montážne práce, údržba a ostatné

Montáž a údržbu elektrických zariadení smie vykonávať len pracovník pre samostatnú činnosť podľa § 22, Vyhl. č. 508/2009 Z.z. s odborným elektrotechnickým vzdelaním. Pri obsluhu, údržbe a montáži elektrických zariadení je nutné dodržiavať všetky predpisy pre bezpečnosť pri práci v zmysle STN. V miestach, kde sa elektrické zariadenie vypína a zapína umiestniť bezpečnostné a výstražné tabuľky s textom podľa STN. Pri montážnych prácach používať ochranné a pracovné pomôcky, ktoré musia byť vždy v dobrom stave. Údržba musí zaisťovať, aby všetky závady vzniknuté na elektrickom zariadení boli bezodkladne odstránené, alebo vadné elektrické zariadenie bolo až do prevedenia opravy odpojené a bezpečne zaistené proti zapnutiu. Investor musí zaisťovať dodávateľovi montážnych prác užívanie vonkajších priestorov a nerušený priebeh montáže prácami a prítomnosťou tretích osôb. Po ukončení montážnych prác pred uvedením elektrických zariadení do trvalej prevádzky prevádzkovateľ (majiteľ) FVE je povinný si zabezpečiť vykonávanie pravidelných odborných prehliadok. V prípade úrazu el. prúdom, požiaru alebo iného nebezpečenstva sa odpojí (vypne) FVE samostatne od elektrickej energie vypnutím

ističa FA1.1 fotovoltaickej elektrárne v striedavom AC, vypnutím ističa pre istenie kábla pre FVE v hlavnom rozvádzači.

Ochrana pred úrazom el. prúdom je navrhnutá v súlade s STN 33 2000-4-41. Obsluhu prístrojov v rozvádzačoch a všetky údržbárske práce na el. zariadení môžu vykonávať len pracovníci s príslušnou kvalifikáciou.

V prevádzkových predpisoch musí byť zdôraznené nebezpečenstvo vyplývajúce z charakteru FV elektrárne a to, že i pri odpojenom striedači zo strany DC aj AC je pri slnečnom žiarení i naďalej vyrábaná elektrická energia vo FV paneloch a hrozí nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom.

Všetky výrobky, ktoré podliehajú povinnému schvaľovaniu a certifikácii v zmysle zákona č. 264/1999 Z.z.

O technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody v platnom znení, musia byť v zmysle tohto zákona vybavené príslušnými schvaľovacími certifikačnými osvedčeniami.

Podľa zákona č. 50/1976 Z.z. v platnom znení, nesmie bez týchto dokumentov dôjsť k inštalácii týchto výrobkov a zariadení. **Zákon č. 50/1976 Z.z. sa vzťahuje aj na výrobu rozvádzačov.**

### **Individuálne skúšky a odborné prehliadky a odborné skúšky elektro zariadení**

Elektrické zariadenie bude počas výstavby, pred tým, než ho užívateľ uvedie do prevádzky, prehliadnuté, individuálne vyskúšané a bude prevedená odborná prehliadka a odborná skúška (východzia revízia).

Individuálne skúšky budú prevedené ako súčasť montáže, pričom budú preskúšané mechanické funkcie jednotlivých zariadení. Počas individuálnych skúšok budú prevádzané i odborné prehliadky a odborné skúšky (východzie revízie) elektro zariadení.

### **Komplexné vyskúšanie elektrických zariadení**

Komplexné vyskúšanie predstavuje overenie, že zmontované zariadenia nevykazujú nedostatky, že z funkčného hľadiska spĺňujú požiadavky projektu a že sú schopné bezporuchovej prevádzky.

Všetky montážne a údržbárske práce musia byť vykonávané odbornou firmou pri dodržiavaní platných STN a elektrotechnických predpisov. Pred uvedením do prevádzky sa musia vykonať komplexné skúšky a vypracovať odborná prehliadka a odborná skúška (východzia revízia). V stanovených lehotách je nutné vykonať periodické revízie elektrického zariadenia.

### **Výstražné tabuľky a nápisy**

Elektrické zariadenia, prípadne elektrické predmety, musia byť pred uvedením do prevádzky vybavené bezpečnostnými tabuľkami a nápismi predpísanými pre tieto zariadenia príslušnými zriaďovacími alebo predmetovými normami.

V rozvádzačoch RDC, RAC a na viditeľných miestach budú okrem bežných výstražných tabuliek umiestnené aj tabuľky „**Pozor spätný prúd**“.

## Kvalifikácia montážnych pracovníkov a pracovníkov údržby

Osoby poverené obsluhou a údržbou elektrického zariadenia musia mať príslušnú kvalifikáciu podľa § 19 Vyhl. MPSVaR č. 508/2009 Z.z.

- |                     |   |
|---------------------|---|
| § 20 poučená osoba  | - obsluha elektrického zariadenia MN, NN v krytí IP 20 avyšším  |
| § 21 elektrotechnik | - obsluha elektrického zariadenia MN, NN v krytí IP 1x amensším |
|                     | - obsluha elektrického zariadenia VN                            |
|                     | - práce na elektrických zariadeniach                            |

Tieto osoby musia preukázať znalosť miestnych prevádzkových a bezpečnostných predpisov, protipožiarneho opatrení, prvej pomoci pri úrazoch elektrickým prúdom a znalosť postupu a spôsobu hlásenia porúch na zverenom zariadení. Všetky práce budú vykonávané kvalifikovanými pracovníkmi dodávateľa pod odborným dohľadom špecialistu na montážne práce. Objednávateľ bude pravidelne vykonávať kontrolu prác vrátane preskúšania, aby sa presvedčil, že práce prebiehajú v súlade s technickou dokumentáciou a predpismi. Svoje prípadné pripomienky bude objednávateľ zapisovať do „Montážneho denníka dodávateľa“.

Kontrola akosti a kompletnosti dodávaného diela bude preukázaná nasledovnými dokladmi a protokolmi:

- zápisy o vizuálnej kontrole, vyskúšanie funkčnosti zariadení
- revízne správy
- návod pre obsluhu a údržbu

### Osoby bez elektrotechnickej kvalifikácie (laici)

Osoby používajúce elektrické zariadenia musia byť oboznámené s jeho obsluhou napríklad formou návodu, alebo iným dokladovateľným spôsobom uvedeným v STN 33 1310: Bezpečnostné predpisy pre elektrické zariadenia určené na používanie osobami bez elektrotechnickej kvalifikácie

### Údržba FV sústavy

Výmena poškodených prvkov a ich opravy sú individuálne. Pri prevádzke a údržbe je nutné dodržiavať pokyny výrobcu.

### Kontrola stavu bezpečnosti elektrického zariadenia

Odborná prehliadka a odborná skúška.

Odborná prehliadka a odborná skúška (východzia revízia) bude zahájená po ukončení montážnych prác. Táto práca bude vykonaná osobou s príslušným oprávnením - revíznym technikom. Predmetom odbornej prehliadky a odbornej skúšky bude zistenie, či všetky namontované a zapojené zariadenia sú v súlade s príslušnými predpismi a s príslušnou technickou dokumentáciou. Ďalej bude preverovaná okrem iného kvalita spojenia, úplnosť a správnosť označovania elektrického zariadenia. O výsledku odbornej prehliadky a odbornej skúšky sa vyhotoví správa, ktorá musí obsahovať príslušné náležitosti v zmysle Vyhl. č. 508/2009 Z.z. Odbornú prehliadku a odbornú skúšku vykoná dodávateľ montážnych prác podľa príslušnej STN a EN. Ďalšia odborná prehliadka a odborná skúška /periodická/ sa vykonáva v rozsahu a v lehotách podľa príloh č. 5 až 10 Vyhl. č. 508/2009 Z.z. a podľa bezpečnostnotechnických požiadaviek a po každej oprave vyvolanej poruchou, alebo poškodením elektrického zariadenia.

Individuálne skúšky.

Po vydaní „Správy o výsledku odbornej prehliadky a odbornej skúšky“ a po pripojení napájacieho napätia môžu ihneď začať individuálne skúšky. Po úspešnom vyskúšaní bude objednávateľom a dodávateľom podpísaný „Protokol o individuálnych skúškach“. Protokol pred skúškami pripraví dodávateľ a nechá ho pripomienkovať a schváliť objednávateľom.



#### Komplexné skúšky.

Dodávateľ je povinný vyskúšať a preveriť všetky zariadenia. Komplexné skúšky musia potvrdiť, že celý systém, ako meracie prístroje, snímače a operátorské pracovisko fungujú tak, ako boli navrhnuté a zamýšľané. Po úspešnom vyskúšaní bude objednávateľom a dodávateľom podpísaný „Protokol o komplexných skúškach“. Protokol pred skúškami pripraví dodávateľ a nechá ho pripomienkovať a schváliť objednávateľom.

#### Certifikácia.

Všetky výrobky, ktoré podliehajú povinnému schvaľovaniu a certifikácii v zmysle príslušných zákonov musia byť vybavené príslušnými schvaľovacími a certifikačnými protokolmi spracovanými autorizovanou skúšobňou. Bez týchto dokumentov nie je možné previesť inštaláciu týchto výrobkov.

## B-Protokol o určení prostredia v zmysle STN 33 2000-5-51

### Zloženie komisie:

predseda: Ing. Jan Morávek, PhD  
členovia: Bc. Adrián Mikloš – projektant častielektro

**Názov stavby: Optimalizácia obchodného centra STOP-SHOP Liptovský Mikuláš**

**Podklady použité navypracovanieprotokolu:** miestnaobhliadka  
STN 33 2000-5-51  
STN EN 60079-10

### Technologický popis zariadenia:

Stavba elektrických rozvodov fotovoltického a akumulačného systému silovými káblami.

### Rozhodnutie komisie:

Na základe podkladov a po uvážení všetkých okolností súvisiacich s prevádzkou zariadenia, komisia stanovila prostredie v zmysle STN 33 2000-5-51 na:

Druh priestoru	Fotovoltický panel	Rozvádzač FVDC1	Rozvádzač FVDC1.1	Rozvádzač FVAC1.1
<b>Priestor podľa NZA 6</b>	<b>VI</b>	<b>V</b>	<b>V</b>	<b>V</b>
AA Teplota okolia	AA7 -25°C až +55°C AB8 - 50 až +40°C,	AA7	AA7	AA7
AB Atmosférická vlhkosť	rel. vlhk. 15 až 100%, abs. vlhk. 0,04-36g/m <sup>3</sup>	AB8	AB8	AB8
AC Nadmorská výška	AC1 <2000m	AC	AC	AC
AD Výskyt vody	AD dážď	AD-dážď	AD-dážď	AD-dážď
AE Výskyt cudzích pevných telies	AE1 zanedbateľný	AE1	AE1	AE1
AF2 Výskyt korozívnych látok	AF2 atmosférický	AF2	AF2	AF2
AG Mechanické namáhanie, nárazy	AG1 mierne	AG1	AG1	AG1
AH Vibrácie	AH1 slabé	AH1	AH1	AH1
AK Výskyt rastlinstva a plesní (flóra)	AK1 bez nebezpečenstva	AK1	AK1	AK1

AL Výskyt živočíchov (fauna)	AL1 bez nebezpečenstvo	AL1	AL1	AL1
AM El. mag., elektrost., ionizujúce pôsob.	AM1 nízka, zanedbateľná	AM1	AM1	AM1
AN3 Slnčné žiarenie	AN3 silné (700-1120W/m2)	-	-	-
AP Seizmické účinky	AP1 zanedbateľné	AP1	AP1	AP1
AQ Blesk	AQ3 priame ohrozenie	AQ2-nepriame	AQ2-nepriame	AQ2-nepriame
AS Vietor	AS2 mierne	-	-	-
AT Snehová pokrývka	AT zanedbateľné	-	-	-
AU Námraza	AU2 ľahká	AU1-bez námrazy	AU1-bez námrazy	AU1-bez námrazy
BA Spôsobilosť osôb	BA1 laici	BA1	BA1	BA1
BC Dotyk osôb so zemou	BC2 zriedkavý	BC2	BC2	BC2
BD podmienky úniku	BD1 ľahký únik	BD1	BD1	BD1
BE Povaha spracúvaných látok	BE1 bez vyzna.nebezp.	BE1	BE1	BE1
CA Stavebné materiály	CA1 nehorľavé	CA1	CA1	CA1
CB Konštrukcia stavby	CB1 zanedbateľné nebezp.	CB1	CB1	CB1

