



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Zdieľaná energia zo solárnych systémov rodinných domov- investičné rozhodovanie

Shared energy from photovoltaic system in family houses  
-investment decision

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Řízení rozvojových projektů

## **STUDIJNÍ OBOR**

Projektové řízení inovací v podniku

## **VEDOUcí PRÁCE**

Ing. Jan Bejbl, Ph.D.

GAVENDA



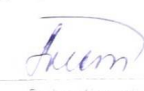
MATÚŠ

**2018**


## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Gavenda	Jméno:	Matuš	Osobní číslo:	396930
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MUVS)				
Zadávací katedra/ústav:	Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd / Fakulta elektrotechnická				
Studijní program:	N 3949 Řízení rozvojových projektů				
Studijní obor:	6208T183 Projektové řízení inovací v podniku				

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce	Zdílená energie zo solárnych systémov rodinných domov - investičné rozhodovanie		
Název diplomové práce anglicky	Shared energy from photovoltaic system in family houses - investment decision		
Pokyny pro vypracování	<p>Cieľ: Cieľom Diplomovej práce je porovnanie cien elektrickej energie z verejnej siete a zo zdieľanej siete združených fotovoltaiických panelov umiestnených na rodinných domoch</p> <p>Prínos: práca je vytvorenie modelu energetickej sebestačnosti v novovznikajúcich mestských častiach, kde sa berie v úvahu najmä ekologický pohľad na takéto investičné rozhodnutie z pohľadu domácnosti</p> <p>Osnova: 1 Úvod 2 Teoretická časť súčasne energeticke systémy, obnoviteľné zdroje energie, trendy v energetike, využívanie OZE na Slovensku, Fotovoltaiické systémy a uschova energie 3 Praktická časť: Analýza priemernej ročnej spotreby domácnosti, návrh fotovoltaiického systému a doplnkového zdroju energie, ekonomické hodnotenie investičného zameru, vyhodnotenie návrhu, diskusia 4 Záver</p>		
Seznam doporučené literatury	<p>ABDULLAH, Mohammad Omar. Applied energy: an introduction Taylor &amp; Francis, 2012</p> <p>FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Praha: Grada, 2005</p> <p>ZUZÁK, Roman. Strategické řízení podniku. Praha: Grada, 2011</p> <p>CHEER, Hermann. The solar economy: renewable energy for a sustainable global future. VA: Earthscan, 2002</p> <p>KLOZ, M., MOTLÍK, J., PETRŽILEK, P., TUŽINSKY, M. Využití obnovitelných zdrojů energie. Praha: Linde Praha, 2007</p>		
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce	Ing. Jan Bejbl, Ph.D., FEL ČVUT v Praze, katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd		
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) diplomové práce			
Datum zadání diplomové práce	6.12.2017	Termín odevzdání diplomové práce	4.5.2018
Platnost zadání diplomové práce	30.9.2019		
			
Podpis vedoucí(ho) práce	Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	Podpis děkana(ky)	

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<u>19.3.2018</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

GAVENDA, Matúš. *Zdieľaná energia zo solárnych systémov rodinných domov - investičné rozhodovanie*. Praha: ČVUT 2018. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Prehlásenie**

Prehlasujem, že som svoju diplomovú prácu vypracoval samostatne. Ďalej prehlasujem, že som všetky použité zdroje správne a úplne citoval a uvádzam ich v priloženom zozname použitej literatúry.

Nemám závažný dôvod proti sprístupňovaniu tejto záverečnej práce v súlade so zákonom č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonů (autorský zákon) v platnom znení.

V Prahe dňa: 21. 04. 2018

Podpis:

## **Podakovanie**

Rád by som poďakoval vedúcemu práce Ing. Janovi Bejblovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Vladimírovi Šístkovi za vedenie práce a odborné rady. Ďalej by som rád poďakoval všetkým zúčastneným spoločnostiam ktoré mi poskytli odborné rady a potrebné údaje pre vypracovanie diplomovej práce.

# Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá problematikou obnoviteľných zdrojov energie, a ich implementácie do oblasti regionálneho rozvoja, s ohľadom na udržateľný rozvoj. Cieľom práce je porovnanie cien elektrickej energie z verejnej siete a zo zdieľanej siete združených fotovoltaických panelov umiestnených na rodinných domoch. V praktickej časti navrhuje model obce ktorý spája solárne systémy rodinných domov s akumuláciou energie a bioplynovou stanicou. Prostredníctvom plánovania a ekonomického hodnotenia metódou NPV hodnotí navrhnutú investíciu z viacerých pohľadov. Prínosom práce je okrem navrhnutia modelu energeticky sebestačnej obce, získanie nového pohľadu na smerovanie energetiky v koncepcii Smart City. A to aj napriek zatiaľ nepriaznivým výsledkom ekonomického hodnotenia.

## Klíčové slová

Solárna energia, Fotovoltaika, Úschova energie, Zdieľaná energia, Bioplynová stanica, Smart Grid, Smart City, Regionálny rozvoj, Plánovanie

# Abstract

The diploma thesis deals with the issue of renewable energy sources and their implementation in the field of regional development, with a view to sustainable development. The aim of the thesis is to compare the prices of electricity from the public network and the shared network of photovoltaic panels installed in family houses. In the practical part, it suggests a model of a municipality connecting Solar Systems of family houses with Energy Storage and the Biogas Station. Through planning and economic evaluation, using NPV method evaluates the proposed investment from multiple perspectives. In addition to designing the model of an energetically self-sufficient municipality, the benefit of the work is to gain a new perspective on the direction of energy in the Smart City concept, despite the unfavorable results of the economic assessment.

## Key words

Solar energy, Photovoltaic, Energy storage, Shared energy, Biogas Station, Smart Grid, Smart City, Regional Development, Planning

# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Súčasn<math>\acute{e}</math> energetick<math>\acute{e}</math> syst<math>\acute{e}</math>my .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Obnoviteln<math>\acute{e}</math> zdroje energie .....</b>	<b>9</b>
1.1 Smart Grid.....	12
1.1 Smart City .....	14
<b>2 Trendy v energetike .....</b>	<b>17</b>
2.1 Eur $\acute{o}$ pska politika v oblasti energetiky.....	19
2.2 Scen $\acute{a}$ re.....	21
<b>3 Využívanie OZE na Slovensku.....</b>	<b>24</b>
3.1 Investičný plán.....	28
3.2 Opportunity study.....	29
<b>4 Fotovoltick<math>\acute{e}</math> syst<math>\acute{e}</math>my a úschova energie .....</b>	<b>32</b>
<b>1. Analýza priemernej ročnej spotreby domácností.....</b>	<b>39</b>
<b>1.1. Výber lokality.....</b>	<b>39</b>
<b>2. Návrh fotovoltického syst<math>\acute{e}</math>mu a doplnkov<math>\acute{e}</math>ho zdroju energie.....</b>	<b>43</b>
<b>2.1. Návrh doplnkov<math>\acute{e}</math>ho zdroju energie .....</b>	<b>48</b>
<b>3. Ekonomick<math>\acute{e}</math> hodnotenie Investičného zámeru.....</b>	<b>54</b>
<b>4. Vyhodnotenie návrhu.....</b>	<b>62</b>
4.2 Synchronizácia.....	62
4.3 Spoločný fond .....	62
4.4 Riziká projektu.....	63
<b>5. Diskusia .....</b>	<b>65</b>
<b>Záver.....</b>	<b>67</b>
<b>Vizuály k modelu .....</b>	<b>68</b>
<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>72</b>
<b>Zoznam obrázkov .....</b>	<b>76</b>
<b>Zoznam tabuliek.....</b>	<b>77</b>



# Úvod

Množstvo oxidu uhličitého koncentrované v atmosfére dosiahlo koncom roku 2015 svoj nový vrchol. Rok 2016 bol podľa všetkých celosvetových údajov najteplejším odkedy sa vedú záznamy. Zmena klímy je celosvetovým problémom a má enviromentálny a sociálno – ekonomický vplyv. Energetika je so zmenou klímy úzko spojená, pretože výroba energie zo spaľovania fosílnych palív a jej používanie v domácnostiach, priemysle a doprave predstavuje 79 % emisií skleníkových plynov EÚ. (Situačná správa, 2017) Európska únia stanovuje v týchto oblastiach politický rámec, ale zloženie energetického mixu je v právomoci členských štátov. V rokoch 2020 a 2030 stanovila EÚ zníženie emisie skleníkových plynov, zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov a zvýšenie energetickej efektívnosti.

Energetika je jedným zo základných pilierov koncepcie Smart City a je úzko spojená s rozvojom miest a obcí. Energetika prechádza zásadnými zmenami, nakladanie s energiou bude v horizonte desiatok rokov vyzeráť inak ako dnes a podstatný význam bude mať najmä akumulácia vyrobenej energie.

Táto diplomová práca vychádza z týchto skutočností, teoretická časť popisuje a analyzuje súčasné energetické systémy spolu s trendami v energetike. Postupuje od globálu cez EU až na lokálnu úroveň regiónu v rámci Slovenskej republiky. Zahŕňa problematiku využívania obnoviteľných zdrojov energie a identifikuje dôležité oblasti rozvoja koncepcie Smart City, Smart Grid a načrtáva strategické investičné príležitosti. V praktickej časti navrhuje model energeticky sebestačnej obce s doplnkovým zdrojom energie prostredníctvom spojenia solárnych systémov rodinných domov s akumuláciou energie a bioplynovou stanicou. Návrh siete vychádza z reálnych údajov spotreby energie domácností. Cieľom je porovnanie cien elektrickej energie z verejnej siete a investície do energetickej sebestačnosti domácností pospájaných do jedného celku. S použitím metód plánovania a ekonomického hodnotenia metódou NPV vyvodzuje závery navrhnutého modelu. V závere práce sa analyzujú riziká ktoré vstupujú do navrhnutého modelu a určuje sa intenzita ich vplyvu na realizovateľnosť.

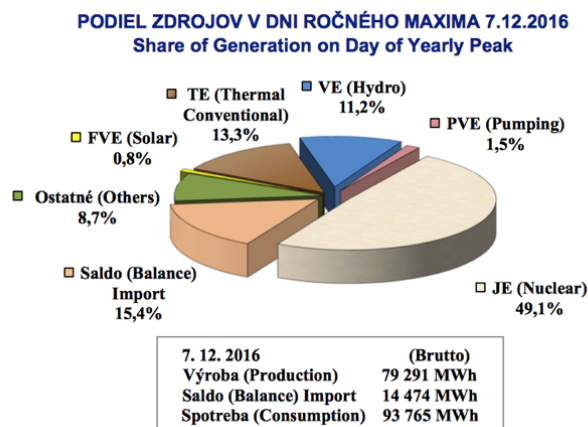
# **TEORETICKÁ ČASŤ**

# 1 Súčasné energetické systémy

Technický pokrok v poslednom storočí spolu s prudkým nárastom počtu obyvateľov vyvoláva globálne problémy a vytvára otázky, či trvalo udržateľný rozvoj bude aj naďalej možný. Spotreba energie rastie enormným tempom a predbieha tempo rastu obyvateľstva. Ak má byť trvalo udržateľný rozvoj aj naďalej udržateľný, nemôže dochádzať k ďalšiemu technickému pokroku na úkor ďalšieho zvyšovania výroby a spotreby energie z neobnoviteľných zdrojov, ktoré postupne vyčerpávame a navyiac nimi zaťažujeme životné prostredie a ničíme všetko okolo seba. (Libra, Poulek, 2007) Využitie obnoviteľných zdrojov energie spolu s pokročilou technológiou a systémami riadenia je cesta k dosiahnutiu trvalo udržateľného rozvoja.

Centralizovaná výroba, spolu s veľkým podielom jadrovej energetiky na celkových zdrojoch energie, je niekoľko rokov lídrom v energetike na našom území. Energetika sa stala z hľadiska priemyslu kľúčovým odvetvím bez ktorého by žiaden priemysel neexistoval. Z ekonomického hľadiska sa jedná o profitabilné a stabilné odvetvie. Energetická koncepcia predpokladá rozvoj lokálnych kogenerácií elektriny a tepla, obnoviteľných zdrojov energií, inteligentných budov, elektromobility a Smart Grid. (Mařík, 2016)

Primárnym energetickým zdrojom v roku 2016 bola na Slovensku jadrová energia s podielom 49,1% nasledovaná tepelnými elektrárnami 13,3% a vodnými elektrárnami 12,7%. Veľký podiel 15,4% zaujal import elektriny.



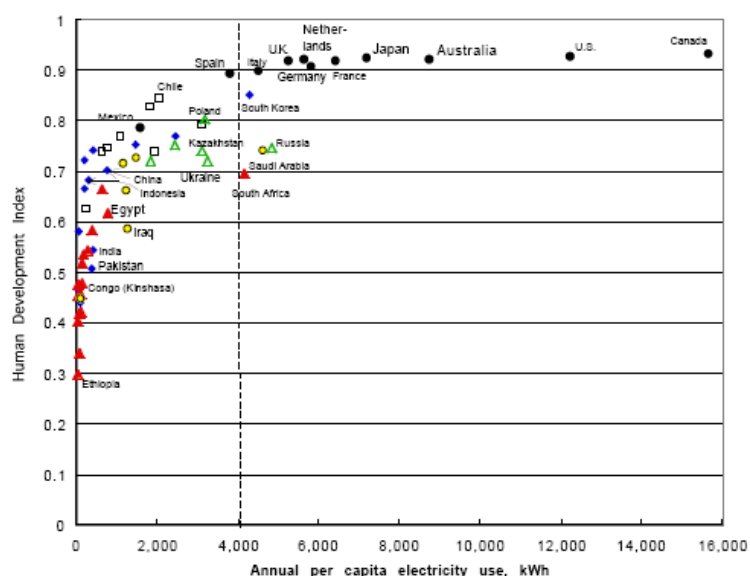
Obrázok 1 Podiel zdrojov v dni ročného maxima Zdroj: Slovenský Elektroenergetický Dispečing

Celková výroba energie vo svete vykazuje exponenciálny rast, pri zachovaní trendu by to Zem neunesla. Okrem samotnej výroby energie musíme pripočítať aj druhotné javy,

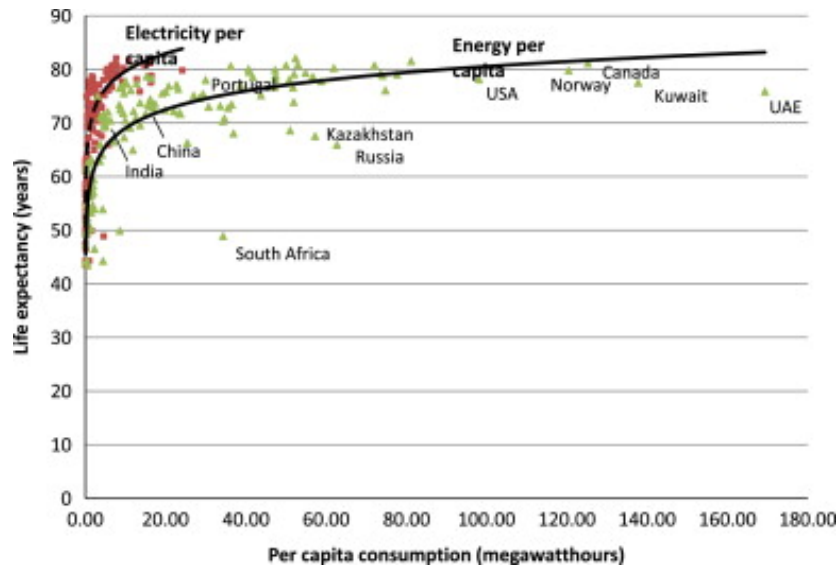
ako sú exhalácie nežiadúcich a jedovatých plynov a jemného poletavého prachu, rádioaktívneho odpadu, emisie skleníkových plynov, kyslých dažďov, globálne otepľovanie a roztápanie ľadovcov. (Libra, Poulek, 2007). Nádej prinášajú úspornejšie technológie ale aj zavedenie nových štandardov. Predpokladajú sa investície do rozvoja koncepcie Smart Cities a sním spojené investície do rozvoja energetiky.