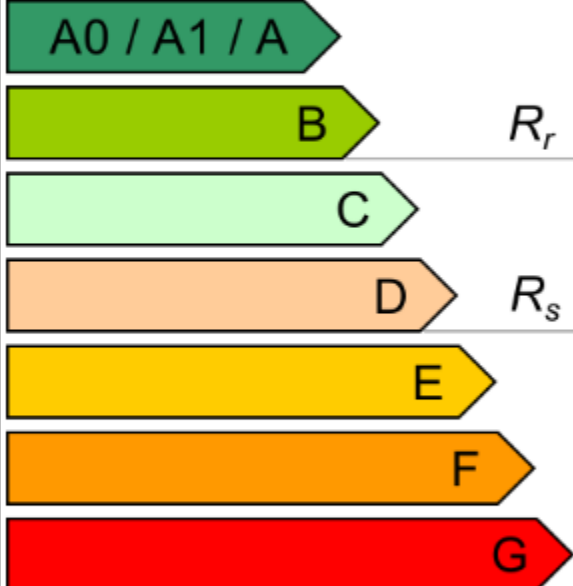






### Záver:

Komisia brala do úvahy trasy a uloženie káblového vedenia. Káblové vedenie je v zmysle Vyhl. MPSVaR č. 508/2009 Z.z je vyhradené EZ v skupine B, kde prúdy a napätia prevyšujú bezpečne hodnoty, ale nie sú zaradené v zvýšenej miere ohrozenia.

## Príloha 5:

### Preukaz energetickej náročnosti budovy PENB

*-preukaz energetickej náročnosti budovy pred použitým opatrením na zníženie energetickej náročnosti budovy*

<b>Kategória budovy:</b> BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY BUDOVY PRE VEĽKOOBCHODNÉ A MALOOBCHODNÉ SLUŽBY	Celková potreba energie	Primárna energia
<b>Globálny ukazovateľ:</b> <b>Primárna energia</b>	165 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	217 kWh/(m <sup>2</sup> .a)
Nízka potreba energie		
 A0 / A1 / A		
 B	$R_r$	<b>B</b>
 C		
 D	$R_s$	
 E		
 F		
 G		
Vysoká potreba energie		
Normalizované hodnotenie		<input checked="" type="checkbox"/>
Prevádzkové hodnotenie		<input type="checkbox"/>
<b>Minimálna požiadavka <math>R_r</math>:</b>	214	425
<b>Typická budova <math>R_s</math>:</b>	391	850

Obrázok č.44: PENB existujúci stav

## Príloha 6:

### Príkion a spotreba najvýznamnejších spotrebičov a prebytky elektrickej energie v jednotlivých obdobiach

Tabuľka č.17: Spotrebiče umiestnené v objekte v zimnom období – December, Január, Február

Množstvo [ks]	Typ elektrického spotrebiča	Príkion kus (kW)	Celkový príkion (kw)	Doba prevádzky za 24 hodín	Spotreba elektrickej energie za 24 hodín [kWh]
3	Ventilátor	18	54	6	324,0
1	Kondenzačná jednotka	1,5	1,5	7,5	11,3
1	Potrubný vent. RS	3	3	6	18,0
1	Plynový horák s ventilátormi	37,7	37,7	7,5	282,8
4	Plynový horák s ventilátormi	44	176	7,5	1320,0
4	Plynový horák s ventilátormi	48,3	193,2	7,5	1449,0
1	Tepelné čerpadlo	20	20	7	140,0
1	Tepelné čerpadlo	23,6	23,6	7	165,2
1	Vzduchotechnická jednotka – 1PP	57	57	9	513
1	Vzduchotechnická jednotka – 2 NP	57	57	6	342
15	Potrubný ventilátor	0,08	1,2	4	4,8
1	Potrubný ventilátor	1,086	1,086	4	4,3
1	Potrubný ventilátor	1,9	1,9	4	7,6
3	Konvektor	1	3	6,5	19,5
2	Konvektor	2,5	5	6,5	32,5
1	Plynový kotol	0,473	0,473	6	2,8
1	Čerpadlový expanzný automat	1	1	7	7,0
3	Radiálny ventilátor	44	132	6	792,0
6	Kompresory	65	390	7,5	2925
2	Eskalátory	2	4	8	32,0
6	Výťahy	3	18	8	144,0
2	Príprava jedla	11	22	5	110,0
67	Osvetlenie - 1PP	0,12	8,04	24	193,0
90	Osvetlenie - 1NP	0,072	6,48	14,5	94,0
90	Osvetlenie - 2NP	0,072	6,48	12	77,8
10	Mraznička	0,79	7,9	12	94,8
11	Chladiaci box	0,38	4,18	12	50,2
40	Pokladničné systémy	0,12	4,8	12	57,6
1	Bezpečnostný systém	0,65	0,65	24	15,6
Celková spotreba elektrickej energie všetkých významných spotrebičov za deň [kWh]:					8876,52

**Tabuľka č.18: Spotrebiče umiestnené v objekte v jarnom a jeseňnom –Marec, Apríl, Máj, Október, November**

Množstvo [ks]	Typ elektrického spotrebiča	Príkón kus (kW)	Celkový príkón (kw)	Doba prevádzky za 24 hodín	Spotreba elektrickej energie za 24 hodín [kWh]
3	Ventilátor	18	54	6	324,0
1	Kondenzačná jednotka	1,5	1,5	7	10,5
1	Potrubný vent. RS	3	3	6	18,0
1	Plynový horák	37,7	37,7	5	188,5
4	Plynový horák	44	176	5	880,0
4	Plynový horák	48,3	193,2	5	966,0
1	Tepelné čerpadlo	20	20	4,5	90,0
1	Tepelné čerpadlo	23,6	23,6	4,5	106,2
1	Vzduchotechnická jednotka – 1PP	57	57	9	513
1	Vzduchotechnická jednotka – 2 NP	57	57	7	399
15	Potrubný ventilátor	0,08	1,2	6	7,2
1	Potrubný ventilátor	1,086	1,086	6	6,5
1	Potrubný ventilátor	1,9	1,9	6	11,4
3	Konvektor	1	3	5	15,0
2	Konvektor	2,5	5	5	25,0
1	Plynový kotol	0,473	0,473	4,5	2,1
1	Čerpadlový expanzný automat	1	1	9	9,0
3	Radiálny ventilátor	44	132	6	792,0
6	Kompresory	65	390	7,5	2925
2	Eskalátory	2	4	9	36,0
6	Výťahy	3	18	8	144,0
2	Príprava jedla	11	22	6	132,0
67	Osvetlenie - 1PP	0,12	8,04	16	128,6
180	Osvetlenie - 1NP, 2NP	0,072	12,96	11	142,6
90	Osvetlenie - 2NP	0,072	6,48	11	71,3
10	Mraznička	0,79	7,9	12	94,8
11	Chladiaci box	0,38	4,18	12	50,2
40	Pokladničné systémy	0,12	4,8	12	57,6
1	Bezpečnostný systém	0,65	0,65	24	15,6
Celková spotreba elektrickej energie všetkých významných spotrebičov za deň [kWh]:					7922,6

**Tabuľka č.19: Spotrebiče umiestnené v objekte v letnom období – Jún, Júl, August, September**

Množstvo [ks]	Typ elektrického spotrebiča	Príkion kus (kW)	Celkový príkion (kw)	Doba prevádzky za 24 hodín	Spotreba elektrickej energie za 24 hodín [kWh]
3	Ventilátor	18	54	8	432,0
1	Kondenzačná jednotka	1,5	1,5	14	21
1	Potrubný vent. RS	3	3	10	30,0
1	Plynový horák	37,7	37,7	0	0
4	Plynový horák	44	176	0	0
4	Plynový horák	48,3	193,2	0	0
1	Tepelné čerpadlo	20	20	6	90
1	Tepelné čerpadlo	23,6	23,6	6	141,6
1	Vzduchotechnická jednotka – 1PP	57	57	12	513
1	Vzduchotechnická jednotka – 2 NP	57	57	11	342
15	Potrubný ventilátor	0,08	1,2	10	12
1	Potrubný ventilátor	1,086	1,086	10	10,86
1	Potrubný ventilátor	1,9	1,9	10	19,0
3	Konvektor	1	3	0	0,0
2	Konvektor	2,5	5	0	0,0
1	Plynový kotol	0,473	0,473	0	0,0
1	Čerpadlový expanzný automat	1	1	9	9,0
3	Radiálny ventilátor	44	132	12	1584
6	Kompresory	65	390	7,5	2925
2	Eskalátory	2	4	9	36,0
6	Výťahy	3	18	8	144,0
2	Príprava jedla	11	22	5	110,0
67	Osvetlenie - 1PP	0,12	8,04	13	104,5
180	Osvetlenie - 1NP, 2NP	0,072	12,96	9	116,6
90	Osvetlenie - 2NP	0,072	6,48	12	77,8
10	Mraznička	0,79	7,9	12	94,8
11	Chladiaci box	0,38	4,18	12	50,2
40	Pokladničné systémy	0,12	4,8	12	57,6
1	Bezpečnostný systém	0,65	0,65	24	15,6
Celková spotreba elektrickej energie všetkých významných spotrebičov za deň [kWh]:					7080,08

## Prebytky elektrickej energie v jednotlivých obdobiach

Tabuľka č.20: Prebytky elektrickej energie v zimnom období – December, Január, Február

Zimné obdobie		Varianta A		Varianta B		Varianta C	
Čas [hod:min]	Spotreba el. energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]
0:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
1:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
2:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
3:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
4:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
5:00	80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94	0,00	-80,94
6:00	142,78	0,00	-142,78	0,00	-142,78	0,00	-142,78
6:30	142,78	0,00	-142,78	0,00	-142,78	0,00	-142,78
7:00	152,78	31,05	-121,74	14,36	-138,42	84,14	-68,64
8:00	161,26	69,83	-91,44	32,29	-128,97	189,25	27,99
8:30	228,70	88,56	-140,14	58,66	-170,04	250,65	21,95
9:00	387,17	108,31	-278,86	50,09	-337,08	293,56	-93,61
10:00	447,17	136,53	-310,64	63,14	-384,03	370,05	-77,12
11:00	643,17	152,03	-491,14	70,31	-572,86	412,06	-231,11
12:00	643,17	153,90	-489,26	71,17	-572,00	417,13	-226,04
13:00	643,17	141,75	-501,42	65,55	-577,62	384,20	-258,97
14:00	608,77	115,91	-492,86	53,60	-555,17	314,14	-294,63
15:00	496,17	77,43	-418,74	35,81	-460,36	209,87	-286,30
16:00	516,17	26,78	-489,39	12,39	-503,78	72,59	-443,58
17:00	646,17	0,00	-646,17	0,00	-646,17	0,00	-646,17
18:00	651,17	0,00	-651,17	0,00	-651,17	0,00	-651,17
19:00	426,70	0,00	-426,70	0,00	-426,70	0,00	-426,70
20:00	288,70	0,00	-288,70	0,00	-288,70	0,00	-288,70
20:30	174,70	0,00	-174,70	0,00	-174,70	0,00	-174,70
21:00	117,78	0,00	-117,78	0,00	-117,78	0,00	-117,78
22:00	65,94	0,00	-65,94	0,00	-65,94	0,00	-65,94
23:00	75,94	0,00	-75,94	0,00	-75,94	0,00	-75,94
Celková denná bilancia [kWh]		-7043,90		-7618,61		-5148,34	
Množstvo akumulovanej energie [kWh]		0,00		0,00		49,94	



**Tabuľka č.21: Prebytky elektrickej energie v období jar, jeseň – Marec, Apríl, Máj, Október, November**

Jar, Jeseň obdobie		Varianta A		Varianta B		Varianta C	
Čas [hod:min]	Spotreba el. energie E[kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]
0:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
1:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
2:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
3:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
4:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
5:00	60,94	29,90	-31,04	13,83	-47,11	81,04	20,10
6:00	77,78	71,03	-6,75	32,85	-44,93	192,52	114,74
6:30	77,78	95,85	18,07	42,15	-35,63	270,89	193,11
7:00	87,78	125,83	38,05	58,19	-29,59	341,05	253,27
8:00	109,26	179,93	70,67	83,91	-25,35	487,66	378,40
8:30	143,70	199,59	55,89	95,59	-48,11	530,65	386,95
9:00	344,17	226,39	-117,78	104,69	-239,48	613,58	269,42
10:00	378,17	260,14	-118,03	120,30	-257,87	705,07	326,90
11:00	568,17	279,37	-288,80	129,19	-438,98	757,18	189,02
12:00	568,17	282,73	-285,44	130,75	-437,42	766,30	198,13
13:00	568,17	269,82	-298,35	124,78	-443,39	731,31	163,14
14:00	560,77	240,97	-319,80	111,43	-449,34	653,10	92,33
15:00	461,17	197,90	-263,27	91,52	-369,65	536,36	75,19
16:00	495,17	144,06	-351,11	66,62	-428,55	390,45	-104,72
17:00	566,17	86,30	-479,87	39,91	-526,26	233,91	-332,26
18:00	571,17	36,66	-534,51	16,95	-554,22	99,35	-471,82
19:00	405,70	12,20	-393,50	5,64	-400,06	33,08	-372,62
20:00	287,70	0,00	-287,70	0,00	-287,70	0,00	-287,70
20:30	236,70	0,00	-236,70	0,00	-236,70	0,00	-236,70
21:00	122,78	0,00	-122,78	0,00	-122,78	0,00	-122,78
22:00	70,94	0,00	-70,94	0,00	-70,94	0,00	-70,94
23:00	48,94	0,00	-48,94	0,00	-48,94	0,00	-48,94
Celková denná bilancia [kWh]		-4377,32		-5847,68		307,51	
Množstvo akumulovanej energie [kWh]		175,93		0,00		2660,69	

**Tabuľka č.22: Prebytky elektrickej energie v letnom období – Jún, Júl, August, September**

Letné obdobie		Varianta A		Varianta B		Varianta C	
Čas [hod:min]	Spotreba el. energie E[kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]	Výroba el. energie [kWh]	Bilancia elektrickej energie [kWh]
0:00	45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94
1:00	45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94
2:00	45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94
3:00	45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94	0,00	-45,94
4:00	45,94	8,67	-37,27	4,00	-41,94	15,98	-29,96
5:00	45,94	37,62	-8,32	17,40	-28,54	101,96	56,02
6:00	57,78	74,99	17,21	34,68	-23,10	203,25	145,47
6:30	57,78	99,56	41,78	49,59	-8,19	290,65	232,87
7:00	67,78	128,75	60,97	59,54	-8,24	348,95	281,17
8:00	89,26	181,95	92,69	84,15	-5,11	493,14	403,88
8:30	123,70	205,68	81,98	96,59	-27,11	550,60	426,90
9:00	324,17	227,51	-96,66	105,21	-218,95	616,63	292,47
10:00	358,17	261,16	-97,01	120,77	-237,40	707,82	349,66
11:00	548,17	280,02	-268,15	129,50	-418,67	758,95	210,78
12:00	548,17	283,38	-264,78	131,05	-417,12	768,06	219,90
13:00	548,17	270,72	-277,45	125,19	-422,97	733,74	185,57
14:00	540,77	242,06	-298,70	111,94	-428,83	656,07	115,30
15:00	501,17	199,52	-301,65	92,27	-408,90	540,77	39,60
16:00	475,17	146,72	-328,45	67,84	-407,33	397,65	-77,52
17:00	546,17	90,37	-455,80	41,80	-504,37	244,93	-301,23
18:00	551,17	41,20	-509,97	19,05	-532,12	111,66	-439,51
19:00	385,70	13,72	-371,98	6,35	-379,35	37,20	-348,50
20:00	275,70	0,00	-275,70	0,00	-275,70	0,00	-275,70
20:30	226,70	0,00	-226,70	0,00	-226,70	0,00	-226,70
21:00	112,78	0,00	-112,78	0,00	-112,78	0,00	-112,78
22:00	60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94	0,00	-60,94
23:00	48,94	0,00	-48,94	0,00	-48,94	0,00	-48,94
Celková denná bilancia [kWh]		-3930,38		-5427,05		854,04	
Množstvo akumulovanej energie [kWh]		294,63		0,00		2959,58	

# Príloha 7:

## Klasifikačné triedy pre hodnotenie energetickej náročnosti budov

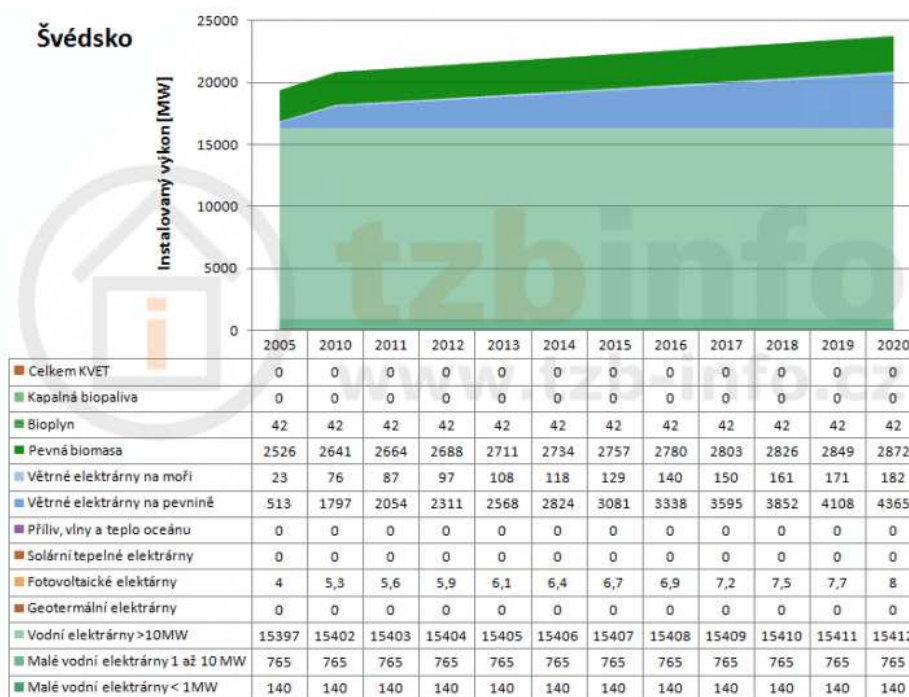
Tabuľka č.23: Škála energetických tried pre jednotlivé kategórie budov

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy								
		A	B	C	D	E	F	G		
Celková dodaná energia	Rodinné domy	≤54	55-110	111-165	166-220	221-275	276-330	>330		
	Bytové domy	≤40	41-79	80-119	120-158	159-198	199-237	>237		
	Administratívne budovy	≤58	59-115	116-166	167-218	219-272	273-327	>327		
	Budovy škôl	≤42	43-84	85-124	125-163	164-204	205-245	>245		
	Budovy nemocníc	≤101	102-201	202-293	294-385	386-481	482-578	>578		
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤94	95-187	188-275	276-363	364-454	455-545	>545		
	Športové haly a iné budovy určené na šport	≤48	49-95	96-104	141-184	185-230	231-276	>276		
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤81	82-161	162-237	138-313	314-391	392-469	>469			
Vykurovanie	Rodinné domy	≤42	43-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258		
	Bytové domy	≤27	28-53	54-80	81-106	107-133	134-159	>159		
	Administratívne budovy	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168		
	Budovy škôl	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168		
	Budovy nemocníc	≤35	36-70	71-105	106-140	141-175	176-210	>210		
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤36	37-71	72-107	108-142	143-178	179-213	>213		
	Športové haly a iné budovy určené na šport	≤33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198		
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	>195			
Príprava teplej vody	Rodinné domy	≤12	13-247	25-36	37-48	49-60	61-72	>72		
	Bytové domy	≤13	14-26	27-39	40-52	53-65	66-78	>78		
	Administratívne budovy	≤4	5-8	09-12	13-16	17-20	21-24	>24		
	Budovy škôl	≤6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	>36		
	Budovy nemocníc	≤26	27-52	53-78	79-104	105-130	131-156	>156		
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤32	33-64	65-96	97-128	129-160	161-192	>192		
	Športové haly a iné budovy určené na šport	≤6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	>36		
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤5	6-9	10-14	15-18	19-23	24-27	>27			
Nútené vetranie a chladenie	Rodinné domy	nehodnotí sa								
	Bytové domy	nehodnotí sa								
	Administratívne budovy	≤16	17-31	32-45	46-60	60-75	76-90	>90		
	Budovy škôl	nie je určené								
	Budovy nemocníc	≤27	28-53	54-77	78-101	102-126	127-152	>152		
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤14	15-28	29-42	43-56	57-70	71-84	>84		
	Športové haly a iné budovy určené na šport	nie je určené								
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤34	35-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198			
Osvetlenie	Rodinné domy	nehodnotí sa								
	Bytové domy	nehodnotí sa								
	Administratívne budovy	≤10	11-20	21-25	26-30	31-38	39-45	>45		
	Budovy škôl	≤8	9-16	17-22	23-27	28-34	35-41	>41		
	Budovy nemocníc	≤13	14-26	27-33	34-40	41-50	51-60	>60		
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤12	13-24	25-31	32-37	38-46	47-56	>56		
	Športové haly a iné budovy určené na šport	≤9	10-17	18-23	24-28	29-35	36-42	>42		
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤11	12-21	22-27	28-33	34-41	42-50	>50			
Globálny ukazovateľ-Prímá energia			Triedy energetickej hospodárnosti budovy							
			A0	A1	B	C	D	E	F	G
	Rodinné domy	≤54	55-108	109-216	217-324	325-432	433-540	541-648	>648	
	Bytové domy	≤32	33-63	64-126	127-189	190-252	253-315	316-378	>378	
	Administratívne budovy	≤61	62-122	123-255	256-383	384-511	512-639	640-766	>766	
	Budovy škôl	≤34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	>408	
	Budovy nemocníc	≤96	97-192	193-384	385-576	577-769	770-961	962-1153	>1153	
	Budovy hotelov a reštaurácií	≤82	83-164	165-328	329-492	493-656	657-820	821-984	>984	
Športové haly a iné budovy určené na šport	≤38	39-76	77-152	153-258	259-304	305-380	381-456	>456		
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤85	86-170	171-340	341-510	511-680	681-850	851-1020	>1020		