Historicky bolo najskôr priemyslovo využité uhlie, potom nasledovala určitá úmernosť medzi výrobou energie a ekonomickým rastom. Dnes sa najviac používajú sekundárne zdroje ako je elektrická energia a pohonné hmoty. Nevýhodou veľkých elektrární je ich obrovská investičná náročnosť a obmedzená možnosť regulácie výkonu. Jadrová elektrárňa nabieha na plný výkon niekoľko týždňov, tepelná niekoľko hodín. Nevýhodou solárnej a veternej energie je kolísanie výkonu. Preto v dobe prebytku energie je potrebné energiu uschovať a s maximálnou efektívnosťou ju využívať. Globálnym problémom je nerovnomernosť využívania energie, 20 % ľudí vo vyspelých štátoch spotrebuje 80 % svetovej výroby energie. Obnoviteľné zdroje tvoria len necelých 20 % z celkovej výroby. (Libra, Poulek, 2007)

Pri pohľade na index kvality života v závislosti na ročnej spotrebe elektrickej energie (obr.2) a očakávanú dĺžku života v závislosti na spotrebe energie na obyvateľa (obr.3) vidíme že existuje silná korelácia medzi využívaním energie a kvalitou života. Je taktiež vidieť že od určitej hodnoty spotreby energie na hlavu sa tento index nezvyšuje. Táto skutočnosť poukazuje na to, že sa vo vyspelých krajinách energiou plytvá.



Obrázok 2 Index kvality života Zdroj: Rigor+Relevance



Obrázok 3 Očakávaná dĺžka života Zdroj: Rigor+Relevance

V oboch prípadoch je na prvý pohľad jasné, že existuje silná korelácia medzi využívaním energie a kvalitou života. Skutočnosť, že existuje silná korelácia aj v prípade očakávanej dĺžky života, hovorí že vzťah medzi nimi nezávisí len na povrchných veciach ako je osobná elektronika, spotrebná elektronika a spotreba domácností. (Wierman, 2014)

Zvyšujúce využitie energie silne koreluje so zlepšujúcou sa kvalitou života ale neznamena to ale že ak sa zníži spotreba energie automaticky dôjde k zníženiu kvality života. Môžeme tak hovoriť o tom že ak bude mať spotreba aj naďalej rastúce tempo a to aj pri určitých obmedzeniach, mali by sme sa zamerať na diverzifikáciu v oblasti energetiky najmä na OZE. Jedným z prínosov OZE je to, že spoločnosť môže mať v blízkej budúcnosti aj naďalej veľký nárast spotreby energie, ktorý je potrebný na výrazné zlepšenie kvality života vo veľkých častiach sveta.

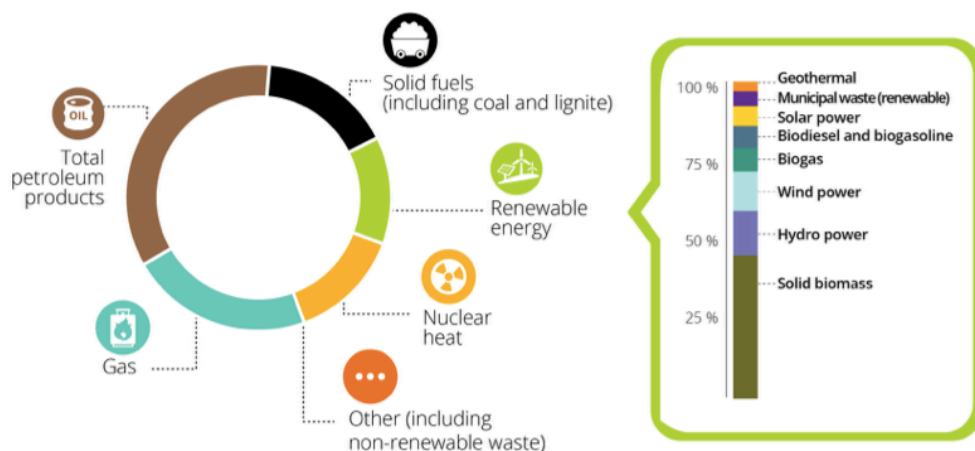
## 1 Obnoviteľné zdroje energie

Obnoviteľné zdroje energie v skratke OZE, sú zdroje ktoré sa prirodzene obnovujú. Opakom sú neobnoviteľné zdroje energie, ktoré sú vyčerpateľné. Obnoviteľné zdroje energie sú energetické toky, ktoré sa vyskytujú v blízkosti zemského povrchu, a pochádzajú z prírodných zdrojov. (Rybár, Kudelas, 2007)

Pri správnom využívaní sa nikdy nevyčerpajú a priamo nezatažujú planétu. Obnoviteľnými zdrojmi sa vo všeobecnosti rozumie:

- slnečné žiarenie
- vodná a veterná energia
- geotermálna energia
- biomasa
- energia prílivu

V Európe je najviac zastúpené využívanie spracovania biomasy, vodnej, veternej, vodnej a slnečnej energie.



Obrázok 4 Hrubá domáca spotreba energie v Európe

Zdroj: Eurostat, Energy balances Gross Inland Energy Consumption 2015, January 2017 edition

Táto energia sa dá využívať v širokom spektre, od veľkých miest až po malé dediny, kde je problém s dostupnosťou elektrickej energie z verejných sietí. V Spojených štátoch amerických a Austrálii sa najviac využívajú obnoviteľné zdroje energií na územiach kde chýbajú prenosové siete. Na našom území OZE tvoria doplnok ku konvenčným neobnoviteľným zdrojom.

Medzi konvenčné neobnoviteľné zdroje energií patrí:

- uhlie
- ropa
- zemný plyn
- urán

Termín alternatívne zdroje energie AZE sa používa v kontexte tradičných zdrojov energie TZE. Medzi tie patria zdroje ktoré sa používajú vo veľkom na celom svete:

- ropa
- plyn
- uhlie
- jadrová energia
- vodná energia vo veľkých elektrárňach

Všetky zdroje energie, ktoré sa snažia zastúpiť a nahradiť tradičné zdroje energie nazývame alternatívne zdroje energie. (Rybár, Kudelas, 2007) Alternatívne zdroje v energetike sa rozdeľujú taktiež na obnoviteľné a neobnoviteľné, medzi obnoviteľné patria:

- slnečné žiarenie
- vodná a veterná energia
- geotermálna energia
- biomasa
- energia prílivu

A medzi neobnoviteľné radíme:

- kogenerácia (proces)
- rekuperácia elektrickej energie (proces)
- kvapalné a plynné palivá ako palivo pre elektrocentrálu so spaľovacím motorom

Obnoviteľné zdroje je možné používať kdekolvek, kde sú prístupné prírodné zdroje. Výhodou okrem šetrnosti voči prírode a okoliu je, že sa obyvateľstvo sa nemusí spoliehať na veľké centralizované zdroje desiatky až stovky kilometrov od miest, kde energiu spotrebúvajú. Distribúcia energie je finančne náročná, a dochádza k prenosovým stratám, preto je vhodné vyrábať energiu blízko miesta spotreby.

Pri používaní centrálnej siete a tradičných zdrojov energie už len zriedkavo dochádza k výpadkom dodávky energie, obyvateľstvo si zvyklo na neustálu dodávku elektrickej energie a tak ani neuvažuje čo robiť ak by došlo k dlhodobému výpadku. Fotovoltické systémy v našich podmienkach nie sú schopné vyrobiť toľko energie aby bolo možné pokryť spotrebu po celý rok, tak isto veterná energia nie je schopná pokryť požiadavky

po celý rok a na biomasu vplýva najmä počasie. Je nutné nájsť správnu a vyváženú kombináciu viacerých OZE, tak aby boli spoľahlivé a zabezpečili dodávky po celý rok. V našich podmienkach sa ponúkajú účinné kombinácie biomasy s ostatnými zdrojmi. Inovácie a inteligentné systémy riadenia dodávok elektrickej energie sú kľúčom k úspešnému používaniu OZE vo vyššej miere a vytesneniu závislosti na neobnoviteľných zdrojoch energie. Ako už bolo spomenuté, distribúcia energie je veľmi finančne náročná a dochádza pri nej k finančným stratám. Jednou z možností ako efektívne distribuovať vyrobenú energiu v reálnom čase sú inteligentné siete – Smart Grid

## **1.1 Smart Grid**

Elektrická prenosová sieť ktorej vlastníkom na Slovensku SEPS je sieť prenosových vedení, rozvádzačov, transformátorov a stožiarov, ktoré dodávajú elektrickú energiu z elektrárne až do domácností alebo firiem. Naša súčasná elektrická sieť bola postavená v 20. storočí a zlepšila sa vďaka technológiám, ktoré pokročili v každom desaťročí. Neustály tlak na inovácie sa dotýka aj prenosových sietí, s vyšším využívaním OZE potrebujeme nový druh elektrickej siete, ktorá je postavená zdola nahor a zvládne základy digitálneho a počítačového vybavenia a technológie závislých od nej. Sieť musí byť automatizovaná a zvládnuť narastajúcu zložitost a potreby na elektrickú energiu v 21. storočí.

Digitálna technológia, ktorá umožňuje obojsmernú komunikáciu medzi výrobcom a zákazníkmi a snímanie prenosových vedení je to, čo robí sieť inteligentnú. Podobne ako v prípade internetu je inteligentná sieť vybavená ovládacími prvkami, počítačmi, automatizáciou a novými technológiami a zariadeniami, ktoré pracujú spoločne, avšak v takom prípade tieto technológie pracujú s elektrickou rozvodnou sieťou tak, aby boli schopné reagovať na rýchlo sa meniace požiadavky v sieti. (Carvallo, Cooper, 2011)

Inteligentná sieť predstavuje bezprecedentnú príležitosť presunúť energetický priemysel do novej éry spoľahlivosti, dostupnosti a účinnosti, ktorá prispeje k nášmu hospodárskemu a environmentálnemu zdraviu. Je nutnosťou vykonať testovanie, technologické zlepšenia, vzdelávanie spotrebiteľov, vývoj noriem a predpisov a zdieľanie informácií medzi projektmi, aby sa zabezpečilo, že výhody, ktoré inteligentná sieť ponúka, sa stanú skutočnosťou. (Smartgrid, 2016) Výhody spojené s inteligentnou sieťou zahŕňajú:



- Efektívnejší prenos elektrickej energie
- Rýchlejšia obnova elektrickej energie po poruchách
- Zníženie nákladov na inžinierske siete a v konečnom dôsledku nižšie náklady na energiu pre spotrebiteľov
- Zníženie špičkového dopytu, čo tiež pomôže znížiť cenu elektriny
- Zvýšená integrácia systémov obnoviteľnej energie
- Lepšia integrácia systémov výroby elektriny zo strany zákazníkov vrátane systémov obnoviteľnej energie
- Lepšia bezpečnosť

Inteligentnejšia sieť dodá elektrickej energii odolnosť a lepšie ju pripraví na riešenie núdzových situácií, ako sú silné búrky alebo snehové kalamity. Vzhľadom na obojsmernú interaktívnu komunikáciu Smart Grid umožňuje automatické presmerovanie, v prípade ak sa vyskytne zlyhanie zariadenia alebo dôjde k výpadku. Nové technológie tiež pomôžu zabezpečiť rýchle a strategické obnovenie elektrickej energie po núdzovej prevádzke elektrickej energie na pohotovostné služby. Spojením Smart Grid s určitým množstvom malých solárnych elektrární inštalovaných v rodinných domoch, priemyselných budovách alebo budovách občianskeho vybavenia a škôl by sa domácnosti dokázali prostredníctvom svojich domácich batérií a solárnych systémov podieľať aj na dodávke energie v prípade výpadku spôsobeného prírodnou katastrofou. Dal by sa tak doplniť na určitý časový úsek núdzový chod nemocníc, obchodov alebo potrebnej infraštruktúry.

Smart Grid je jeden zo spôsobov, ako riešiť starnúcu energetickú infraštruktúru, ktorá sa musí modernizovať alebo nahradiť. Je to spôsob, ako riešiť energetickú účinnosť, zvýšiť informovanosť koncových užívateľov o prepojení medzi využívaním elektrickej energie a životným prostredím. A je to spôsob, ako zvýšiť národnú bezpečnosť do nášho energetického systému - čerpať z väčšieho množstva domácej elektriny, ktorá je odolnejšia voči prírodným katastrofám. (Smartgrid, 2016) Inteligentné siete predstavujú jednotiaci prvok energetickej stránky Smart Cities.