## Príloha 8:

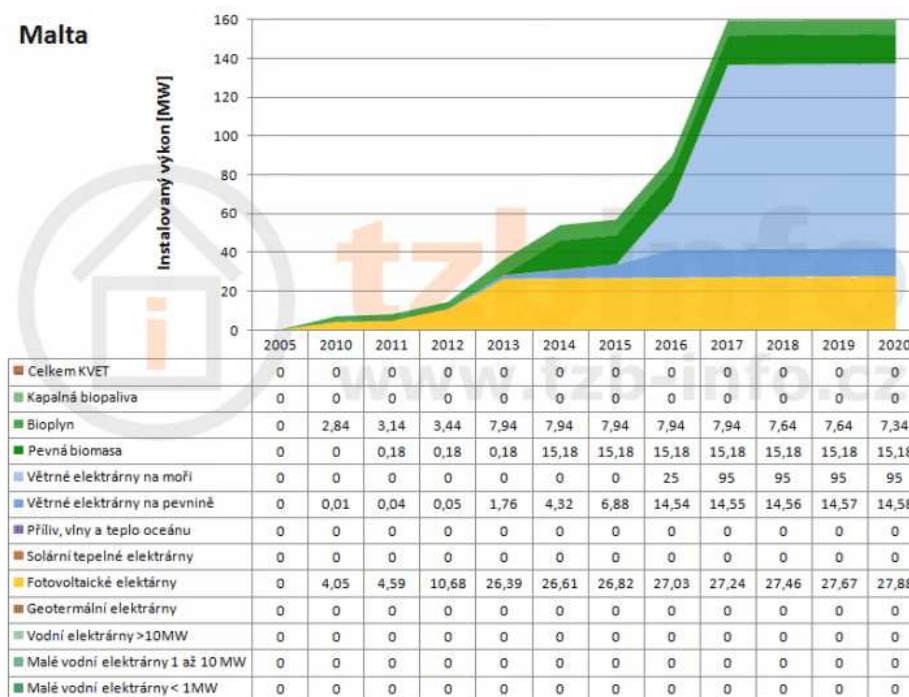
Akčný plán pre dosiahnutie stanovených cieľov pre rok 2020

Švédsko:



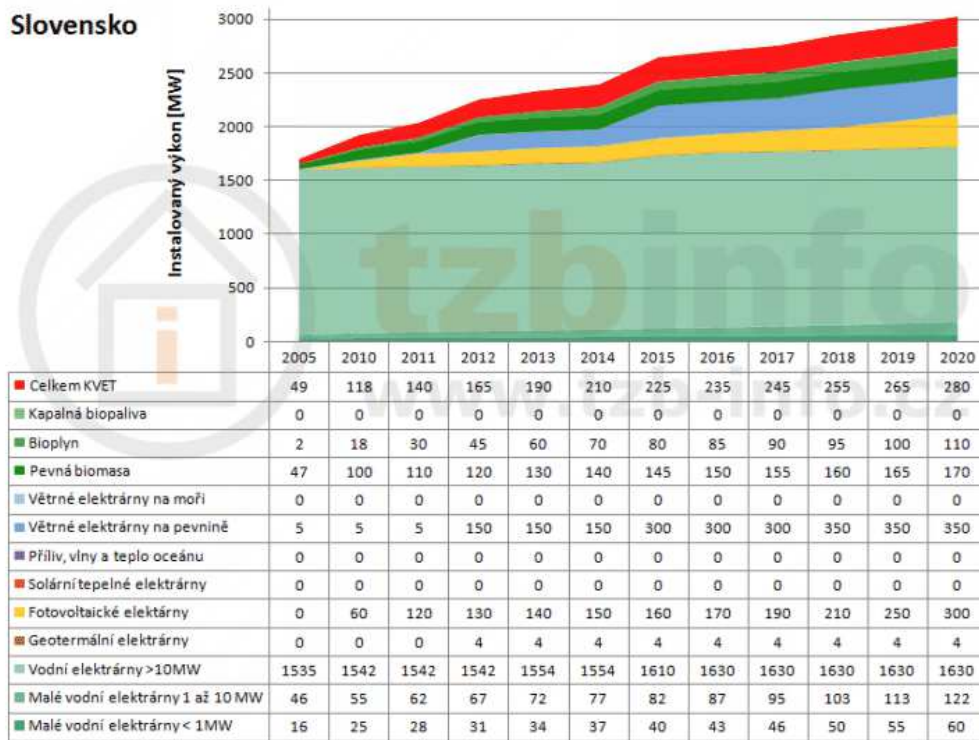
Obrázok č.41: Štruktúra zdrojov OZE Švédska[6]

Malta:



Obrázok č.42: Štruktúra zdrojov OZE Malty[6]

## Slovensko:



Obrázok č.43: Štruktúra zdrojov OZE Slovenska [6]

## Príloha 9:

Fotodokumentácia strechy, simulácia FVE na tienenie, konštrukcia FVE a závislosť výkonnosti FVE od sklonu fotovoltaického panelu

Strecha – južný pohľad



Obrázok č.52: Južný pohľad na strechu [vlastný obrázok]

Strecha – južný pohľad, pohľad na južnú časť budovy



Obrázok č.53: Južný pohľad na strechu [vlastný obrázok]

## Strecha – juho-západný pohľad



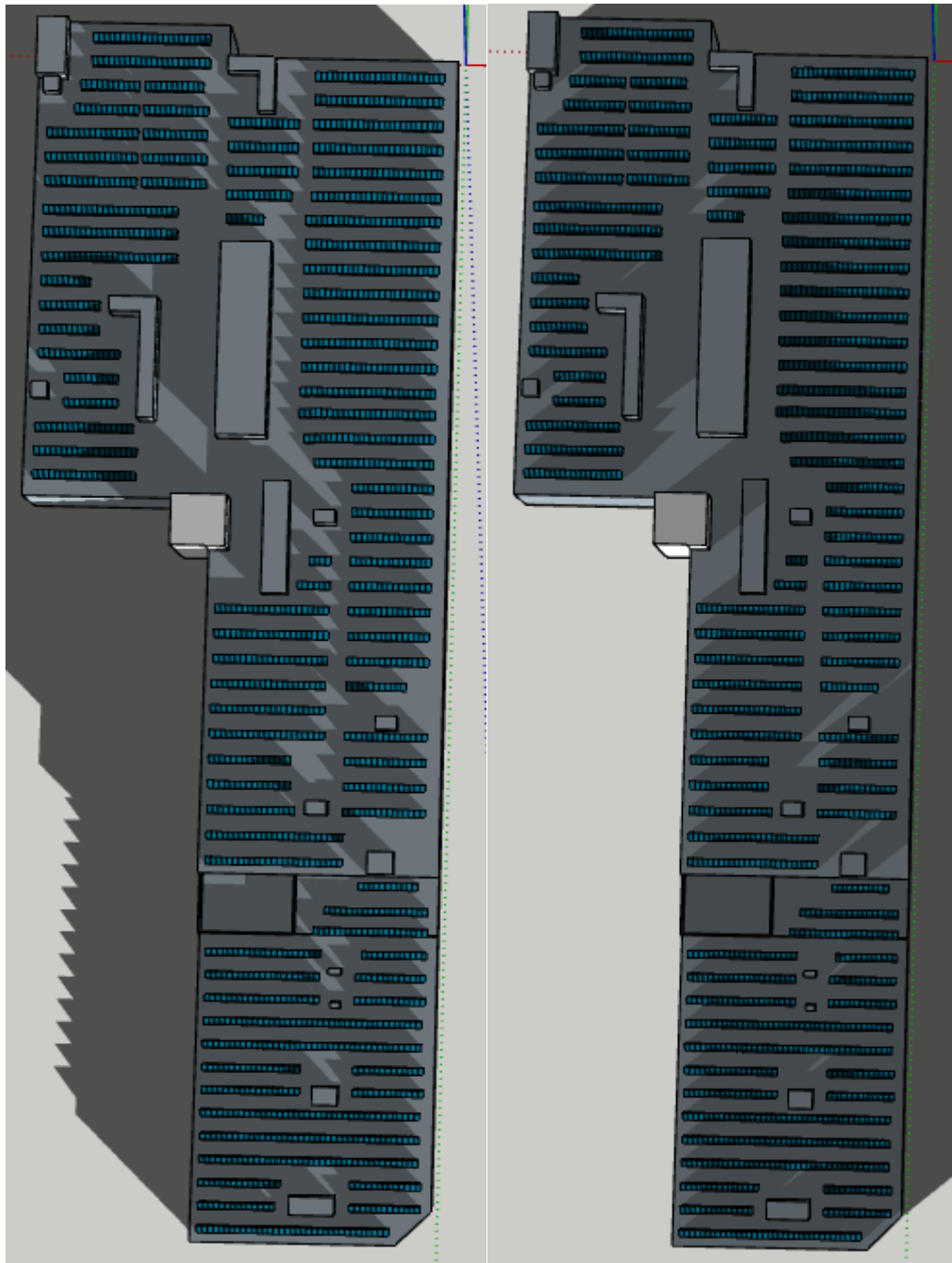
Obrázok č.54: Juho-západný pohľad na strechu [vlastný obrázok]

## Strecha – severný pohľad



Obrázok č.55: Severný pohľad na strechu [vlastný obrázok]

## Simulácia zatienevia strechy (dátum 21.12, vľavo 8:45, vpravo 15:45)



Obrázok č.56: Simulácia tienenia strechy [vlastný obrázok]

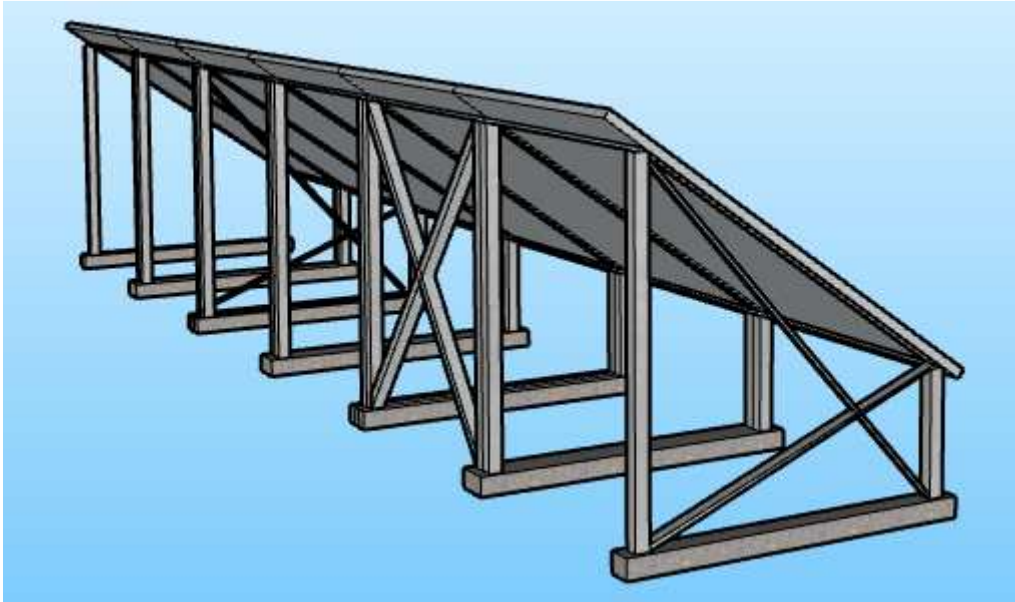


## Konštrukcia fotovoltaického systému

Závetrie sa montuje na každej štvrtej konštrukcii panelu.

Priečna konštrukcia sa montuje na každej piatej konštrukcii panelu.

Konštrukcia je z joklu 40x30x3 s dvojitým náterom



Obrázok č.57: Konštrukcia fotovoltaického systému [vlastný obrázok]

## Závislosť výkonnosti FVE od sklonu fotovoltaického panelu:

Pri voľbe sklonu FVE sa vychádzalo z PVGIS. Pri našom návrhu sme použili sklon 36°, čím sa zabezpečilo maximálne využitie fotovoltaických panelov.

Rozdiel medzi sklonom 35° a 36° je v rozložení výkonnosti v priebehu celého roka. Pri sklone 36° sú fotovoltaické panely využité viacej v mesiacoch Január, Február, Marec, Október, November, December. Ďalšou výhodou je nutnosť menšej kapacity akumuláčného prvku.

Tabuľka č.24: Prehľad ročnej výroby elektrickej energie od sklonu FVE

Sklon FVE [°]	Ročná výroba el. energie [kWh]
30	932
35	934
36	934
40	932
50	912
60	873

Tabuľka č.25: Podrobný prehľad vyrobenej elektrickej energie pri sklone 35° a 36°

Pevný systém: sklon=35°, azimut=7°				
Mesiac	$E_d$ [kWh]	$E_m$ [kWh]	$H_d$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_m$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
Jan	1.06	33.0	1.25	38.7
Feb	1.64	46.0	1.96	54.8
Mar	2.70	83.8	3.36	104
Apr	3.64	109	4.71	141
Maj	3.64	113	4.79	149
Jún	3.50	105	4.68	140
Júl	3.59	111	4.87	151
Aug	3.52	109	4.74	147
Sep	2.85	85.4	3.71	111
Okt	2.26	70.2	2.83	87.7
Nov	1.28	38.5	1.56	46.7
Dec	0.96	29.8	1.13	34.9
<b>Ročný priemer[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>2.56</b>	<b>77.8</b>	<b>3.30</b>	<b>101</b>
<b>Celkom za rok[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>934</b>		<b>1210</b>	

Pevný systém: sklon=36°, azimut=7°				
Mesiac	$E_d$ [kWh]	$E_m$ [kWh]	$H_d$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_m$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
Jan	1.07	33.2	1.25	38.9
Feb	1.65	46.2	1.96	55.0
Mar	2.71	84.0	3.37	104
Apr	3.64	109	4.71	141
Maj	3.63	112	4.78	148
Jún	3.48	105	4.66	140
Júl	3.58	111	4.85	150
Aug	3.52	109	4.73	147
Sep	2.85	85.5	3.72	111
Okt	2.27	70.5	2.84	88.1
Nov	1.29	38.8	1.57	47.1
Dec	0.97	30.0	1.14	35.2
<b>Ročný priemer[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>2.56</b>	<b>77.8</b>	<b>3.30</b>	<b>100</b>
<b>Celkom za rok[kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>934</b>		<b>1210</b>	

kde:

$E_D$  – priemerná denná produkcia elektrickej energie zo systému (kWh)

$E_M$  – priemerná mesačná produkcia elektrickej energie zo systému (kWh)

$H_D$  – priemerná denná produkcia slnečného žiarenia na m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_M$  – priemerná mesačná produkcia slnečného žiarenia na m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu (kWh/m<sup>2</sup>)

# Príloha 10:

## Kompletná cena konštrukcie FVE

Výpočet ceny konštrukcie pre variantu A 1771 kusov panelov

Tabuľka č.26: Podrobný rozpis ceny konštrukcie pre 1771 kusov fotovoltaických panelov

Počet panelov v rade	Počet radov	Celkový počet panelov [€ bez dph]	Počet betonových pražníc [ks]	Počet jokel 40x30x3-6 [ks]	Výroba [€ bez dph]	Montáž [€ bez dph]	Celkom cena [€ bez dph]
4	1	4	5	6	380	320	914,0
6	1	6	7	8	570	480	1 340,0
7	1	7	8	9	665	560	1 553,0
9	1	9	10	11	855	720	1 979,0
10	2	20	22	24	1 900	1 600	4 384,0
11	7	77	84	92	7 315	6 160	16 859,0
12	6	72	78	86	6 840	5 760	15 756,0
13	9	117	126	139	11 115	9 360	25 575,0
14	1	14	15	17	1 330	1 120	3 068,0
15	13	195	208	232	18 525	15 600	42 605,0
16	1	16	17	20	1 520	1 280	3 518,0
17	4	68	72	81	6 460	5 440	14 852,0
18	5	90	95	107	8 550	7 200	19 648,0
19	1	19	20	23	1 805	1 520	4 157,0
21	9	189	198	224	17 955	15 120	41 223,0
22	3	66	69	79	6 270	5 280	14 412,0
24	8	192	200	228	18 240	15 360	41 872,0
25	15	375	390	445	35 625	30 000	81 765,0
35	1	35	36	42	3 325	2 800	7 637,0
40	5	200	205	237	19 000	16 000	43 558,0
Celková cena konštrukcie pre 1 771 kusov panelov [€ bez dph]							386 675,0

Cena výroby: 95 € bez DPH/ks,

Cena montáže: 85 € bez DPH/ks

Cena betonovej pražnice: 14 € bez DPH/ks,

Cena joku 40x30x3 s dvojitým náterom: 3,3 € bez DPH/m

# Príloha 11:

## Rozpočet FVE

Tabuľka č.27: Podrobný rozpočet pre obe varianty fotovoltaického systému

Fotovoltaický systém STOP-SHOP							
Varianta A			Varianta B			Varianta C	
Fotovoltaické panely a konštrukcia							
Položka	Počet	Cena/ks	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
Panasonic VBHN 330SJ47	1771	370,00 €	655 270,00 €	819	303 030,00 €	4836	1 789 320,00 €
Konštrukcia	1771	205,00 €	363 055,00 €	819	167 895,00 €	4836	991 380,00 €
Cena celkom			<b>1 018 325,00 €</b>		<b>470 925,00 €</b>		<b>2 780 700,00 €</b>
Meniče							
Položka	Počet	Cena/ks	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
SMA STP 50-40	13	4 369,10 €	56 798,30 €	6	26 214,60 €	40	174 764,00 €
SMA STP 60	2	5 076,15 €	10 152,30 €	0	0,00 €	0	0,00 €
Cena celkom			<b>66 950,60 €</b>		<b>26 214,60 €</b>		<b>174 764,00 €</b>
Kabeláž							
Položka	Počet	Cena/m	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
CYKY-J 5x95m <sup>2</sup>	720	16,85 €	12 132,00 €	348	5 863,80 €	2000	33 700,00 €
CYKY-J 4x150m <sup>2</sup>	1320	15,55 €	20 526,00 €	615	9 563,25 €	3490	54 269,50 €
H1Z2Z2-K 1x6 mm <sup>2</sup>	11520	1,13 €	13 017,60 €	5500	6 215,00 €	20400	23 052,00 €
CYA6 mm <sup>2</sup> z.ž	3200	0,16 €	515,20 €	1600	257,60 €	7000	1 127,00 €
CYA25 mm <sup>2</sup> z.ž	1000	0,82 €	821,00 €	600	492,60 €	2300	1 888,30 €
CYA 35mm <sup>2</sup> z.ž	800	0,97 €	774,32 €	400	387,16 €	1900	1 839,01 €
Cena celkom			<b>45 675,60 €</b>		<b>21 642,05 €</b>		<b>111 021,50 €</b>
Akumulačný systém							
Položka	Počet	Cena/kWh	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
TESTVOLT	383,02	200,00 €	76 604,00 €	0	0,00 €	3848	769 600,00 €
Cena celkom			<b>76 604,00 €</b>		<b>0,00 €</b>		<b>769 600,00 €</b>
Elektroinštalčný materiál							
Položka	Počet	Cena/ks(m)	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
Poistkový odpoínač, 2p	312,00	4,04 €	1 260,48 €	144,00	581,76 €	960,00	3 878,40 €
Poistkový odpoínač M8	13,00	26,20 €	340,60 €	8,00	209,60 €	31,00	812,20 €
Valcové poistky 6A,gG	624,00	0,55 €	343,20 €	288,00	158,40 €	1920,00	1 056,00 €
Valcové poistky 160A,gG	39,00	2,70 €	105,30 €	24,00	64,80 €	93,00	251,10 €
Prepätová ochrana typ 1+2	156,00	167,70 €	26 161,20 €	72,00	12 074,40 €	480,00	80 496,00 €
Prepätová ochrana typ 1	156,00	83,57 €	13 036,92 €	72,00	6 017,04 €	480,00	40 113,60 €
Istič 3p,80A	13,00	95,65 €	1 243,45 €	6,00	573,90 €	40,00	3 826,00 €
Vypínacia spúšť BS-UA-40	13,00	14,23 €	184,99 €	6,00	85,38 €	31,00	441,13 €
Prístrojový transformátor prúdu 100/5A	6,00	11,86 €	71,16 €	0,00	0,00 €	15,00	177,90 €
Prístrojový transformátor prúdu 80/5A	45,00	11,37 €	511,65 €	18,00	204,66 €	75,00	852,75 €
Rozvádzač 4x29 modulový MINIPOL	26,00	216,30 €	5 623,80 €	12,00	2 595,60 €	80,00	17 304,00 €
Modulová konštrukcia 4x29	27,00	115,90 €	3 129,30 €	12,00	1 390,80 €	80,00	9 272,00 €
Modulová konštrukcia 5x29	1,00	129,70 €	129,70 €	0,00	0,00 €	3,00	389,10 €
Káblový žľab 80x120 (VxŠ)	950,00	9,19 €	8 730,50 €	430,00	3 951,70 €	1700,00	15 623,00 €
Káblový žľab 60x60 (VxŠ)	400,00	5,17 €	2 068,00 €	130,00	672,10 €	730,00	3 774,10 €
Tlačítko TOTAL STOP	4,00	5,20 €	20,80 €	4,00	20,80 €	4,00	20,80 €
Cena celkom			<b>62 620,45 €</b>		<b>28 391,34 €</b>		<b>177 475,88 €</b>
Ostatné							
Položka	Počet	Cena/ks	Cena spolu	Počet	Cena spolu	Počet	Cena spolu
Projekčná činnosť	1	1 800,00 €	<b>1 800,00 €</b>	1	<b>1 000,00 €</b>	1	<b>3 500,00 €</b>
Revízia	1	750,00 €	<b>750,00 €</b>	1	<b>400,00 €</b>	1	<b>1 560,00 €</b>
Pomocný materiál	1	3 000,00 €	<b>3 000,00 €</b>	1	<b>1 200,00 €</b>	1	<b>6 300,00 €</b>
Práca	1050	11,00 €	<b>11 550,00 €</b>	550	<b>6 050,00 €</b>	2300	<b>25 300,00 €</b>
Doprava	1	500,00 €	<b>500,00 €</b>	1	<b>270,00 €</b>	1	<b>1 100,00 €</b>
Cena celkom			<b>1 287 775,65 €</b>		<b>556 092,99 €</b>		<b>4 051 321,38 €</b>
Celková 10% zľava			<b>1 158 998,09 €</b>		<b>500 483,69 €</b>		<b>3 646 189,24 €</b>