## 1.1 Smart City

Pokročilé riešenia v energetike sú súčasťou koncepcie Smart City. Viaceré mestá v Českej republike majú vo svojich strategických plánoch zahrnutú a rozpracovanú túto koncepciu. Na území Slovenskej republiky sa do rozvoja Smart City zatiaľ aktívne zapojili tri mestá. Nitra vo svojej informatívnej správe o realizácii projektu „Smart City“ a jeho priebežných výsledkoch popisuje rozdelenie konceptu do 4 hlavných oblastí:

- Mobilita mesta
- Životná úroveň
- Inteligentná energia
- Energetický manažment

Podobné rozdelenie oblastí nájdeme aj v iných mestách po celom svete ktoré sa snažia pretvárať na novodobé mestá. Vo svojich strategických plánoch pracujú s ďalšími oblasťami ako je:

- Moderný úrad
- Kybernetická infraštruktúra
- Blockchain
- Vodné hospodárstvo

Smart city objavuje a experimentuje s technológiami 21. storočia a prostredníctvom nich zaistuje udržateľný rozvoj miest. Výsledné zlepšenia prinášajú lepšie služby, ekonomické a vzdelávacie príležitosti a sociálnu spravodlivosť pre občanov. Je takmer isté, že mesto sa nestáva "inteligentné" ani po nasadení a pripojení všetkých nových technológií, je potrebné zahrnutie nových inováčných politík, ktoré rozumejú nuansám týkajúcim sa súkromia a iným problémom vo svete v ktorom sú všadeprítomné údaje, sociálne médiá a analýzy a ich vyhodnocovanie. (McClellan,Jimenez,Koutitas,2018)

Takéto mesto je energeticky efektívne, využíva obnoviteľné zdroje, produkuje minimum emisií CO<sub>2</sub> a poskytuje obyvateľom veľmi dobrú kvalitu života. Okrem investícií do moderných technológií, infraštruktúry a energetického manažmentu, sa investuje aj do ľudského kapitálu. Smart City je určené predovšetkým pre pohodlný a bezpečný život jeho obyvateľov, preto sa tento cieľ musí začať uplatňovať už v rámci urbanistických riešení, v návaznosti na dopravnú sieť a jej požiadavky, potreby

zásobovania energiou a nárokmi priemyselnej výroby. Projekty Smart City by primárne nemali viesť k zvyšovaniu obyvateľstva v mestách, mal by podporovať život na dedinách alebo v okrajových častiach, prostredníctvom využívania moderných technológií zastúpených aj tu a nielen v centre miest. Významnú rolu v koncepcii Smart City zohrávajú územné energetické koncepcie spolu s územným plánovaním. Štátna energetická koncepcia tvorí podklad pre politiku územného rozvoja. Mnoho miest si spracováva aj svoje energetické koncepcie za účelom získania dotácií, alebo len ako podklad k územno – plánovacej dokumentácii a strategického plánu rozvoja mesta. Energetická koncepcia sa zameriava na priority v oblastiach:

- Znižovania energetickej náročnosti
- Zvyšovania energetickej účinnosti
- Dosiachnutie maximálnej efektívnosti pri výrobe a rozvoze energie
- Rozvoja využívania obnoviteľných zdrojov energie
- Rozvoja sieťovej infraštruktúry

Energetický manažment v sa v plánoch a aktivitách miest v prevažnej väčšine delí na štyri smery ( Svítek, Postránecký, 2018)

- Energetická efektivita a úspory v oblasti prevádzky objektov a zariadení, s cieľom úspory financií, ochrana životného prostredia a obyvateľov. Pravidla nakladania s energiami sú ošetrené legislatívnymi predpismi, ktoré platia pre verejnoprávne a súkromne subjekty. Mesto môže ovplyvňovať situáciu miestnymi predpismi, ale predovšetkým nakladaním so svojimi majetkovými účasťami. Komplexné projekty úspor na zariadeniach vo verejnom vlastníctve sú realizované formou Energy Performance Contracting zmlúv, ktoré poskytujú záruku zníženia spotreby energie. Ďalším záujmom sú efektivizačné opatrenia v oblasti TZB – Technického zabezpečenia budov
- Zavádzanie iných inovatívnych technológií – jedná sa o inovatívne technológie, ktoré nemajú bezprostredný ekonomický dopad, ale majú dopad hmatateľný. Tieto technológie sú vizionárske a vyvolávajú záujem obyvateľstva. Často tvoria image spoločnosti alebo mesta. Príkladom je inštalácia nabíjajúcich staníc na elektromobily, elektromobilita v mestách alebo inštalácia solárnych panelov. Do tejto oblasti by sme mohli zaradiť aj navrhovaný systém z praktickej časti tejto práce.

- Odolnosť miest – Schopnosť poradiť si v nepriaznivých situáciách krátkodobého charakteru ( snehová kalamita, búrka, blackout ). V širšom slova zmysle je to schopnosť adaptovať sa na dlhodobé zmeny podnebia.

Odolnosť miest úzko súvisí s konceptom energetickej bezpečnosti a zaistenia kontinuálnych dodávok elektrickej energie. Prvky ktoré zaistujú odolnosť tvoria kritickú infraštruktúru, jej zlyhanie by malo za následok závažný dopad na bezpečnosť štátu a zabezpečenie základných životných potrieb. Elektrická energia tvorí kostru dnešnej spoločnosti a je na nej závislé skoro všetko. Rozsiahle výpadky majú významné následky, a to predovšetkým v mestách, výpadok komunikačných sietí, verejného osvetlenia, dodávok vody, kanalizácia atď. Tu zohrávajú dôležitú úlohu systémy zálohovania, UPS stanice, Energy storage systémy alebo klasické Diesel agregáty.

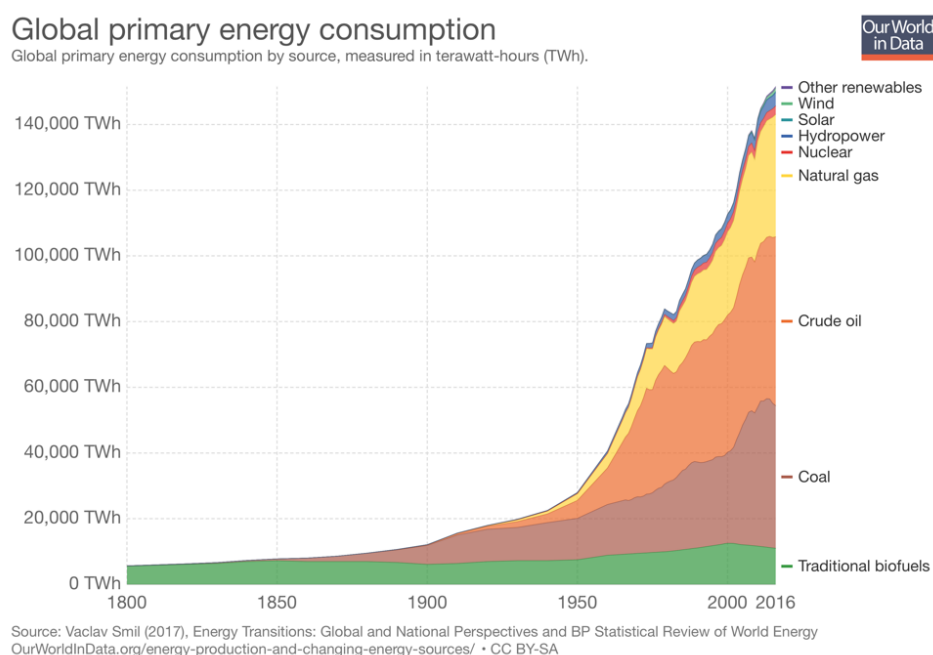
- Zverejňovanie a zdieľanie informácií – Cieľom je zvýšenie povedomia obyvateľov o plánovaných, realizovaných opatreniach rôzneho energetického charakteru, s dopadom na kvalitu života v meste. Či má tento smer opodstatnenie sa ukáže až časom.

V oblasti Smart City sa predpokladajú najmä aplikácie akumulácie elektrickej energie:

- Batérie v spojení so solárnymi panelmi, pre dosiahnutie maximálnej spotreby v mieste výroby. Môže sa jednať o samostatné domy alebo skupiny domov
- Batérie združené do virtuálneho systému pre poskytovanie flexibility a maximálnej efektívnosti využitia vyrobenej energie, kde sa predpokladá využitie siete batérií pre dodávku či odobranie výkonu z distribučnej siete.
- Batérie ako súčasť primárnej regulácie siete

## 2 Trendy v energetike

Trendom v energetike je prechod z fosílnych palív na obnoviteľné zdroje, z obrázku 4 je vidieť že v roku 1800 boli všetky energie vytvorené len z tradičných bio palív, ako bolo získavanie energie zo spaľovania dreva, postupom času prevzali vedúcu priečku uhlie spolu s ropou. Obnoviteľné zdroje energie začali napredovať až okolo roku 2000, v nasledujúcich rokoch môžeme očakávať výrazné investície a rozvoj tejto oblasti.

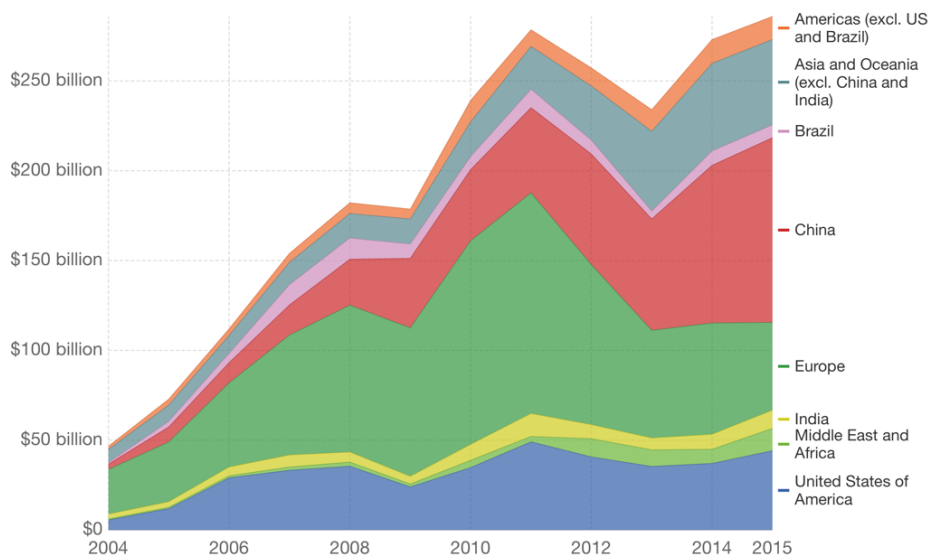


Obrázok 5 Celková globálna spotreba energie Zdroj: Vaclav Smil

Z obrázku 5 môžeme vidieť globálne investície do obnoviteľných technológií od roku 2004 do roku 2015 (merané v miliardách USD ročne). V roku 2004 svet investoval 47 miliárd USD. Do roku 2015 sa toto zvýšilo na 286 miliárd USD, čo predstavuje nárast o viac ako 600 %. Investície sa rozrástli vo všetkých regiónoch, ale pri výrazne odlišných sadzbách. Najväčší rast bol v Číne, pričom sa zvýšil z 3 miliárd USD v roku 2004 na 103 miliárd USD do roku 2015 (nárast o 3400 %). Čína je momentálne najväčším investorom v oblasti obnoviteľných technológií, pričom investuje približne rovnako ako Spojené štáty, Európa a India spolu. (Ritchie, Max, 2018)

## Renewable Energy Investment

Investment in renewable energy technologies per year in billion US dollars by region.

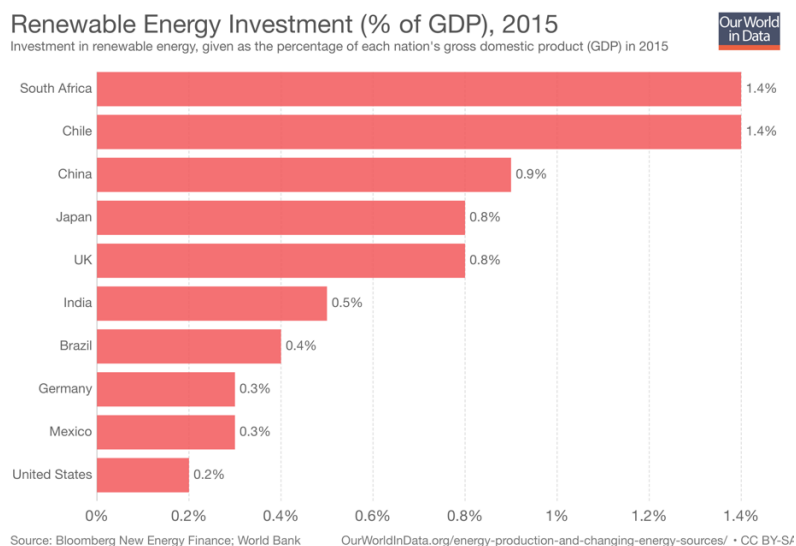


Source: International Renewable Energy Agency, 2017 OurWorldInData.org/energy-production-and-changing-energy-sources/ · CC BY-SA

Obrázok 6 Investície v OZE Zdroj: International Renewable Energy Agency

Z pohľadu kontinentov je najväčším investorom Asia & Oceania v spojení s Čínou a Indiou. Európa svoje investície od roku 2011, kedy boli na vrchole 123 miliárd USD neustále znižuje. V roku 2015 investície do OZE boli len vo výške 49 miliárd USD. Investície na Blízkom východe a v Afrike zostávajú aj naďalej pomerne malé.

Tieto investície sú uvedené v absolútnej hodnote, a tak vykazujú veľmi dobré trendy v oblasti investícií. Pokiaľ sa na problematiku pozrieme z pohľadu veľkosti investície vo vzťahu k ekonomike krajiny, výsledky už nebudú tak pozitívne. Na to aby sme získali skutočný pohľad, musíme posúdiť investičné príspevky ako percento hrubého domáceho produktu krajiny. Väčšina krajín investuje len malé percento, konkrétne sa hodnota pohybuje len okolo 1 % HDP. Na prvých dvoch miestach je Južná Afrika s Chile zatiaľ čo na poslednom mieste sa umiestnili Spojené štáty. Veľkým investorom v OZE je v poslednom roku Južná Austrália, ktorá spustila v roku 2017 do prevádzky najväčšiu batériu na svete 100 MW/ 129 MWh poskladanú z Powerpackov spoločnosti Tesla.



Obrázok 7 Investície v OZE (% z HDP) Zdroj: Bloomberg New Energy Finance; World Bank

Ekonomiky s vysokými príjmami paradoxne investujú menej ako ekonomiky s nízkym až stredným príjmom. Podľa Hannah Ritchey to môže byť spôsobené tým, že krajiny s nízkymi a strednými príjmami investujú viac do celkovej dodávky a rozšírenia energie, zatiaľ čo krajiny s vysokými príjmami už majú dobre fungujúce energetické systémy. Napriek tomu väčšina krajín s vysokými príjmami stanovila ambiciózne ciele znižovania emisií skleníkových plynov vo svojich záväzkoch voči Parížskej dohode o klíme. Európska únia má rozpracovanú stratégiu v oblasti energetiky a zmeny klímy pre dosiahnutie týchto cieľov. Vyžiada si to však značné investície do nízko-uhlíkových technológií.