# Príloha 12:

## Ekonomické zhodnotenie – ČSH, IRR

Tabuľka č.28: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu A

Roky	Kdegradácia	Ecelkom [kWh]	Zisk	ČSH	Zisk - zdražovanie	ČSH <sub>z</sub>	Zisk - zdražovanie, inflácia	ČSH <sub>z,i</sub>
1	1,000	601870,9	58 983,35 €	-1 100 014,74 €	58 983,35 €	-1 100 014,74 €	57 326,61 €	-1 101 671,48 €
2	0,975	586824,1275	57 508,76 €	-1 042 505,98 €	58 290,88 €	-1 041 723,86 €	56 653,59 €	-1 045 017,89 €
3	0,967	582009,1603	57 036,90 €	-985 469,08 €	58 598,85 €	-983 125,01 €	56 952,91 €	-988 064,97 €
4	0,958	576592,3222	56 506,05 €	-928 963,03 €	58 842,99 €	-924 282,02 €	57 190,19 €	-930 874,78 €
5	0,950	571777,355	56 034,18 €	-872 928,85 €	59 145,19 €	-865 136,83 €	57 483,91 €	-873 390,87 €
6	0,942	566962,3878	55 562,31 €	-817 366,54 €	59 444,73 €	-805 692,10 €	57 775,03 €	-815 615,85 €
7	0,933	561545,5497	55 031,46 €	-762 335,07 €	59 677,51 €	-746 014,59 €	58 001,27 €	-757 614,58 €
8	0,925	556730,5825	54 559,60 €	-707 775,48 €	59 970,46 €	-686 044,13 €	58 285,99 €	-699 328,58 €
9	0,917	551915,6153	54 087,73 €	-653 687,75 €	60 260,34 €	-625 783,79 €	58 567,73 €	-640 760,85 €
10	0,908	546498,7772	53 556,88 €	-606 734,87 €	60 480,40 €	-606 907,39 €	58 781,62 €	-606 583,23 €
11	0,900	541683,81	53 085,01 €	-562 649,85 €	60 762,82 €	-581 144,57 €	59 056,10 €	-569 527,13 €
12	0,893	537470,7137	52 672,13 €	-520 977,72 €	61 110,17 €	-520 034,39 €	59 393,69 €	-540 133,44 €
13	0,887	533859,4883	52 318,23 €	-481 659,49 €	61 525,09 €	-458 509,30 €	59 796,96 €	-480 336,48 €
14	0,880	529646,392	51 905,35 €	-446 754,15 €	61 869,69 €	-396 639,62 €	60 131,88 €	-420 204,60 €
15	0,873	525433,2957	51 492,46 €	-415 261,68 €	62 212,28 €	-334 427,34 €	60 464,84 €	-359 739,76 €
16	0,867	521822,0703	51 138,56 €	-384 123,12 €	62 624,97 €	-271 802,37 €	60 865,95 €	-298 873,82 €
17	0,860	517608,974	50 725,68 €	-353 397,44 €	62 964,17 €	-208 838,20 €	61 195,62 €	-237 678,20 €
18	0,853	513395,8777	50 312,80 €	-323 084,64 €	63 301,02 €	-145 537,18 €	61 523,00 €	-176 155,19 €
19	0,847	509784,6523	49 958,90 €	-293 125,75 €	63 710,60 €	-81 826,58 €	61 921,08 €	-114 234,12 €
20	0,840	505571,556	49 546,01 €	-263 183,74 €	64 043,37 €	-94 387,22 €	62 244,50 €	-128 593,62 €
21	0,832	500756,5888	49 074,15 €	-233 109,59 €	64 296,12 €	-30 091,10 €	62 490,16 €	-66 103,46 €
22	0,824	495941,6216	48 602,28 €	-203 507,31 €	64 543,91 €	34 452,82 €	62 730,98 €	-3 372,48 €
23	0,816	491126,6544	48 130,41 €	-173 376,90 €	64 786,55 €	99 239,36 €	62 966,80 €	59 594,33 €
24	0,808	486311,6872	47 658,55 €	-143 718,35 €	65 023,84 €	164 263,20 €	63 197,44 €	122 791,76 €
25	0,800	481496,72	47 186,68 €	-113 468,32 €	65 255,61 €	229 518,81 €	63 422,69 €	186 214,46 €

kde:

*Kdegradácia* – degradácia panelov spôsobuje znižovanie vyrobeného výkonu. Pri určovaní degradácie sa vychádzalo z katalógového listu výrobcu

*Ecelkom* – celková vyrobená elektrická energia z fotovoltaických panelov

*Zisk* – celkový zisk počítaný z úspor elektrickej energie pri cene 0,098 €/kWh

*ČSH* – čistá súčasná hodnota bez uvažovania zdražovania elektrickej energie a inflácie

*Zisk- zdražovanie* – celkový zisk, pri ktorom sa uvažovalo zdražovanie elektrickej energie každým rokom o 1,44%

*ČSH<sub>z</sub>* – čistá súčasná hodnota pri uvažovaní vplyvu zdražovania elektrickej energie

*Zisk-zdražovanie, inflácia* – celkový reálny zisk pri uvažovaní vplyvu zdražovania elektrickej energie každým rokom o 1,44% a mieri inflácie na úrovni 1,74% každým rokom

**Tabuľka č.29: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu B**

Roky	Kdegradácia	Ecelkom	Zisk	ČSH	Zisk - zdražovanie	ČSHž	Zisk - zdražovanie, inflácia	ČSHž,i
1	1,000	276685,63	27 115,19 €	-473 368,50 €	27 115,19 €	-473 368,50 €	26 651,46 €	-473 832,23 €
2	0,975	269768,4893	26 437,31 €	-446 931,19 €	26 796,86 €	-446 571,64 €	25 888,12 €	-447 944,12 €
3	0,967	267555,0042	26 220,39 €	-420 710,80 €	26 938,43 €	-419 633,20 €	25 579,80 €	-422 364,32 €
4	0,958	265064,8335	25 976,35 €	-394 734,44 €	27 050,67 €	-392 582,54 €	25 247,07 €	-397 117,24 €
5	0,950	262851,3485	25 759,43 €	-368 975,01 €	27 189,59 €	-365 392,94 €	24 942,73 €	-372 174,51 €
6	0,942	260637,8635	25 542,51 €	-343 432,50 €	27 327,29 €	-338 065,65 €	24 640,31 €	-347 534,20 €
7	0,933	258147,6928	25 298,47 €	-318 134,03 €	27 434,30 €	-310 631,35 €	24 313,74 €	-323 220,46 €
8	0,925	255934,2078	25 081,55 €	-293 052,47 €	27 568,98 €	-283 062,37 €	24 015,23 €	-299 205,23 €
9	0,917	253720,7227	24 864,63 €	-268 187,84 €	27 702,24 €	-255 360,14 €	23 718,61 €	-275 486,62 €
10	0,908	251230,552	24 620,59 €	-243 567,25 €	27 803,40 €	-227 556,73 €	23 398,10 €	-252 088,52 €
11	0,900	249017,067	24 403,67 €	-219 163,58 €	27 933,23 €	-199 623,50 €	23 105,33 €	-228 983,19 €
12	0,893	247080,2676	24 213,87 €	-194 949,71 €	28 092,91 €	-171 530,59 €	22 839,99 €	-206 143,20 €
13	0,887	245420,1538	24 051,18 €	-170 898,53 €	28 283,65 €	-143 246,94 €	22 601,80 €	-183 541,40 €
14	0,880	243483,3544	23 861,37 €	-147 037,17 €	28 442,07 €	-114 804,87 €	22 339,68 €	-161 201,72 €
15	0,873	241546,555	23 671,56 €	-123 365,60 €	28 599,56 €	-86 205,31 €	22 079,20 €	-139 122,52 €
16	0,867	239886,4412	23 508,87 €	-99 856,73 €	28 789,28 €	-57 416,03 €	21 845,55 €	-117 276,96 €
17	0,860	237949,6418	23 319,06 €	-76 537,67 €	28 945,21 €	-28 470,81 €	21 588,24 €	-95 688,72 €
18	0,853	236012,8424	23 129,26 €	-53 408,41 €	29 100,06 €	629,25 €	21 332,55 €	-74 356,17 €
19	0,847	234352,7286	22 966,57 €	-30 441,84 €	29 288,35 €	29 917,60 €	21 103,38 €	-53 252,79 €
20	0,840	232415,9292	22 776,76 €	-7 665,08 €	29 441,33 €	59 358,93 €	20 850,80 €	-32 401,99 €
21	0,832	230202,4442	22 559,84 €	14 894,76 €	29 557,52 €	88 916,45 €	20 575,09 €	-11 826,91 €
22	0,824	227988,9591	22 342,92 €	37 237,68 €	29 671,43 €	118 587,89 €	20 301,14 €	8 474,23 €
23	0,816	225775,4741	22 126,00 €	59 363,67 €	29 782,98 €	148 370,86 €	20 028,95 €	28 503,18 €
24	0,808	223561,989	21 909,07 €	81 272,75 €	29 892,06 €	178 262,93 €	19 758,51 €	48 261,70 €
25	0,800	221348,504	21 692,15 €	102 964,90 €	29 998,61 €	208 261,53 €	19 489,82 €	67 751,51 €

**Tabuľka č.30: Ekonomické zhodnotenie projektu pomocou ČSH pre variantu C**

Roky	Kdegradácia	Ecelkom	Zisk	ČSH	Zisk - zdražovanie	ČSHž	Zisk - zdražovanie, inflácia	ČSHž,i
1	1,000	1647300,05	161 435,40 €	-3 484 753,84 €	161 435,40 €	-3 484 753,84 €	158 674,47 €	-3 487 514,77 €
2	0,975	1606117,549	157 399,52 €	-3 327 354,32 €	159 540,15 €	-3 325 213,68 €	154 129,77 €	-3 333 385,00 €
3	0,967	1592939,148	156 108,04 €	-3 171 246,28 €	160 383,05 €	-3 164 830,63 €	152 294,17 €	-3 181 090,83 €
4	0,958	1578113,448	154 655,12 €	-3 016 591,16 €	161 051,25 €	-3 003 779,38 €	150 313,22 €	-3 030 777,62 €
5	0,950	1564935,048	153 363,63 €	-2 863 227,53 €	161 878,36 €	-2 841 901,02 €	148 501,26 €	-2 882 276,36 €
6	0,942	1551756,647	152 072,15 €	-2 711 155,37 €	162 698,18 €	-2 679 202,84 €	146 700,74 €	-2 735 575,62 €
7	0,933	1536930,947	150 619,23 €	-2 560 536,14 €	163 335,30 €	-2 515 867,54 €	144 756,45 €	-2 590 819,17 €
8	0,925	1523752,546	149 327,75 €	-2 411 208,39 €	164 137,09 €	-2 351 730,45 €	142 979,20 €	-2 447 839,97 €
9	0,917	1510574,146	148 036,27 €	-2 263 172,13 €	164 930,49 €	-2 186 799,97 €	141 213,21 €	-2 306 626,76 €
10	0,908	1495748,445	146 583,35 €	-2 886 188,78 €	165 532,80 €	-2 790 867,17 €	139 305,00 €	-2 936 921,75 €
11	0,900	1482570,045	145 291,86 €	-2 740 896,91 €	166 305,77 €	-2 624 561,40 €	137 561,93 €	-2 799 359,83 €
12	0,893	1471038,945	144 161,82 €	-2 596 735,10 €	167 256,45 €	-2 457 304,95 €	135 982,20 €	-2 663 377,63 €
13	0,887	1461155,144	143 193,20 €	-2 453 541,89 €	168 392,07 €	-2 288 912,89 €	134 564,06 €	-2 528 813,56 €
14	0,880	1449624,044	142 063,16 €	-2 311 478,74 €	169 335,22 €	-2 119 577,67 €	133 003,48 €	-2 395 810,08 €
15	0,873	1438092,944	140 933,11 €	-2 170 545,63 €	170 272,87 €	-1 949 304,80 €	131 452,68 €	-2 264 357,39 €
16	0,867	1428209,143	139 964,50 €	-2 030 581,13 €	171 402,41 €	-1 777 902,39 €	130 061,63 €	-2 134 295,77 €
17	0,860	1416678,043	138 834,45 €	-1 891 746,68 €	172 330,79 €	-1 605 571,61 €	128 529,67 €	-2 005 766,09 €
18	0,853	1405146,943	137 704,40 €	-1 754 042,28 €	173 252,72 €	-1 432 318,89 €	127 007,35 €	-1 878 758,75 €
19	0,847	1395263,142	136 735,79 €	-1 617 306,50 €	174 373,72 €	-1 257 945,17 €	125 642,94 €	-1 753 115,80 €
20	0,840	1383732,042	135 605,74 €	-2 251 300,76 €	175 284,50 €	-1 852 260,68 €	124 139,17 €	-2 398 576,63 €
21	0,832	1370553,642	134 314,26 €	-2 116 986,50 €	175 976,29 €	-1 676 284,39 €	122 497,65 €	-2 276 078,98 €
22	0,824	1357375,241	133 022,77 €	-1 983 963,73 €	176 654,47 €	-1 499 629,92 €	120 866,66 €	-2 155 212,33 €
23	0,816	1344196,841	131 731,29 €	-1 852 232,44 €	177 318,56 €	-1 322 311,36 €	119 246,14 €	-2 035 966,19 €
24	0,808	1331018,44	130 439,81 €	-1 721 792,63 €	177 968,03 €	-1 144 343,33 €	117 636,04 €	-1 918 330,15 €
25	0,800	1317840,04	129 148,32 €	-1 592 644,30 €	178 602,37 €	-965 740,96 €	116 036,30 €	-1 802 293,85 €

# Príloha 13:

## Výpočet výkonu z FVE pre mesiac Január

Tabuľka č.31: Výkonnosť FVE v mesiaci Január

Čas	$G$ [W/m <sup>2</sup> ]	$G_d$ [W/m <sup>2</sup> ]	Výkon z priameho slnečného žiarenia [W]	Výkon z difúzneho slnečného žiarenia [W]	Výkon spolu [W] jeden panel	Výkon celej FVE [W]	Energia [Wh]
7:52	0	0	0	0	0	0	0
8:07	40	26	12,2515876	7,96353194	11,608379	20558,43965	34763,56204
8:22	58	36	17,76480202	11,02642884	16,754046	29671,41554	
8:37	78	46	23,89059582	14,08932574	22,420405	39706,5378	
8:52	97	54	29,71009993	16,53964326	27,734531	49117,85516	
9:07	114	61	34,91702466	18,68367109	32,482022	57525,6603	69249,12407
9:22	131	68	40,12394939	20,82769892	37,229512	65933,46543	
9:37	146	74	44,71829474	22,66543706	41,410366	73337,75834	
9:52	160	79	49,0063504	24,19688551	45,284931	80199,61221	
10:07	173	84	52,98811637	25,72833396	48,899149	86600,39289	94384,39313
10:22	185	87	56,66359265	26,64720303	52,161134	92377,36868	
10:37	195	91	59,72648955	27,87236179	54,94837	97313,56395	
10:52	203	94	62,17680707	28,79123086	57,168971	101246,247	
11:07	211	96	64,62712459	29,40381024	59,343627	105097,5642	108101,3204
11:22	216	97	66,15857304	29,71009993	60,691302	107484,296	
11:37	220	98	67,3837318	30,01638962	61,77863	109409,9546	
11:52	222	99	67,99631118	30,32267931	62,345266	110413,4668	
12:07	223	99	68,30260087	30,32267931	62,605613	110874,54	109525,2229
12:22	222	99	67,99631118	30,32267931	62,345266	110413,4668	
12:37	220	98	67,3837318	30,01638962	61,77863	109409,9546	
12:52	216	96	66,15857304	29,40381024	60,645359	107402,9301	
13:07	210	94	64,3208349	28,79123086	58,991394	104473,7593	98269,61276
13:22	203	92	62,17680707	28,17865148	57,077084	101083,5153	
13:37	193	89	59,11391017	27,25978241	54,335791	96228,68587	
13:52	183	85	56,05101327	26,03462365	51,548555	91292,4906	
14:07	171	81	52,37553699	24,80946489	48,240626	85434,14896	74483,66082
14:22	157	76	48,08748133	23,27801644	44,366062	78572,29509	
14:37	142	70	43,49313598	21,4402783	40,185207	71168,00218	
14:52	125	63	38,28621125	19,29625047	35,437717	62760,19704	
15:07	107	56	32,77299683	17,15222264	30,429881	53891,31872	38709,80606
15:22	88	48	26,95349272	14,70190512	25,115755	44480,00136	
15:37	66	38	20,21511954	11,63900822	18,928703	33522,73273	
15:52	45	27	13,78303605	8,26982163	12,956054	22945,17143	
16:07	15	15	4,59434535	4,59434535	4,5943454	8136,585615	4068,29
16:30	0	0	0	0	0	0	

### Výkon priameho slnečného žiarenia $P_p$ :

$$P_p = G_p \cdot A_{PA} \cdot \eta_{PA} \cdot \eta_M \cdot \eta_C = 40 \cdot 1,67 \cdot 0,197 \cdot 0,98 \cdot 0,95 = 12,252 \text{ W}$$

kde:

$G_p$  – priame slnečné žiarenie [W/m<sup>2</sup>]

$A_{PA}$  – plocha fotovoltaického panelu [m<sup>2</sup>]

$\eta_{PA}$  – účinnosť fotovoltaického panelu [%]

$\eta_M$  – účinnosť meniča [%]

$\eta_C$  – účinnosť, ktorá zahŕňa straty káblami [%]

**Plocha fotovoltaického panela  $A_{PA}$ :**

$$A_{PA} = 1,053 \cdot 1,590 = 1,67 \text{ m}^2$$

**Výkon difúzneho slnečného žiarenia  $P_D$ :**

$$P_D = G_D \cdot A_{PA} \cdot \eta_{PA} \cdot \eta_M \cdot \eta_C = 26 \cdot 1,67 \cdot 0,197 \cdot 0,98 \cdot 0,95 = 7,963 \text{ W}$$

kde:

$G_D$  – difúzne slnečné žiarenie [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

**Výkon jedného panela vyprodukovaného z priameho a difúzneho slnečného žiarenia**

$$P = 0,85P_p + 0,15 \cdot P_D = 0,85 \cdot 12,252 + 0,15 \cdot 7,963 = 11,608 \text{ W}$$

**Výkon FVE  $P_C$ :**

$$P_C = n_{PA} \cdot P = 1771 \cdot 11,608 = 20\,558,919 \text{ W} = 20,56 \text{ kW}$$

kde:

$n_{PA}$  – počet panelov v FVE [ks]

**Vyrobená energia  $E$ :**

- príklad výpočtu pre vyrobenú energiu za 1 hodinu

$$E = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt = \sum P_{str} \cdot t = ((20\,558,44 + 29\,671,416 + 39\,706,54 + 49\,117,86) / 4) \cdot 1 = 34\,763,56 \text{ Wh}$$



# Príloha 14:

## Katalóg fotovoltaického panela PANASONIC VSHN 330SJ47

# Panasonic

Photovoltaic module HIT®  
VBHN330SJ47 / VBHN325SJ47

N 330  
N 325



**19.7% module efficiency**  
Enables reaching a higher output and lower specific installation and balance-of-system costs than with the same number of standard 60-cell modules.

**HIT® N330 / N325** **27% More Power** **24% Lower BoS Costs** **Standard**

HIT®: 15pcs x 330W – 4.95kW **VS** Standard: 15pcs x 260W – 3.90kW

**100% Panasonic, 100% HIT®**  
Proudly featuring Panasonic's original invention, the heterojunction solar cell. With over 1 billion cells produced commercially over 18 years, 25 years after the breakthrough in the development and looking back to over 40 years of experience in solar, Panasonic really offers you a 25-year guarantee you can trust.

solar business since 1975    heterojunction technology since 1990    HIT® mass-production since 1997

**More energy, higher profit!**  
Helping you reach a higher final profit with your PV system!

approx. 3% more **HIT®** **Standard** **better return**

773.9 kWh/m<sup>2</sup> Standard  
839.2 kWh/m<sup>2</sup> HIT®

Measured in Magazine (August 2012)



**330W / 325W**

High Efficiency + High Performance at High Temperatures = High Power Generation

Obrázok č.45: Katalóg fotovoltaického panela [25]

Electrical data (at STC)		VH#N330S.M7	VH#N325S.M7
Max. power (Pmax) [W]		330	325
Max. power voltage (Vmp) [V]		58.0	57.6
Max. power current (Imp) [A]		5.70	5.65
Open circuit voltage (Voc) [V]		69.7	69.6
Short circuit current (Isc) [A]		6.07	6.03
Max. over current rating [A]		15	
Power tolerance [%] *		+10/-0	
Max. system voltage [V]		1000	
Solar Panel efficiency [%]		19.7	19.4

Note: Standard Test Conditions: Air mass 1.5; Irradiance = 1000W/m<sup>2</sup>; cell temp. 25°C  
 \* Maximum power at delivery. For guarantee conditions, please check our guarantee document.

Temperature characteristics		VH#N330S.M7	VH#N325S.M7
Temperature (NOCT) [°C]		44.0	44.0
Temp. coefficient of Pmax [%/°C]		-0.29	-0.29
Temp. coefficient of Voc [V/°C]		-0.174	-0.174
Temp. coefficient of Isc [mA/°C]		1.82	1.81

**At NOCT (Normal Operating Conditions) (Tentative)**

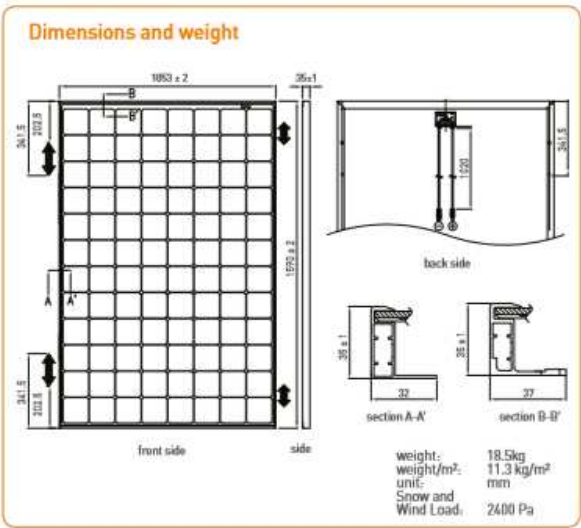
Max. power (Pmax) [W]	247.2	243.5
Max. power voltage (Vmp) [V]	54.2	53.8
Max. power current (Imp) [A]	4.58	4.54
Open circuit voltage (Voc) [V]	65.1	65.0
Short circuit current (Isc) [A]	4.91	4.88

Note: Normal Operating Cell Temp.: Air mass 1.5; Irradiance = 800W/m<sup>2</sup>; Air temperature 20°C; wind speed 1 m/s

**At low irradiance (20%) (Tentative)**

Max. power (Pmax) [W]	63.5	62.5
Max. power voltage (Vmp) [V]	56.2	55.8
Max. power current (Imp) [A]	1.13	1.12
Open circuit voltage (Voc) [V]	66.0	65.9
Short circuit current (Isc) [A]	1.21	1.20

Note: Low irradiance: Air mass 1.5; Irradiance = 200W/m<sup>2</sup>; cell temp. = 25°C



### Guarantee

Power output: 10 years (90% of Pmin), 25 years (80% of Pmin)  
 Product workmanship: 15 years (based on guarantee document)

### Materials

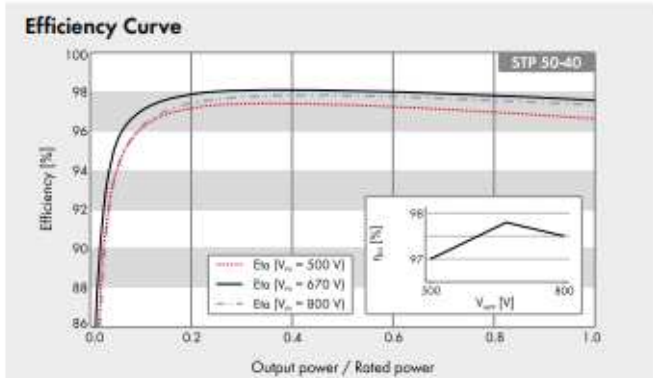
Cell material: 5 inch photovoltaic cells  
 Glass material: AR coated tempered glass  
 Frame materials: Black anodized aluminium  
 Connectors type: SMK

**Certificates (in preparation)**

Obrázok č.46: Katalóg fotovoltaiického panela [25]