## 2.1 Európska politika v oblasti energetiky

Európska únia prostredníctvom zástupcov členských štátov tvorí jednotnú politiku celej EÚ prostredníctvom Európskej siete prevádzkovateľov prenosovej sústavy (ENTSO-E), tá zastupuje 43 prevádzkovateľov prenosových sústav z 36 krajín v celej Európe. Mandát získala v roku 2009 Lisabonskou zmluvou, ktorou sa mení zmluva o Európskej únii a zmluva o založení Európskeho spoločenstva (The Lisbon treaty). Cieľom ENTSO-E je vytvorenie vnútorného trhu s energiou a zabezpečenie jeho optimálneho fungovania a podpory Európskej energetickej a klimateckej agendy.

Jedným z najdôležitejších cieľov je integrácia obnoviteľných energií do Európskeho energetického systému, ktorý bude oveľa viac orientovaný na zákazníka ako v minulosti. Systém prenosových sietí v Európe sa rýchlo mení, hoci bol pôvodne

navrhnutý na základe centralizovanej predvídateľnej generácie zabezpečujúcej trvalé napájanie, postupne sa vyvíjal s cieľom integrovať decentralizovanejšie a variabilnejšie obnoviteľné zdroje energie. Obnoviteľné zdroje energie, najmä fotovoltické zariadenia a veterné elektrárne na pobreží EU priniesli nové výzvy pre prevádzkovateľov prenosových sietí, ktorí musia koordinovať malých výrobcov vo svojich sieťach.

Podľa generálneho tajomníka ENTSO-E Laurenta Schmitta sa architektúra Európskeho energetického systému postupne pretvára už v existujúcej prenosovej sieti, kde spolu koexistujú centralizované a decentralizované zdroje. Na optimalizáciu flexibility miestnej, národnej, regionálnej a Európskej úrovni sú potrebné nové subjekty a nové služby. Prevádzkovatelia prenosových sietí (SEPS, ČEPS atď...) hrajú v tejto Európskej politike významnú úlohu. Priemysel 4.0 umožňuje efektívne využívanie zdrojov, zvyšuje interakcie a transakcie v každom štádiu siete a medzi sieťami. Prenosové siete ktoré boli budované od počiatku elektrifikácie sa budú musieť tomuto trendu prispôbiť. Nový hardvér a softvér umožnia nové interakcie a vytvoria tak potrebnú kapacitu pre konkurencieschopné obnoviteľné zdroje energie ktoré budú prepojené zo severu na juh Európy, čím nakoniec preklenú využívanie slnečnej energie z južnej časti s veternou energiou využívanou v severnej časti Európy.

Desať ročný strategický plán Európskej únie v oblasti energetiky a prenosových sietí sa zameriava na to, ako by mala vyzeráť prenosová sieť v roku 2040, aby vytvorila pre Európanov maximálnu hodnotu, zabezpečila trvalý prístup k elektrickej energii v celej Európe a splnila stanovenú klimatickú agendu. Očakáva sa dosiahnutie veľmi vysokej úrovne - až 75 % celkovej spotreby – z obnoviteľných zdrojov energie (OZE) a Európske krajiny sa viac ako kedykoľvek predtým budú musieť spoliehať na cezhraničné výmeny elektrickej energie. (The Ten-Year Network Development Plan, 2018)

Správny nárast prenosovej kapacity medzi Európskymi krajinami a v rámci nich by mohol znížiť trhové ceny vo väčšine krajín, posilniť bezpečnosť dodávok a umožniť integráciu vysokého podielu OZE do systému. Môže sa tak dovoliť krajinám, ktoré momentálne vyrábajú viac energie, ako potrebujú v prípade prebytku energie z veterných alebo slnečných elektrární, aby vyvážali svoju výrobu, zatiaľ čo v iných okamihoch svojho nedostatku by mohli dovážať lacnú energiu pochádzajúcu z OZE z iných krajín.



Celková optimalizácia využívania obnoviteľnej energie a zdrojov energie v Európe a takto zabezpečené dodávky by priniesli zníženie nákladov celoplošne pre všetkých občanov Európskej únie.

Strategický plán obsahuje niekoľko scenárov rozvoja nielen prenosových sietí ale aj zdrojov energie. Scenáre sa zameriavajú na veľmi decentralizovaný, digitalizovaný systém, ale aj na systém riadený silnou medzinárodnou spoluprácou alebo skôr pokračovaním súčasne stanovených politík. Počíta sa s obmedzovaním tradičných elektrární (jadrových a tepelných). Nové podmienky do roku 2040 tiež spôsobia, že prevádzkovatelia sústavu budú ťažšie riadiť systém v reálnom čase, pretože veľké toky elektrickej energie budú musieť prúdiť po celej Európe a veľké kontrolovateľné elektrárne sa nahradia malými a distribuovanými zdrojmi.

(The Ten-Year Network Development Plan, 2018)

## **2.2 Scenáre**

### **Sustainable Transition**

Ciele sú dosiahnuté prostredníctvom vnútroštátnych právnych predpisov, systémov obchodovania s emisiami a dotáciami. Trvalý rast obnoviteľných zdrojov energie, mierny hospodársky rast, mierny rozvoj elektrifikácie vykurovania a dopravy, scenár v súlade s cieľom EÚ v roku 2030, ale mierne za cieľom EÚ do roku 2050.

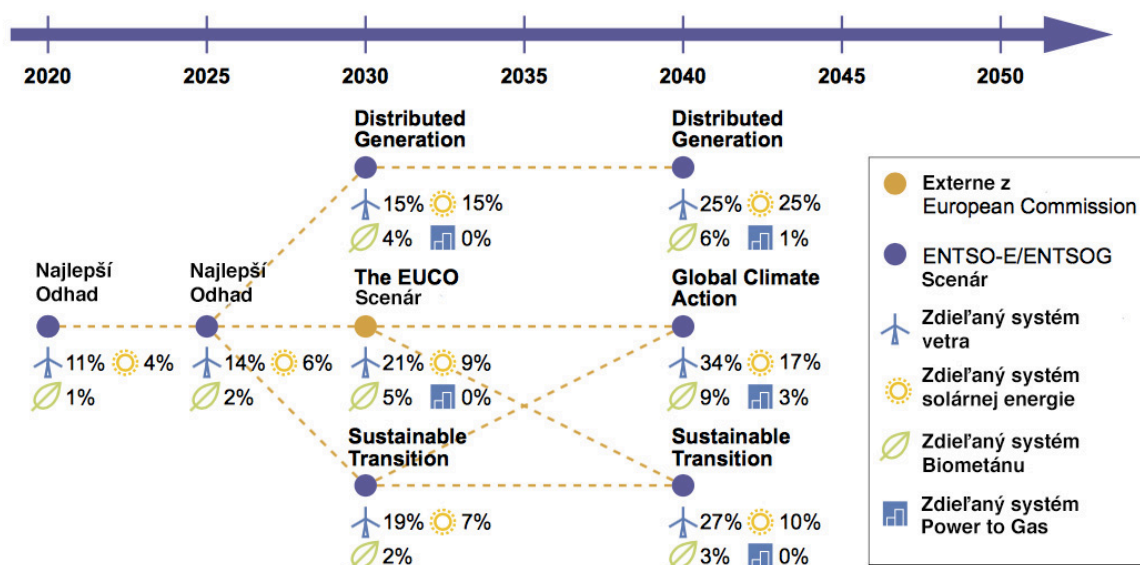
Toto nariadenie, ktoré sa viac zameriava na zmenu klímy, má formu legislatívy, ktorá stanovuje záväzné emisné ciele. Scenár Sustainable Transition je riadený národnými dotáciami a bude mať za následok neefektívne využívanie obnoviteľných zdrojov.

### **Distributed Generation**

Centrálne predpoklady - decentralizovaná výroba v malom merítku, batérie a prepínanie paliva. Spoločnosť je angažovaná a posilnená silnými politikami EÚ a efektívne ETS. Vysoký hospodársky rast. Vysoká elektrifikácia v sektore vykurovania a dopravy. Účinné využívanie obnoviteľných zdrojov energie je umožnené na úrovni EÚ ako celku. V rokoch 2030 a 2050 sa dosiahnu emisné ciele EÚ.

## Global Climate Action

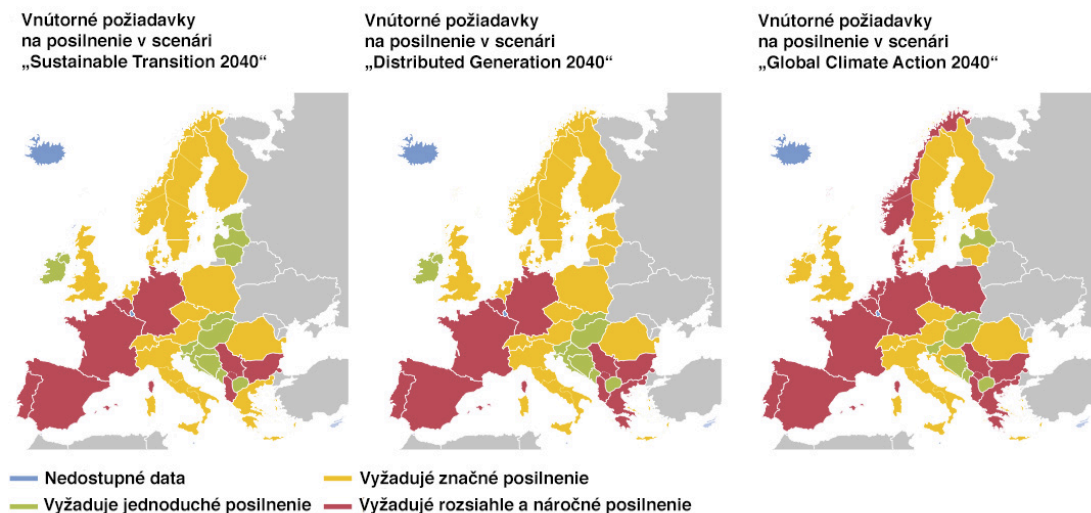
Komplexná dekarbonizácia v plnom rozsahu, rozsiahly rozvoj obnoviteľných zdrojov energie v odvetví elektrickej energie a plynu. Vysoká miera penetrácie technológií (Smart Cities, Power to gas atd.). Sú zavedené globálne metódy týkajúce sa znižovania emisií CO<sub>2</sub> a EÚ je na ceste k cieľom znižovania emisií uhlíka v rokoch 2030 a 2050. Účinné využívanie obnoviteľných zdrojov energie bude zabezpečené silnou politikou EÚ.



Obrázok 8 Rámec budovania scenárov Bottom Up a Top Down Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018

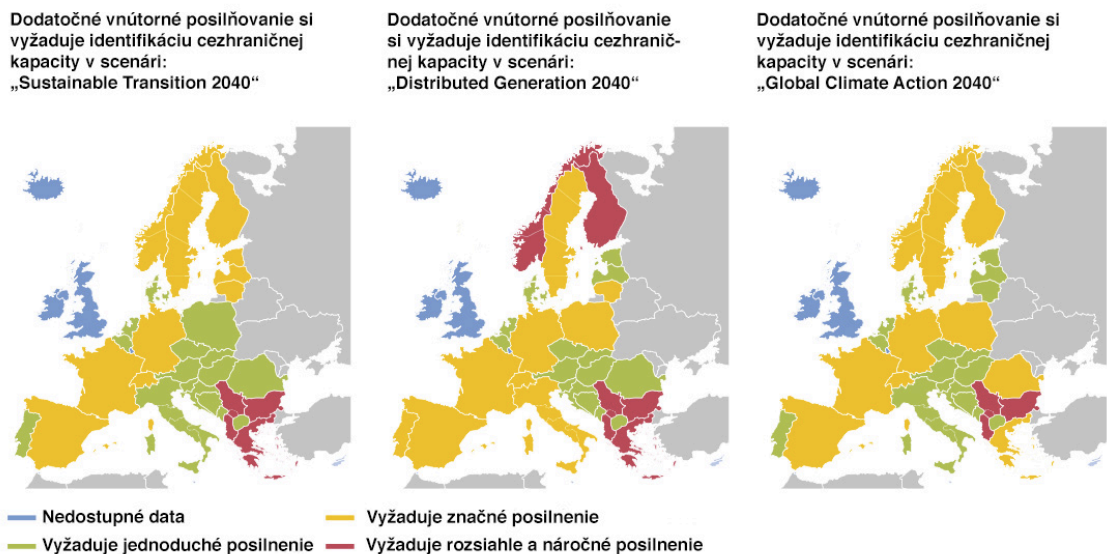
Znázornenie percentuálneho zapojenia jednotlivých obnoviteľných zdrojov v rámci popísaných scenárov je možné vidieť na obrázku 7. Najhorším scenár predstavuje „Sustainable Transition“, kedy dochádza k najmenej efektívnemu využitiu obnoviteľných zdrojov, naopak najlepšie výsledky sa dajú očakávať v prípade „Global Climate Action“. Medzi udržateľné zdroje v EÚ zaradilo ENTSO-E využívanie najmä veternej energie zo severských štátov. Veterná energia má do roku 2030 plánované väčšie percento než naopak solárna energia, ktorej podiel narastá až v roku 2040.

Je prekvapivé že s využitím Power to Gas sa nepočíta ani v roku 2040, dôvodom bude zrejme obrovský kolos automobilového priemyslu, ktorý bude aj naďalej používať fosílna palivá.



Obrázok 9 Potrebne vnútorné posilnenia sietí umožňujúce scenáre bez dodatočných cezhraničných kapacít Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018

Na obrázku 9 sú znázornené potrebné vnútorné posilnenia v prenosových sieťach umožňujúce scenáre bez dodatočných cezhraničných kapacít, Slovenská Republika sa nachádza v „zelenej zóne“ ktorá v prípade naplnenia jedného z troch scenárov bude vyžadovať len jednoduché posilnenie.



Obrázok 10 Potrebne vnútorné posilnenia sietí na prispôsobenie dodatočných potrieb cezhraničnej kapacity v scenároch Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018

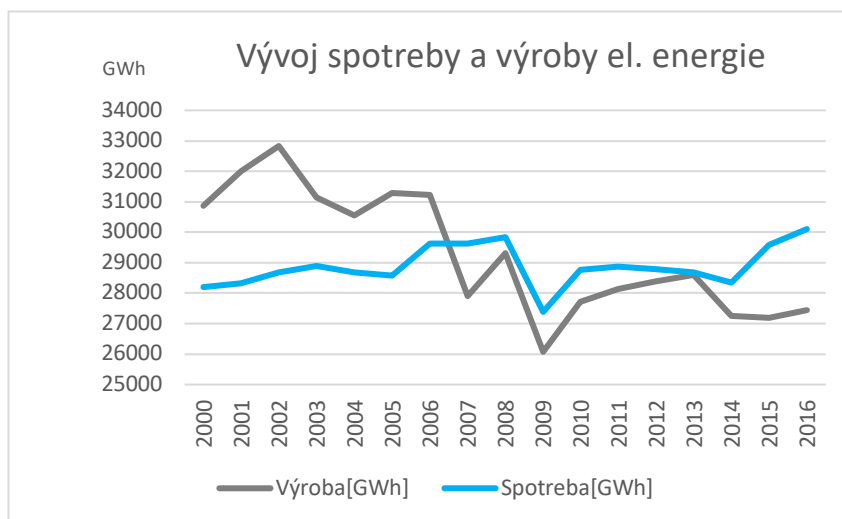
Obrázok 10 znázorňuje potrebné vnútorné posilnenia prenosových sietí na prispôsobenie dodatočných potrieb cezhraničnej kapacity. Aj tu sa opäť Slovenská republika nachádza v „zelenej zóne“ ktorá vyžaduje len jednoduché posilnenie.

Môžeme tak vyvodit' záver, že Slovenská republika je dostatočne pripravená na všetky scenáre ktoré ENTSO-E spracovali v strategickom pláne pre štáty v Európskej únii. Z medzinárodného hľadiska nemusí vynakladať žiadne rozsiahle investície v budovaní prenosových sietí, naopak mala by sa naplno zamerať na konkrétne projekty v rámci krajiny na podporu OZE a ich okamžitú realizáciu.

### **3 Využívanie OZE na Slovensku**

V súčasnej dobe sa často skloňuje závislosť jednotlivých štátov na dovážaných energiách. Podľa Eurostatu krajiny EU dovážali až 42,8 % energie z celkovej spotreby v roku 2015. Pričom podiel obnoviteľnej energie na hrubej konečnej spotrebe tvoril 16,7 %. Pokiaľ sa pozrieme konkrétne na Slovenskú republiku podiel OZE na celkovej spotrebe energií bol 15,64 % v roku 2015. (Eurostat, 2015). Dovoz energie na Slovensku v roku 2015 činil 58,7 % čo je hodnota nad priemerom štátov EU. Naším najväčším dodávateľom energií je Rusko a to nie len pre SR ale pre celú EU. Dá sa predpokladať že vyspelá Európa sa bude snažiť o zníženie tohoto podielu a bude sa viac spoliehať na svoje energie najmä v oblasti rozvoja OZE. Tieto plány sú aj súčasťou deklarovanej stratégie Európskej komisie pre energetickú úniu a čistú energiu. (Eurostat, 2016)

Spotreba elektrickej energie rastie aj na Slovensku, od roku 2014 je vidieť enormný nárast spotreby elektrickej energie. Výroba má naopak klesajúci trend, rozdiel medzi spotrebou a výrobou narastá, a tak je otázkou aké riešenie bude najvhodnejšie. Nákup elektrickej energie zo zahraničia je spôsob akým sa nedostatok pokrýva dnes. Našími partnermi pre dovoz elektriny je susedná Česká republika a Poľsko. V prevádzke je jadrová elektrárňa ktorá má najväčší podiel na domácej výrobe, ale aj tu je tlak z Európskej únie na postupnú likvidáciu týchto elektrární. Využitie obnoviteľných zdrojov by čiastočne mohlo pomôcť tieto roztvárajúce sa nožnice utlmiť. Spotreba elektrickej energie po prvý krát presiahla v roku 2016 hranicu 30 terawatthodín. (Štroffeková, 2017)



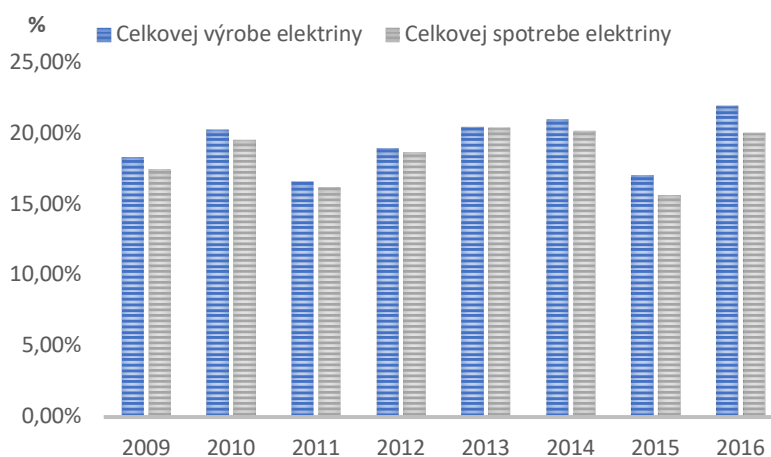
Graf 1 Vývoj spotreby a výroby el. energie Zdroj: SEPS

Pokiaľ sa pozrieme detailnejšie na Úrad pre reguláciu sieťových odvetví podľa § 9 ods. 5 zákona 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov zverejňuje každoročne štatistiku ktorá je zobrazená v nasledujúcej tabuľke.

Podiel OZE na	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Celkovej výrobe elektriny</b>	18,29 %	20,23 %	16,59 %	18,92 %	20,41 %	20,95 %	17,01 %	21,92 %
<b>Celkovej spotrebe elektriny</b>	17,42 %	19,50 %	16,17 %	18,66 %	20,35 %	20,14 %	15,64 %	19,99 %

Tabuľka 1 Podiel OZE Zdroj: ÚRSO

## Podiel OZE



Graf 2 Podiel OZE Zdroj: Vlastné spracovanie údajov ÚRSO

V roku 2016 sme sa dostali na hodnotu takmer 20 % z celkovej spotreby. Slovenské elektrárne vo svojej správe uvádzajú že v roku 2016 vyrobili až 90 % dodanej elektriny bez emisií skleníkových plynov, na základe produkcie jadrových, vodných, fotovoltických elektrární a spoluspaľovaním biomasy. (Slovenské elektrárne, 2016).

Z pohľadu dlhodobu udržateľného rozvoju v oblasti energetiky je žiadúce aby sa znižovalo využívanie fosílnych palív, ktoré majú nepriaznivý vplyv na životné prostredie a tak sa kladie dôraz na využívanie čistých energií. Z opačného pohľadu sa čoraz viac dbá na znižovanie spotreby energie a zvyšovanie energetickej účinnosti prostredníctvom rôznych obmedzení, nariadení alebo zákonov. Zmena výrobného mixu má zásadný vplyv na znižovanie emisií a skleníkových plynov a zlepšenie kvality ovzdušia. Rozvoj tohto mixu je na Slovensku zameraný na maximalizáciu energetickej efektívnosti a ochrany životného prostredia. V dôsledku toho sa podporuje využívanie domácich zdrojov energie a nízko uhlíkových technológií (jadrová energia a OZE). V súčasnej dobe už Ministerstvo hospodárstva pracuje na reforme systému podpory obnoviteľných zdrojov (OZE) a vysoko účinnej kombinovanej výroby elektriny a tepla (KVET). Nové pravidlá podpory by mali nadobudnúť účinnosť od 1.1.2019.

Portál energia.sk v článku venovanom tejto reforme uvádza niektoré zmeny ktoré by mali nastať. Dôvod prečo sa pripravuje reforma je deficit, ktorý sa generuje každoročne prostredníctvom pôvodne zavedeného systému platného od roku 2009, kedy sa nastavili štedré výkupné ceny pre energie z OZE a tak začali vo veľkom vznikať najmä fotovoltické elektrárne. Vznikla éra tzv. „solárnych barónov“ od roku 2009 neustále rastú koncové ceny elektrickej energie pre domácnosti a podniky. Dnešný systém financovania prostredníctvom tarify za prevádzkovanie systému (TPS) a pôsobením korekčného mechanizmu dochádza k dvojročnému oneskoreniu opráv dlhov. Deficit v roku 2015 dosiahol hodnotu 112 miliónov eur a v roku 2016 skoro 200 miliónov eur. So spomínaným dvojročným oneskorením by sa deficit z roku 2015 splatil v roku 2018 a znamenalo by to nárast cien elektrickej energie až o takmer 11 EUR/MWh. (Energia.sk, 2017)

Z tohto dôvodu dochádza v posledných rokoch k radikálnemu zastavovaniu výstavby nových malých elektrární najmä fotovoltických a bioplynových. Prostredníctvom znižovania výkupných cien pod úroveň doby návratnosti alebo nesplnením nových požiadaviek vydávajúcich ministerstvom sa obmedzujú aj súčasný producenti.

Prevádzkovatelia bioplynových staníc na území Slovenska hovoria o neustálych zmenách v legislatíve, ktoré musia sledovať ak si chcú udržať svoje doterajšie výkupné ceny. Zaoberajú sa najmä svojou existenciou, ako splatiť úvery a nie ďalším rozvojom.

Portál Energia.sk píše v článku o chystaných zmenách aj o zásadnej informácii, ktorá hovorí o tom že reforma prinesie obmedzenie pre výrobcov z biomasy a bioplynu. Pri biomase sa zvažuje oklieštenie podpory doplatkom a príplatkom na 80 % a pri bioplyne až na 50 % maximálnej ročnej výroby elektriny, čo môže byť pre relatívne nových výrobcov likvidačné. Okrem tohto obmedzenia by mali ďalej výrobcovia svoju produkciu prispôbiť trhu a vyrábať najmä vtedy, keď je vyššia hodinová sadzba. Okrem toho by na základe zmeny zákona o energetike mal mať dispečing SEPS právo obmedziť výrobu elektriny z OZE a KVET pri operatívnom riadení sústavy.

(Energia.sk, 2017)

Tu vzniká priestor pre efektívne rozdeľovanie vyrobenej elektrickej energie medzi distribučnú sieť a iného odberateľa, ktorým môže byť navrhnutý systém popísaný v praktickej časti tejto práce alebo možnosť úschovy energie v storage staniciach. Tieto dve riešenia sa ponúkajú ako optimálne z hľadiska vyhladzovania spotreby elektrickej energie v čase, tak aby sa blížila čo najviac konštante.

V súčasnej dobe tvorí cenu 1kWh elektrickej energie takmer z 2/3 práve doplatok na obnoviteľné zdroje energie, v dôsledku čoho sú veľmi obmedzované. Stúpajúca cena elektrickej energie a niekoľko rokov nezmenený systém dodávky je dôvod prečo by sa domácnosti mali rozhodovať o investícií do energetickej sebestačnosti, respektíve do zmeny systému dodávky elektrickej energie. S tým súvisí priemysel 4.0, ten slúži ako dôležitý model globálnym prevádzkovým spoločnostiam na vertikálnu integráciu inteligentných strojov, výrobkov a výrobných zdrojov do flexibilných výrobných systémov a ich horizontálnej integrácie do sietí medzi priemyslom. Z toho vyplýva, že všetky krajiny zahŕňajú vytváranie sietí a digitalizáciu ako prioritné témy pre priemysel 4.0 (Kagermann, 2016)

V oblasti energetiky zatiaľ k výraznému posunu v oblasti digitalizácie a inteligentného riadenia nedošlo. Doterajší trend v oblasti energetiky je od „veľkého k malému“, kedy sa veľké elektrárne starajú o výrobu elektrickej energie a tú následne distribuujú do domácností, ktoré sú pasívne.

Tu sa naskytá otázka príležitosti spojených s priemyslom 4.0 v oblasti energetiky. Najmä Nemecko sa zameriava na integráciu informačných, komunikačných a výrobných technológií do inteligentných, samo organizačných celkov.

Tento model sa ponúka ako jasná voľba v energetike s prístupom „zdola nahor“. Kde sa jednotlivé domácnosti stávajú malými výrobcami energie ktorú spotrebovávajú a prebytky ukladajú do spoločného zdieľaného storage systému, ktorý je schopný sám komunikovať prostredníctvom Smart grid s domácnosťami a vyhodnocovať potreby siete.

Nevyhnutnosťou je úzka, dlhodobá a agilná spolupráca medzi podnikmi, akademickou sférou, vládou a príslušnými združeniami s cieľom udržať krok s rýchlym tempom vývoja v priemysle 4.0, tak aby sa docielilo efektívneho zavedenia inovácií aj v oblasti energetiky. (Kagermann, 2016) Vláda by tiež mala uľahčiť vytváranie sietí medzi príslušnými združeniami a podporovať ciele iniciatívy zahŕňajúce viaceré asociácie, ako sú Česká / Slovenská bioplynová asociácia, Slovenská asociácia fotovoltického priemyslu a OZE atď. Tak aby poskytla potrebnú slobodu pre komerčnú implementáciu obchodných modelov založených na nazbieraných údajoch.

### **3.1 Investičný plán**

Nielen pre výrobcov z OZE ale aj pre domácnosti sa tu ponúka investičný plán na oddelenie sa od verejnej siete a byť závislý len na svojej vlastnej produkcii elektrickej energie a miestnom výrobcovi z OZE. Pre domácnosti by to znamenalo rapídne zníženie ceny elektrickej energie na minimálnu úroveň a osamostatnenie sa od centrálného zdroja energie, avšak s nutnou investíciou do solárnych panelov, batérií a spolupodielaní na vytvorení lokálnej (mikrogrid) siete medzi susedmi. Pre miestneho výrobcu z OZE by to znamenalo vyhladenie produkcie a odbytu. Pokiaľ v reforme dôjde k možnosti, že SEPS bude mať právomoc odpojiť výrobcu od siete v prípade nepotrebnosti dodávky energie do verejnej siete. Pre výrobcu to bude znamenať straty v príjmoch a to bude mať nepriaznivý dopad na cash-flow. Preto bude pre výrobcu lepšie ak časť svojej výroby presunie do navrhovaných energy storage-ov a tie bude ďalej prenajímať domácnostiam, ktoré z nich budú čerpať energiu v prípade potreby, alebo v nich bude skladovať elektrickú energiu v prípade zníženia požiadavky dodávky z verejnej siete.



Pre výrobcu z OZE bude investíciou nákup a vybudovanie energy storage stanice. Pre vybudovanie lokálnej mikrogrid siete bude potrebné vytvorenie fondu, ktorého členmi budú zástupcovia domácností pripojený na túto novovybudovanú sieť.