# Katalóg meniča SMA STP 50-40

Technical Data	Sunny Tripower CORE1	Technical Data	Sunny Tripower CORE1
<b>Input (DC)</b>		<b>Efficiency</b>	
Max. generator power	75000 Wp STC	Max. efficiency / European efficiency	98.1% / 97.8%
Max. input voltage	1000 V	<b>General data</b>	
MPP voltage range / rated input voltage	500 V to 800 V / 670 V	Dimensions (W/H/D)	621 mm / 733 mm / 569 mm (24.4 in / 28.8 in / 22.4 in)
Min. input voltage / start input voltage	150 V / 188 V	Weight	84 kg (185 lb)
Max. operating input current / per MPPT	120 A / 20 A	Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)
Max. short circuit current per MPPT / per string input	30A / 30A	Noise emission (typical)	< 65 dB(A)
Number of independent MPPT inputs / strings per MPP input	6 / 2	Selfconsumption (at night)	4.8 W
<b>Output (AC)</b>		Topology / Cooling concept	Transformerless / OptiCool
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	50000 W	Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65
Max. apparent AC power	50000 VA	Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H
AC nominal voltage	220 V / 380 V 230 V / 400 V 240 V / 415 V	Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%
AC voltage range	202 V to 305 V	<b>Features / functions / accessories</b>	
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz	DC connection / AC connection	SUNCLIX / screw terminal
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	Mounting feet	•
Max. output current / Rated output current	72.5 A / 72.5 A	LED indicators (status / fault / communication)	•
Output phases / AC connection	3 / 3(N)-PE	Interface: Ethernet / WLAN / RS485	• [2 parts] / • / ○
Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor	1 / 0.0 leading to 0.0 lagging	Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	• / • / •
THD	< 3%	Multi-Function relay / Expansion Module Slots	• / • [2 parts]
<b>Protective devices</b>		OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	• / • / •
Input-side disconnection device	•	Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	• / •
Ground fault monitoring / grid monitoring	• / •	Guarantee: 5/10/15/20 years	• / ○ / ○ / ○
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	• / • / -	Certificates and permits (more available on request)	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-6, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2016, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2016, PFC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR, D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-ARN 4105, VFF 2014, P.Q.12.3, NTC0-NTC5, GC 8.9H, PR20, DEWA
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	•	* Does not apply to all national appendices of EN 50438	
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II	• Standard features ○ Optional - Not available	
AC/DC surge arrester (Type II)	○ / ○	Data at nominal conditions - status: 07/2017	
		Type designation	STP 50-40



### Assessories

- SMA Sensor Module MD.SEN-40
- SMA IO-Module MD.IO-40
- SMA RS485 Module MD.485-40
- Antenna Extension Kit EXTANT-40
- AC Surge Protection Module Kit AC\_SPD\_Kit1-10
- DC Surge Protection Module Kit DC\_SPD\_Kit4-10

Obrázok č.47: Katalóg meniča SMA STP 50-40 [26]

## Katalóg meniča SMA STP 60

Technical Data	SMA Inverter Manager
<b>Voltage supply</b>	
Input voltage	9 to 36 Vdc
Power consumption	< 20 W
<b>General data</b>	
Dimensions (W/H/D)	160 / 125 / 49 mm (6.3 / 4.9 / 1.9 inches)
Weight	940 g (2 lbs)
Maximum allowed number of inverters	42
Degree of protection	IP21
Mounting	DIN top-hat rails or wall mounting
Operating temperature range	-40 °C to +85 °C (-40° F to +185° F)
Relative humidity (non-condensing)	5 % to 95 %
<b>Interfaces</b>	
PC user interface	LCS tool
Sensor interface / protocol	RS485 / Modbus RTU for SunSpec Alliance compatible weather station
Interface to inverter	1 Ethernet port (RJ45)
Interface for external network / protocol	1 Ethernet port (RJ45) / Modbus TCP, SunSpec Alliance
Interface to remote control	6 x DI via external SMA Digital I/O Box
Certificates and approvals (more available upon request)	UL 508, UL 60950-1, CSA C22.2 No. 60950-1-07, EN 60950-1, EN 55022 Class A, EN 61000-3-2 Class D, EN 61000-3-3, EN 61000-6-4, EN 55024, FCC Part 15, Sub-part B Class A
<b>Input (DC)</b>	
Max. generator power	90000 Wp
Rated power (DC)	61240 W
Max. input voltage	1000 V
MPP voltage range (at 400 Vac / 480 Vac)	570 V to 800 V / 685 V to 800 V
Min. input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	565 V / 680 V
Start input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	600 V / 720 V
Max. input current / max. short-circuit current	110 A / 150 A
Number of independent MPP inputs/strings per MPP input	1/1 (split up in external combiner box)
Rated DC input voltage (at 400 Vac / 480 Vac)	630 V / 710 V
<b>Output (AC)</b>	
Rated power at nominal voltage	60000 W
Max. apparent AC power	60000 VA
Max. reactive power	60000 Var
Nominal AC voltage	3 / PE, 400 V to 480 V, ±10 %
AC voltage range	360 V to 530 V
AC power frequency/range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz
Rated power frequency/rated grid voltage	50 Hz / 400 V
Max. output current (at 400 Vac / 480 Vac) / rated output current	87 A / 72 A / 87 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited
THD	≤ 1 %
Feed-in phases/connection phases	3 / 3
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency / Euro-eta / CEC at 400 Vac / CEC at 480 Vac	98.8 % / 98.3 % / 98.0 % / 98.5 %
<b>Protective devices</b>	
Input-side disconnection point	•
Ground fault monitoring/grid monitoring	• / •
Integrable DC surge arrester / AC surge arrester	Type II / type II + III (combined)
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	• / -
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	•
Protection class (as per IEC 62109-1) / overvoltage category (as per IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
<b>General data</b>	
Dimensions (W/H/D)	570 / 740 / 300 mm (22.4 / 29.1 / 11.8 inches)
Weight	75 kg (165.3 lb)
Operating temperature range	-25°C to +60°C [-13°F to +140°F]

Obrázok č.48: Katalóg meniča SMA STP 60 [27]

## Katalóg akumuláčného prvku

### Technical data TESVOLT battery cells

C-Rate	1C (4C max. 20 sec.)
Cells	Lithium-NMC prismatic (Samsung SDI)
Cycles (@ 100% DoD   70% EoL   23°C +/-5°C 1C/1C)	6,000
Cycles (@ 100% DoD   70% EoL   23°C +/-5°C 0,5C/0,5C)	8,000
Efficiency (battery)	up to 98%
Operating voltage	44.8 to 58.1V
Operating temperature	-10 to 50°C
Humidity	0 to 85% (non-condensing)
Certificates/norms	UL 1642, UN 38.3
Warranty	10-year performance warranty, 5-year product warranty
Recycling	free take-back scheme from TESVOLT

Obrázok č.49: Katalóg akumuláčného prvku [24]

## Katalóg použitých vodičov

RadoxSolar

Cross section mm <sup>2</sup>	Conductor		Cable diameter mm	Conductor resistance R <sub>20</sub> max. Ω/km	Weight kg/100m	Colour	Item no.
	Construction n x mm	d mm					
1.5	30 x 0.25	1.52 ± 0.05	4.3 ± 0.15	13.7	3.2	black	12558072
2.5*	48 x 0.25	2.01 ± 0.05	5.2 ± 0.15	8.21	4.6	red	12529712
2.5*	48 x 0.25	2.01 ± 0.05	5.2 ± 0.15	8.21	4.6	blue	12529713
2.5*	48 x 0.25	2.01 ± 0.05	5.2 ± 0.15	8.21	4.6	black	12529714
4.0*	56 x 0.30	2.54 ± 0.05	5.8 ± 0.15	5.09	6.6	red	12545801
4.0*	56 x 0.30	2.54 ± 0.05	5.8 ± 0.15	5.09	6.6	blue	12537896
4.0*	56 x 0.30	2.54 ± 0.05	5.8 ± 0.15	5.09	6.6	black	12545802
6.0*	81 x 0.30	3.30 ± 0.10	6.9 ± 0.20	3.39	9.2	red	12568182
6.0*	81 x 0.30	3.30 ± 0.10	6.9 ± 0.20	3.39	9.2	blue	12568183
6.0*	81 x 0.30	3.30 ± 0.10	6.9 ± 0.20	3.39	9.2	black	12552756
10	78 x 0.40	4.30 ± 0.10	8.1 ± 0.15	1.95	14.4	black	12537897
16	119 x 0.40	5.30 ± 0.10	9.5 ± 0.20	1.24	21.0	black	12567377
25	182 x 0.40	6.60 ± 0.10	11.1 ± 0.20	0.779	29.6	black	12567378
35	266 x 0.40	7.80 ± 0.10	12.8 ± 0.25	0.565	41.7	black	12567379
50	378 x 0.40	9.30 ± 0.10	15.0 ± 0.25	0.393	60.2	black	12567380
70	348 x 0.50	11.40 ± 0.10	17.5 ± 0.30	0.277	80.8	black	12567381
95	444 x 0.50	12.80 ± 0.10	19.3 ± 0.30	0.210	103.1	black	12567382
120	551 x 0.50	14.60 ± 0.10	21.8 ± 0.30	0.164	126.0	black	12567383
150	722 x 0.50	16.80 ± 0.10	24.4 ± 0.30	0.132	161.7	black	12567384

Obrázok č.50: Katalóg solárneho kábla[28]

Počet a prierez žil (mm <sup>2</sup> )	Tvar jadra	Průměr inf. (mm)	Hmotnosť inf. (kg/km)	Poloměr ohybu (mm)	Činný odpor (Ω/km)	Ekvivalentní zkrat. proud (kA)	Časová oteplovací konst. (sec)	Zatížitelnost na vzduchu (A)	Zatížitelnost v zemi (A)	Kapacita (μF/km)	Indukčnost (mH/km)	Obsah Cu (kg/km)
No. of cores (mm <sup>2</sup> )	Shape of the conductor	Diameter appr. (mm)	Cable mass appr. (kg/km)	Radius of bend (mm)	Effect. resist. of conductors (Ω/km)	Short circuit current-equiv. (kA)	Time heating constant (sec)	Current carrying cap. in air (A)	Current carrying cap. in ground (A)	Capacity (μF/km)	Inductivity (mH/km)	Content Cu (kg/km)
3x185+95	SM	49	7 254	590	0,099	21,300	1 560	374	406	-	0,250	6 370
3x240	SM	50	7 670	600	0,075	27,600	1 879	445	473	-	0,220	7 056
3x240+120	SM	53	8 800	640	0,075	27,600	1 879	445	473	-	0,240	8 232
4x25	RM	26	1 566	315	0,727	2,880	396	105	132	-	0,270	980
4x35	RMV	28	1 945	340	0,524	4,030	475	129	159	-	0,270	1 372
4x50	SM	28	2 168	340	0,387	5,740	655	157	188	-	0,270	1 960
4x70	SM	32	3 204	400	0,268	8,040	799	199	232	-	0,260	2 744
4x95	SM	36	4 094	435	0,193	10,900	963	246	280	-	0,260	3 724
4x120	SM	38	5 025	505	0,153	13,800	1 145	285	317	-	0,250	4 704
4x150	SM	44	6 280	530	0,125	17,200	1 367	326	359	-	0,250	5 080
4x185	SM	48	7 775	580	0,099	21,200	1 580	374	406	-	0,250	7 252
4x240	SM	55	10 127	660	0,075	27,600	2 012	445	473	-	0,250	9 408
5x25	RM	29	1 965	350	0,727	2,880	366	105	132	-	0,320	1 225
5x35	RMV	31	2 399	375	0,524	4,030	475	129	159	-	0,310	1 715
5x50	SM	33	3 002	400	0,387	5,740	655	157	188	-	0,310	2 450
5x70	SM	38	4 105	460	0,268	8,040	799	199	232	-	0,300	3 430
5x95	SM	42	5 495	505	0,193	10,900	963	246	280	-	0,272	4 655
5x120	SM	47	6 870	565	0,153	13,800	1 145	286	318	-	0,275	5 880

Obrázok č.51: Katalóg vodičov [29]