### Rozdelenie investícií

- Investícia z pohľadu domácností
- Investícia z pohľadu lokálneho výrobcu z OZE

Prínosom pre domácností je osamostatnenie sa od verejnej distribučnej siete a spoliehanie sa najmä na svoju vlastnú výrobu prostredníctvom solárnych panelov. Cash-flow budú v tomto prípade plánované platby za elektrickú energiu distribútorovi. Pre stanovenie týchto cien je nutné analyzovať vývoj cien spätne a správne určiť predikciu. Metóda hodnotenia investície – NPV s predpokladanou dobou životnosti 5. respektíve 10. rokov. Motiváciou domácností je čo najefektívnejšie spravovanie a využitie energie v domácnosti.

Prínosom pre lokálneho výrobcu je diverzifikovanie svojej výroby, zníženie nákladov a príprava na úschovu energie s cieľom stabilizovať lokálnu sieť. Cash-flow bude plynúť z rozdielu ušetrovaných nákladov a predaja el. energie zo storage-u do verejnej siete. Pre stanovenie cash-flow je potrebné vychádzať zo solárnej mapy a predikovať vývoj spotreby v domácnostiach. Metóda hodnotenia bude zvolená – DEVA s dobou návratnosti 5. rokov.

Pre takúto investíciu je nutné vytvorenie opportunity study, ktorá vyhodnotí reálnosť a v hrubej miere efekty a nádejnosť takéhoto projektu. Praktická časť tejto práce bude zameraná na vytvorenie opportunity study v kombinácii s detailnejšou technicko ekonomickou štúdiou.

## 3.2 Opportunity study

Identifikácia investičnej príležitosti je východiskom pred investičnej fázy projektu, pretože projekty sa odvíjajú od zistených podnikateľských príležitostí. V tejto fáze už spravidla dochádza k mobilizácii a zaisťovaniu najmä finančných zdrojov, pretože ten kto je na trhu informovaný ako jeden z prvých môže vyťažiť z podnikateľskej príležitosti najviac. Potenciálni investori majú záujem na získaní novo identifikovaných životaschopných investičných príležitostiach.

Podnety pre podnikateľské príležitosti prinášajú neustále sledovanie a vyhodnocovanie faktorov podnikateľského okolia, ktoré zahrňujú dopyt po určitých produktoch a službách, diverzifikačné a exportné možnosti, odhalenie nových zdrojov, objavenie nových technológií atď. (Fotr, Souček, 2005) V mnoho prípadoch sa pre získavanie informácií o trhu využívajú výsledky rôznych štúdií, ako sú napríklad štúdia produkcie a spotreby produktov a služieb, analýzy importu a možnosti jeho substitúcie, pripravované zmeny v zákonoch, strategické plány miest, obcí, štátu alebo vyhodnocovanie surovinových zdrojov prípadne z vyhodnotenia skúsenosti ostatných zemí s obdobným ekonomickým základom a úrovňou rozvoja kapitálu.

Po získaní týchto informácií nasleduje vyhodnocovanie a analyzovanie dát. Táto analýza sa nazýva opportunity study, jej cieľom je spracovanie nazbieraných dát o jednotlivých príležitostiach do formy, ktorá umožní aspoň v hrubej miere efekty a nádejnosť projektu. Opportunity study by nemala ísť príliš do hĺbky a mala by byť málo nákladná, preto sa využívajú len agregované informácie a odhady. Hodnotenie týchto štúdií je prebieha len v rozmedzí nerobiť nič alebo spracovať ďalej. Selektujú sa tu príležitosti ktoré už na prvý pohľad neprinesú požadovaný prínos pri podstúpení neúmerného rizika, a tie ktorými sa budeme ďalej zaoberať. Ďalším krokom je spracovanie predbežnej technicko-ekonomickej štúdie.

Technicko ekonomická štúdia býva podkladom pre hodnotenie projektu rôznymi investičnými a finančnými inštitúciami, ktoré by sa mali podieľať na financovaní projektu. Veľmi často sa okrem samotného projektu posudzuje finančné zdravie firmy, jej skúsenosti s obdobnými projektami ako podklad pre inštitúcie ktoré sa budú na financovaní podieľať. Výsledné posúdenie a zhodnotenie z technického, tržného a organizačného hľadiska je zhrnuté v písomnej hodnotiacej správe tzv. appraisal report.

Následným krokom je samotná investičná fáza, tá zahrňuje väčší počet činností, ktoré tvoria vlastnú realizáciu projektu. Investičnú fázu môžeme rozdeliť do etáp:  
(Fotr, Souček, 2005)

- Spracovanie zadania stavby
- Spracovanie úvodnej projektovej dokumentácie vrátane vyhodnotenia vplyvu na životné prostredie, projekt pre územné rozhodnutie a stavebné povolenie
- Spracovanie realizačnej projektovej dokumentácie
- Realizácia výstavby
- Príprava uvedenia do prevádzky, uvedenie do prevádzky a skúšobná prevádzka
- Aktualizácia dokumentácie a systémov

### **Analýza prostredia**

Praktická časť tejto práce sa zaoberá spojením existujúceho podniku spolu s koncovými užívateľmi v novom podaní. Analýza prostredia je dôležitý krok ktorý musí existujúca spoločnosť vytvoriť preto aby:

- Poznala svoju pozíciu v prostredí v ktorom pôsobí
- Efektívne reagovala na neustále zmeny v prostredí
- Vedela posúdiť svoj potenciál ďalšieho rozvoja
- Vedela predvídať chovanie zákazníkov a konkurentov
- Identifikovala rizikové faktory relevantné ku svojmu strategickému zámeru

Pri posudzovaní vplyvu podnikateľského prostredia na strategický zámer sa analýza riadi podľa zásad:

- Monitoruj
- Analyzuj
- Predikuj

Na začiatku analýz je potrebné zistiť, či sa významne nezmenili základné predpoklady na ktorých bola stanovená súčasná stratégia a či aj naďalej umožňuje stav firemného okolia využívať pri strategickom plánovaní minulé trendy. (Fotr, 2012) Fotr vo svojej knihe ďalej uvádza, v prípade ak sa tieto predpoklady výrazne zmenili alebo firma sama vyžaduje zmeny svojich strategických priorít je potreba strategický zámer vždy reformulovať tak, aby zodpovedal vízií spoločnosti.

Podľa Fotra sa podnikateľské prostredie delí na dve časti:

- Externé prostredie, zahrňujúce makroprostredie ( podnik nemôže ovplyvniť) a mezoprostredie (podnik môže čiastočne ovplyvniť)
- Interné prostredie pozostávajúce z mikroprostredia ( podnik ho ovplyvňuje priamo svojimi činnosťami)



Obrázok 11. Podnikateľské prostredie Zdroj: Fotr,2012

Najznámejšou metódou analýzy prostredia je SWOT analýza, v ďalšej časti práce si uvedieme túto analýzu pre zvolenú bioplynovú stanicu a pre využívanie solárnej energie. Cieľom analýzy je okrem zistenia silných, slabých stránok, príležitostí a hrozieb najmä transformácia príležitostí na silné stránky a obmedzenie hrozieb alebo ich čiastočne prevedenie na príležitosti.

## 4 Fotovoltické systémy a úschova energie

Prevádzka fotovoltických systémov tak ako je vo veľkom množstve zastúpená na území Slovenskej republiky je dlhodobou neudržateľná, pretože sa systémy prevádzkujú bez systémov ukladania energie. Fotovoltické elektrárne sú preto nechceným a obmedzovaným zdrojom, ktorý spôsobuje výkyvy vo výrobe elektrickej energie a nedá sa priamo regulovať.

Tento problém sa dá riešiť úschovou energie, v prípade aplikácie v oblasti obnoviteľných zdrojov energie, už existujú mnohé technológie na skladovanie energie, vrátane niektorých, ktoré sú tu už desiatky rokov. Hlavnou výzvou však je robiť ich efektívnymi, spoľahlivým a technicko-ekonomicky konkurencieschopným a zároveň spájať najvhodnejšiu technológiu s každým zdrojom energie alebo s konkrétnymi aplikáciami. Existuje mnoho rôznych spôsobov skladovania, akými sú: použitie batérií, skladovanie stlačeného vzduchu, prečerpávanie vody, zotrvačnickové úložisko, supravodivá magnetická energia, tepelné úložisko, skladovanie vodíka atď.

(Abdulla, 2012)

Pre túto prácu bola zvolená úschova energie v batériách. Do výskumu a vývoja v oblasti batérií sa venuje v posledných rokoch niekoľko veľkých svetových hráčov. Jedným z nich je spoločnosť Tesla so svojou Gigafactory 1. Jedná sa o najväčšiu výrobnú továreň batérií na svete. Okrem spoločnosti Tesla sa na vývoji batérií v tejto továrni podieľa aj spoločnosť Panasonic, dokončená by mala byť v roku 2020. V súčasnej dobe vyrába batérie nielen pre autá ale aj batérie pre domácnosti k fotovoltaickým inštaláciám Powerwall 2 a Powerpack 2 pre priemyselné využitie. (Tesla, 2014).

Továreň Gigafactory 1 sa zameriava na výrobu batérií s použitím lítia, ktorého cena je relatívne vysoká a tak sú finálne batérie na tejto báze veľmi drahé. Tesla tvrdí že svojou obrovskou produkciou zníži cenu v nasledujúcich rokoch na 116 €/kWh zo súčasnej ceny 323 €/kWh. (Electrek, 2017) Lítiové batérie neboli až do teraz príliš vhodné pre energetiku, ich vysoká cena a malá životnosť ich stanovala napríklad do pozície štartovania záložných generátorov alebo pre malé aplikácie fotovoltaických systémov v rodinných domoch. Powerpack od spoločnosti Tesla s kapacitou 210 kWh (AC) stojí v prepočte ~36 000 €.

Tu sa ako alternatíva ponúka využitie batérií, ktoré pracujú na inej (lacnejšej) báze elektrolitu. Príkladom môže byť tzv. Iron - flow technology od spoločnosti ESS<sup>INC</sup>. Táto technológia je šetrná k životnému prostrediu, spojením železa, soli a vody sa vytvára bezpečný, netoxický elektrolyt, ktorý s patentovanou technológiou ESS poskytuje viac ako 20 000 cyklov výkonu s malou alebo žiadnou údržbou. (ESS<sup>INC</sup>, 2017)

Batéria na tomto princípe nezaťažuje životné prostredie nutnou likvidáciou, nakoľko sa jedná len o prvky, ktoré sa bežne vyskytujú v prírode. Rovnako tak je aj cena je niekoľkonásobne nižšia. Na tlačovej konferencii ESS uviedli, že finálna cena bude niekoľkonásobne nižšia než uvedený Powerpack od Tesly, zatiaľ tomu tak nie je. Tento typ batérií sa však zatiaľ dá použiť len v priemyselných inštaláciách, nakoľko sa batéria dodáva len v prevedení „kontajner“. Dôsledkom nízkej ceny ktorá konkuruje lítiovým batériám používaných pre domácnosti sa ponúka ekonomicky výhodné riešenie prepojenie viacerých domácností do jedného celku a napojenie na Iron – flow storage systém.

Akumulácia energie, bude v budúcnosti veľmi dôležitá, v súčasnosti je potreba akumulátorov vnímaná najmä v aplikáciách OZE, ktoré sú svojim charakterom stochastickými výrobnami energie. Pokiaľ sa zameriame na udržateľný rozvoj obcí, miest ale aj celého štátu, je sním OZE bezpodmienečne spojená a to najmä s nástupom Smart grid.

Batérie by mali plniť najmä úlohu sekundárnej činnosti. Batériou pre sekundárne činnosti rozumieme systémy, ktoré nie sú náročné na obsluhu a ich prípadný výpadok nespôsobí výrazné škody. Do tejto kategórie môžeme zaradiť všetky prietokové batérie, ktoré sú mimoriadne vhodné pre dlhodobú akumuláciu energie z OZE, poprípade priamo v distribučných alebo prenosových sieťach, kde v jednotlivých rozvodniach môžu zastávať funkciu akejsi kompenzácie toku výkonu.

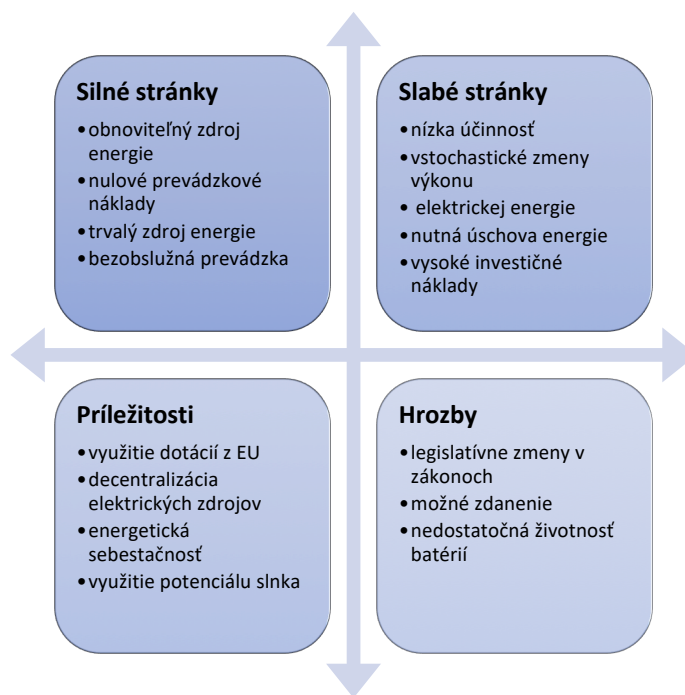
(Obnoviteľné zdroje elektrickej energie, 2011)

Množstvo solárnej energie, ktoré môžeme využiť je závislé len na geografických a klimatických podmienkach. Solárna energia sa dá efektívne využívať v oblastiach s dlhým slnečným svitom. Na Slovensku sa priemerné množstvo slnečného žiarenia pohybuje medzi 3278 - 3752 Wh/m<sup>2</sup>/deň. Z pomerne malej plochy bežného rodinného domu sa tak dá získať dostatočný výkon a z toho plynúca úspora peňazí na elektrickej energii.

Fotovoltaické systémy majú zvýšené požiadavky na akumuláciu energie, pretože sú tu veľké stochastické zmeny výkonu a pri týchto systémoch sú požiadavky okamžitých dodávok energie, prípadne krytie nadvýroby v sieti. Táto potreba plynie z nemožnosti použitia systémov pracujúcich vo veľkých časových intervaloch. Z toho dôvodu sa kombinácia malých fotovoltaických systémov, akumulácie energie a stabilnejšieho systému ponúka ako ekonomicky výhodné a stabilné riešenie.

(Obnoviteľné zdroje elektrickej energie, 2011)

SWOT analýza solárnej energie:



Obrázok 12 SWOT analýza solárnej energie Zdroj: Vlastná tvorba

Teoretická časť práce popisuje všeobecné trendy v energetike, podpory obnoviteľných zdrojov a jej rozvoj od Európskych strategických plánov až po implementáciu v jednotlivých členských štátoch a následne jej realizáciu na regionálnej úrovni. Ďalej je v tejto časti práce popísaný celosvetový trend v oblasti výroby a spotreby elektrickej energie. Tieto trendy sú následne implementované na územie Slovenskej republiky a doplnené o možnosti rozvoja. Konceptcia Smart City určuje smer oblasti rozvoja miest a obcí v nadväznosti na štvrtú priemyslovú revolúciu a technologické riešenia premeny prenosových sietí na Smart Grid. Investičný plán načrtáva návrh solárneho modelu, ktorý je podrobne rozpracovaný v praktickej časti tejto práce prostredníctvom opportunity study a investičného rozhodovania. Praktická časť nadviaže na teoretické východiská a spojí malé solárne systémy do jedného celku s bioplynovou stanicou.

# **PRAKTICKÁ ČASŤ**



Solárny model vychádza z udržateľného rozvoja miest a energetiky v týchto mestách. Projekt by mal slúžiť ako časť strategického rozvoja miest a obcí. Koncept je aplikovateľný na obce, mestské časti alebo satelitné mestečká ktoré majú v blízkosti obnoviteľný zdroj energie ako je bioplynová stanica alebo solárna elektrárňa.



Obrázok 13 Vizualizácia solárnych systémov domácností Zdroj: Vlastný

Cieľom je úplná elektrická sebestačnosť a to prostredníctvom využívania výhradne energie z obnoviteľných zdrojov energie. Model pracuje s využívaním slnečnej energie, prostredníctvom inštalovaných fotovoltaických panelov na strechy rodinných domov, úschovou elektrickej energie v batériách umiestnených v týchto domoch a doplnkovým zdrojom energie. Pre túto prácu sa použije bioplynová stanica (BPS) spolu s energy storage batériou, ktorá plní funkciu doplnkového zdroju energie v zimných ročných obdobiach a zároveň na reguláciu špičkových výkonov celej siete domov. Samotná stanica funguje ako mozog celej siete, komunikuje s každou domácnosťou, meria a vyhodnocuje aktuálnu spotrebu, zároveň komunikuje s každou batériou a vyhodnocuje stav ich nabitia. Na základe týchto informácií reguluje svoj elektrický výkon, ktorý dodáva v prípade nedostatku do siete rodinných domov, alebo naopak do verejnej distribučnej elektrickej siete. Dodávanie elektriny do distribučnej siete je pre BPS prioritou.

Toto spojenie s verejnou sieťou neplní len funkciu odpredaja nadbytočnej elektrickej energie, ale slúži aj ako bezpečnostný záložný zdroj pre sieť domov v prípade nečakaného výpadku spôsobeného prírodnou katastrofou. Napojenie a možnosť dodávky nadbytočnej el. energie do storage systému zvyšuje efektívnosť BPS. Samotná BPS má stanovený limit výroby do 1 MW, v prípade prekročenia musí zaplatiť pokutu za prekročenie dodávky. Väčšina súčasných BPS má inštalované výkony nadimenzované až na 1,2 MW. Táto nevyužitá výrobná kapacita v spojení s energy storage môže vytvoriť virtuálnu elektrárňu ktorá funguje na princípe cloudu.

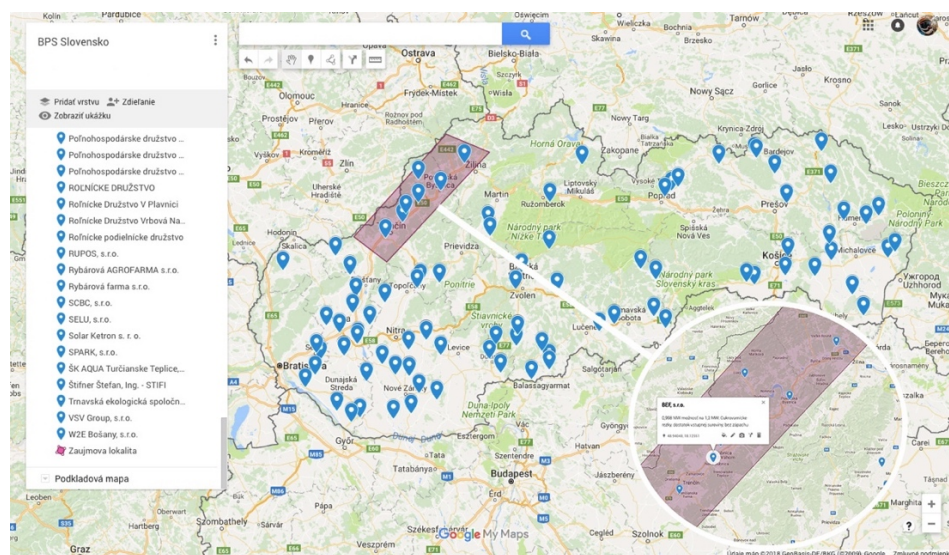
Vlastníkom verejnej prenosovej siete na ktorú sú v súčasnej dobe pripojené domácnosti je SEPS. V navrhovanom systéme virtuálnej elektrárne musí dôjsť k vytvoreniu novej lokálnej mikro siete, tá predstavuje ďalšie náklady, ktoré vstupujú do projektu, to je zároveň dôvodom prečo sa BPS musí nachádzať v blízkosti zastavaného územia obce. Na budovanie lokálnej siete sa musia spolupodieľať všetky zúčastnené strany, pre tento účel musí byť vytvorený fond, ktorý bude slúžiť na budovanie, prevádzku a údržbu lokálnej siete.

Pri výpočte a návrhu celej siete sa vychádza zo zvolenej modelovej obce ( Trenčianska Teplá) a z údajov priemernej ročnej spotreby el. energie rodinných domov na základe taríf, ktoré majú tieto domácnosti. Po výpočte priemernej spotreby sa určí vhodná batéria s potrebnou kapacitou, na základe znalosti kapacity batérie vypočítame potrebný výkon fotovoltických panelov na strechy domov. Nasledujúcim krokom bude určenie maximálnej možnej výroby el. energie zo solárnych panelov a určenie potrebnej el. energie pre domácnosti. Pri tomto výpočte sa bude vychádzať z platnej normy STN 332130 podľa stupňa elektrifikácie domácností. Po odpočte a vyhodnotení nedostatku sa navrhne vhodný energy storage. Po technickom návrhu siete sa nacení jednotlivé položky siete a vytvorí sa celková investičná suma, následne sa vypočítajú doby návratnosti investičného zámeru a projekt sa vyhodnotí.

# 1. Analýza priemernej ročnej spotreby domácností

## 1.1. Výber lokality

Na území Slovenskej republiky sa od roku 2015 nachádza 111 bioplynových staníc, s celkovým inštalovaným výkonom 103 MW. Z celkového počtu má 86 z nich výkon od 0,900 do 0,999 MW. Dve najväčšie BPS sú v Badíne, s výkonom 7,030 MW, a v Bošanoch s výkonom 2,830 MW. Ostatné BPS majú inštalovaný výkon menší ako 0,900 MW. (Bioplynové stanice v SR, 2017)



Obrázok 14 Zoznam BPS na Slovensku Zdroj: Vlastná tvorba

Záujmová lokalita bola zvolená v západnej časti Slovenskej republiky z dôvodu dobrej znalosti miestnych výrobcov OZE, do úzkeho výberu spadla BPS v Horovciach, ktorá je situovaná v zastavanom území obce, v jej blízkom okolí prebieha výstavba nových rodinných domov vrátane infraštruktúry a jej výkon je 0,999 MW s možnosťou navýšenia. Od tejto BPS muselo byť upustené kvôli početným sťažnostiam obyvateľov na jej produkciu a problémy so získavaním vstupných surovín.

Druhou možnosťou bola BPS v Trenčianskej Teplej, nachádza sa na okraji zastavaného územia obce, jej finančné zdravie vyhovovalo tak ako aj spokojnosť obyvateľov. Taktiež jej výkon dovoľuje zvýšiť výrobu až na 1,2 MW, vstupným materiálom sú cukrovarnícke rezky z cukrovaru postaveného v susedstve stanice.

Ďalšou výhodou je prepojenie BPS na miestne poľnohospodárske družstvo, ktoré je schopné zapracovávať fugát do okolitých polí. Taktiež je schopné doplniť vstupné suroviny v prípade výpadku rezkov z cukrovej repy.

Tretou možnosťou bola BPS Veľké Bierovce- Opatovce s výkonom 0,999 MW, ktorá je umiestnená taktiež na okraji zastavaného územia. U tohto výrobcu došlo 24.6.2017 k výbuchu zásobníku bioplynu a tak sa činnosť tejto stanice pozastavila. Ďalšou nepriaznivou okolnosťou bolo ukončenie prevádzky družstva, od ktorého získavala BPS hnojovicu ako vstupnú surovinu. Tieto okolnosti viedli k vylúčeniu možnosti spolupráce s touto BPS.

Po komunikácií o možnej spolupráci s BPS v Trenčianskej Teplej a následnej návšteve sa zvolila táto stanica a obec ako modelový príklad.

Modelová obec Trenčianska Teplá:

V súčasnosti (ku dňu 14. 12. 2017) má obec 4162 obyvateľov, patrí medzi najväčšie obce v Trenčianskom regióne. Obec má rozlohu 15,1 km<sup>2</sup>, z toho skoro polovicu územia tvorí poľnohospodárska pôda. Lesná pôda tvorí 4,0 km<sup>2</sup>, časť územia o rozlohe 0,7 km<sup>2</sup> tvorí vodná plocha. Nadmorská výška je 224 m n. m.

- Byty v budovách s jedným bytom 804
- Byty v budovách s dvoma bytmi 6
- Byty v budovách s tromi alebo viac bytmi 396

Obec má celkovo 816 domácností ( zahrnuté len RD, bez panelových domov, bytoviek, a nebytových priestorov ). Riešenie zahŕňa len rodinné domy (RD) a to z dôvodu vysokej štandardizácie výstavby v Slovenských obciach, kde prevažuje vysoká zástavba RD. Súčasným trendom v zhusťovaní zástavby sú na prvom mieste rodinné domy v novovznikajúcich štvrtiach.

Podľa normy STN 332130 sú rozdelené domácnosti podľa stupňa elektrizácie na A, B, C

- A: elektrina na svietenie a domáce spotrebiče
- B: elektrina na varenie, svietenie a domáce spotrebiče
- C: elektrina na vykurovanie, varenie, svietenie a domáce spotrebiče

V tejto norme, článok 4.6.9 tabuľka 3 určuje maximálny súdobý príkon pre :

- A: 7kW (DD2 a DD1)
- B: 11kW (DD2)
- C: 11kW + vykurovanie (moderné doby s ohrevom TUV 7-15 kW podľa veľkosti) pre výpočet 10kW (DD3 alebo DD4)

Pre výpočet použijeme variantu C ako východziu:

- C: 21 kW- pre výpočet a 10kW na vykurovanie

Norma STN 332130 ďalej určuje koeficient súčasnosti pre skupinu maximálne 100 bytov tj  $\beta_{100} = 0,28$  počet bytov pre nekonečný počet je daný normou ako  $\beta_{\infty} = 0,20$ .

Priemerná spotreba domácností podľa rozdelenia tarífov je znázornená v tabuľke . Dvojtarifné meranie v navrhovanom systéme dodávky el. energie bude zrušené. Dôvodom je fakt že nočný prúd je v lokálnej sieti neopodstatnený.

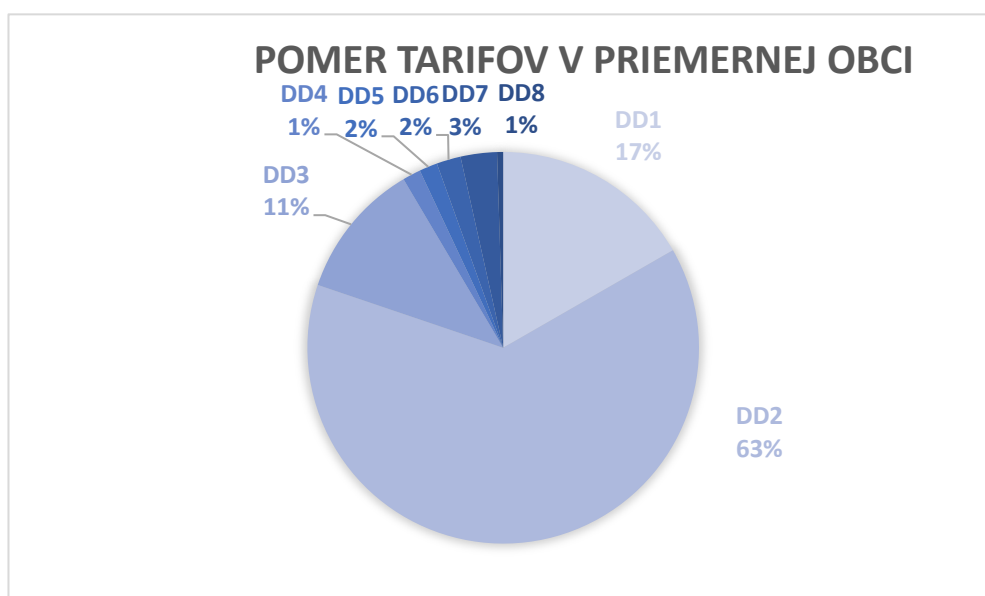
Tarif	Typ spotreby	Spôsob merania	Priemerná spotreba [kWh/rok]
<b>DD1 mini</b> (dôchodci, chaty)	Bez elektrického vykurovania a bez ohrevu teplej užitkovej vody (TUV)	jednotarifné meranie	786
<b>DD2</b> (klasická rodina)	Bez elektrického vykurovania a bez ohrevu teplej užitkovej vody (TUV)	jednotarifné meranie	2280
<b>DD3</b> (nočný prúd)	S elektrickým vykurovaním a s ohrevom teplej užitkovej vody (TUV)	dvojtarifné meranie	3854
<b>DD4</b> (aku)	S elektrickým vykurovaním a s ohrevom teplej užitkovej vody (TUV)	dvojtarifné meranie - akumulčné vykurovanie	6276
<b>DD5</b> (priamovýhrev)	S priamovýhrevným vykurovaním	dvojtarifné meranie - priamovýhrevné vykurovanie	8891

Tabuľka 2 Priemerná spotreba podľa tarífov Zdroj: ZSE

Relatívne rozdelenie taríf vychádza z percentuálneho podielu množstva domov, v našom prípade 816 domácností. Najväčšie zastúpenie má taríf DD2 bez elektrického vykurovania a bez ohrevu teplej úžitkovej vody. Druhý najväčší podiel zaberá taríf DD1 nasledovaný DD3 s rozdielom len 6 %. To vypovedá mnoho o domácnostiach a o tom ako sú ľudia zvyknutý hospodáriť s energiami, zdraženie zemného plynu v minulosti viedlo mnoho ľudí k návratu k pevným palivám najmä k drevu, ktoré používajú na vykurovanie. Ohrev TUV je zabezpečovaný stále plynom, postupný pokles jeho ceny už ale nezaznamenal tak značný návrat k opätovnému vykurovaniu prostredníctvom plynu. Toto zistenie odráža chovanie obyvateľov v malých mestách a obciach, ktorí preferujú čo najnižšie ceny energií. Čoraz viac obyvateľov, nielen mladej generácie pri prestavbe a výstavbe nových bytových jednotiek premýšľa a implementuje energeticky nenáročné technológie. K nim sa postupne pripájajú aj staršie generácie, čo postupne pretvára jednoduché domy na moderne vybavené domy.

Taríf	Relatívne	Absolútne	[kWh/rok]	[Abs*kWh]
DD1	16,7 %	135,3	786,0	106 322,2
DD2	63,5 %	514,4	2 280,0	1 172 718,0
DD3	11,3 %	91,5	3 854,0	352 756,6
DD4	1,5 %	12,2	6 276,0	76 253,4
DD5	1,5 %	12,2	8 891,0	108 025,7
DD6	2,0 %	16,2	11 558,3	187 244,5
DD7	3,0 %	24,3	550,2	13 369,9
DD8	0,5 %	4,1	10 669,2	43 210,3

Tabuľka 3 Relatívna a absolútna spotreba energie - Trenčianska Teplá Zdroj: Vlastná tvorba z dát ZSE



Graf 3 Pomer taríf v priemernej obci Zdroj: Vlastná tvorba



Z grafického znázornenia je jasne vidieť prevahu tarifu DD2 používaného v domácnostiach. Tento tarif zodpovedá stupňu elektrizácie B - 11 kW, celý projekt bude ale nadimenzovaný na stupeň elektrizácie C – 21 kW, v tomto stupni elektrizácie využívajú domácnosti el. energiu na ohrev TUV, vykurovanie a spotrebiče. Nasledujúca tabuľka zobrazuje potrebný výkon pre domácnosti v uvedenom stupni elektrizácie C. Predpokladom je zvýšenie spotreby elektrickej energie domácností s tarifmi DD1 a DD2 v nadväznosti na zlacnenie ktoré bude spôsobené prechodom na solárnu energiu a snaha o jej maximálne využitie.

Domácnosti	Stupeň elektrizácie C [kW]	Koeficient $\beta_{\infty}$	Celkovo [kW]
816	21,0	0,2	3 427,2

Tabuľka 4 Výpočet energetickej náročnosti Zdroj: Vlastná tvorba na základe normy STN 332130

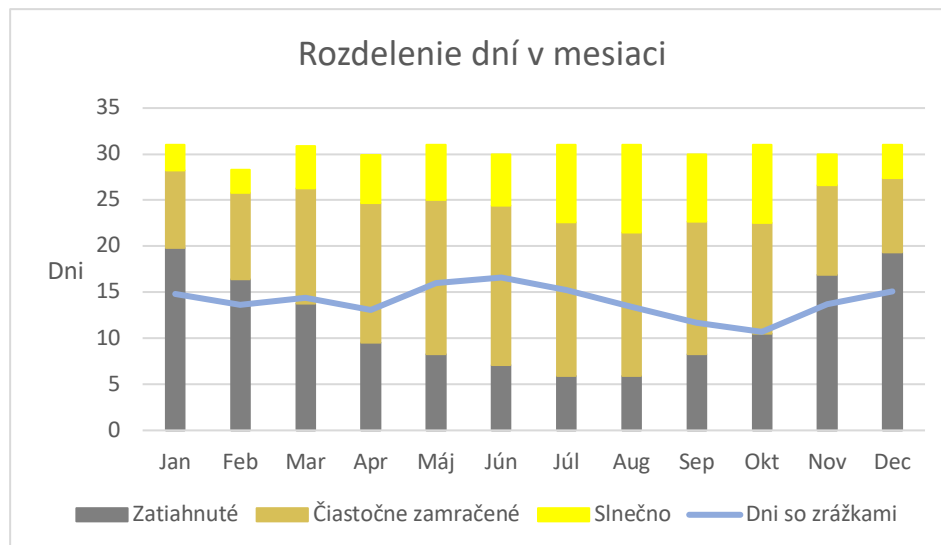
## 2. Návrh fotovoltického systému a doplnkového zdroju energie

Návrh fotovoltického systému a úschovy batérie sa vychádza z priemernej spotreby domácnosti v danej elektrifikácii a z podnebia zvolenej lokality. Na základe rozdelenia tarífov a bola do projektu bola zvolená batéria PowerWall od spoločnosti Tesla s celkovou kapacitou 13,5 kWh a možnosťou komunikácie s domácnosťou prostredníctvom mobilnej aplikácie. Výkon solárnej elektrárne bol navrhnutý v súlade s požiadavkami nabíjania zvolenej batérie a z analýzy slnečných dní v danej oblasti.

### Trenčianska Teplá

	Jan	Feb	Mar	Apr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Slnečno	3	3	5	5	6	6	8	10	7	9	3	4
Čiastočne zamračené	8	9	13	15	17	17	17	16	14	12	10	8
Zatiahnuté	20	16	14	10	8	7	6	6	8	11	17	19
Dni so zrážkami	15	14	14	13	16	17	15	13	12	11	14	15
Slnečno + čiastočne (dni)	11	12	17	20	23	23	25	25	22	21	13	12
Priemer slneč + čiast.zamr (h)	3	3	5	5	7	8	8	8	6	6	2	2
Počet (h) za mesiac	28	36	77	102	148	172	201	201	130	113	26	18
Priemer slnečných 4-10 Mesiac (h)	7											
Priemer ostatné mesiace (h)	3											

Tabuľka 5 Slnečné, oblačné a daždivé dni Zdroj: Meteoblue



Graf 4 Rozdelenie dní v mesiaci Zdroj: Meteoblue

Z analýzy slnečných dní bola vypočítaná priemerná doba slnečného žiarenia v období od Apríla do Októbra 7\*hodín ktorá dosahuje maximálnu hodnotu tj. 1000 w/m<sup>2</sup> Ožiarenie , v ostatných mesiacoch sú to len 3 hodiny slnečného svitu.

\* Pre výpočet sa do úvahy berie súčet slnečných a čiastočne zamračených dní pričom:

- Slnечно <20 % výskyt oblakov
- Čiastočne zamračené 20–80 % výskyt oblakov
- Zamračené > 80 % výskyt oblakov



## Tesla POWERWALL 2 AC

- AC energy 13,5 kWh
- Výstup 230 V
- Doporučený trvalý výstupný výkon 3,3 kW
- Max trvalý výkon 5 kW
- Max špičkový výkon (10s) 7 kW
- Efektivita: 89 %
- Prevádzka -20 až +50°C
- **4500 €**



Powerwall je domáca batéria, ktorá ukladá energiu zo solárnej sústavy alebo z rozvodnej siete a sprístupňuje ju na požiadanie. Dokáže napájať dom v noci, počas menej slnečných dní alebo ho zálohovať v prípade výpadku elektrickej energie. Vďaka zabudovanému batériovému invertoru je Powerwall kompaktný a ľahko sa integrovať do domácnosti, ktorá využíva fotovoltické panely. Zároveň má možnosť ovládania prostredníctvom mobilnej aplikácie a dokáže inteligentne monitorovať a vyhodnocovať aktuálne požiadavky spotreby domácnosti. Jednou s ďalších výhod je možnosť implementácie do Smart Grid a virtuálnej elektrárne.

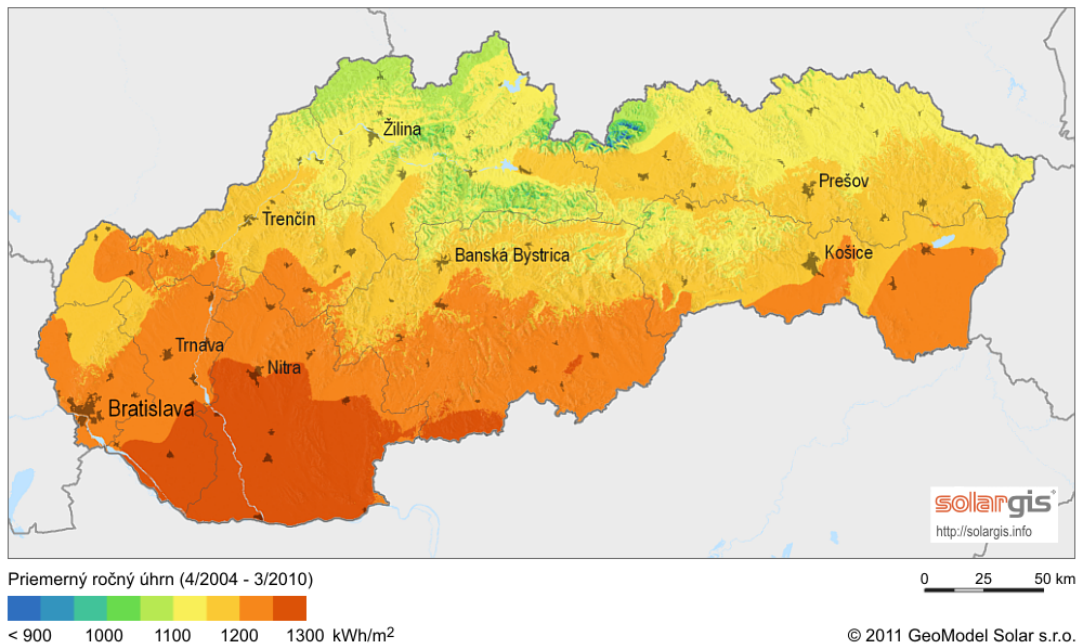
Batéria [kWh]	Permanentne [kW]	Min. počet článkov	Ideálny počet článkov
13,5	2,03	8	12

Tabuľka 6 Výpočet počtu solárnych článkov Zdroj: Vlastná tvorba

Permanentný výkon sa vypočítal ako podiel kapacity batérie a priemerného počtu slnečných hodín za mesiace Apríl – Október [7h]. Ten sa následne podelil výkonom jedného panelu, dostali sme tak minimálny počet panelov. Ostatné mesiace majú priemerný počet slnečných hodín [3h], preto je ideálny počet panelov o 50 % navýšený.

Solárne panely navrhnuté pre solárny systém sú od spoločnosti PV solarsys. Polykrystalické panely s výkonom 250 Wp sú najviac rozšírenými, dostupnými a spoľahlivými panelmi na našom území, ktoré zároveň spĺňajú požiadavky na získanie dotácie z Európskej únie. Vypočítaný výkon fotovoltického systému je 3,0 kWp, pri celkovom množstve 12 panelov s potrebnou plochou 20 m<sup>2</sup>.

Zo solárnej mapy pre Slovenskú republiku vo zvolenej lokalite priemerný ročný úhrn žiarenia dosahuje hodnotu 1175 kWh/m<sup>2</sup>. Panely od výrobcu PV-Solarsys MD P 60 PX o výkone 250 WP dosahujú účinnosť 15,37 %. Pri počte panelov 12 ks majú účinnú plochu 20 m<sup>2</sup>. Prepočet maximálnej získanej energie pri tejto ploche činí hodnotu 3 612 kWh/rok. Po prepočítaní na dni by to predstavovalo 268 dní plného nabitia batérie. Pokiaľ sa pozrieme na rozdelenie doterajších tarífov spotreby elektrickej energie v jednotlivých domácnostiach s použitím 13,5 kWh batérie s jedným cyklom za deň, zistíme že kapacita batérie postačuje na spotrebu v tarífach DD1, DD2, DD3, DD7. Ostatné tarify by potrebovali dve batérie na úplnú sebestačnosť alebo budú čerpať potrebnú energiu z navrhovaného storage systému BPS.



Obrázok 15 Slničná mapa Slovensko Zdroj: Solargis

Tarif	1 cyklus/deň [dni]	0,8 cyklu/deň [dni]	
DD1	59,5	74,4	
DD2	172,7	215,9	
DD3	292,0	365,0	
DD4	475,5	594,3	
DD5	673,6	842,0	
DD6	875,6	1 094,5	
DD7	41,7	52,1	
DD8	808,3	1 010,3	
			<b>Dotované</b>
			<b>Presne</b>
			<b>Prebytok</b>

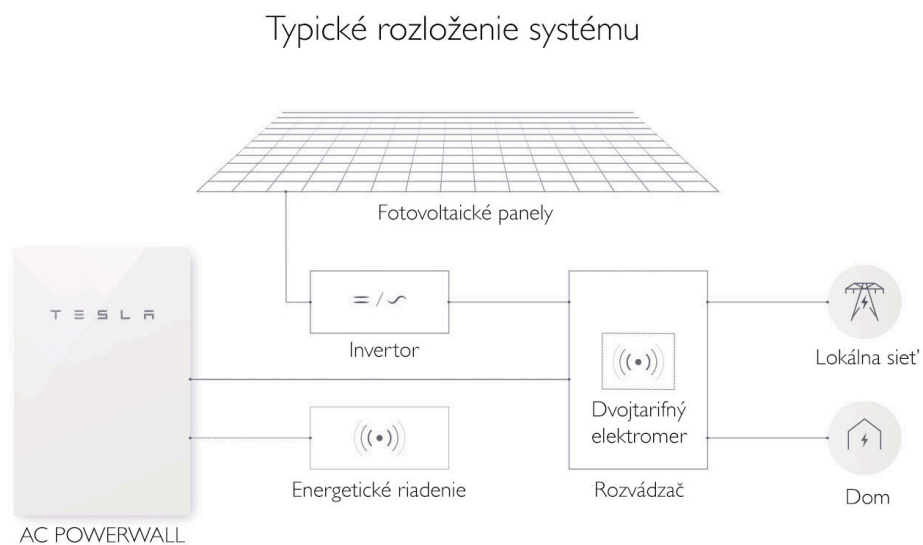
Tabuľka 7 Overenie dostatočnej kapacity batérie podľa tarifov Zdroj: Vlastná tvorba

V tabuľke 7 je overenie dostatočnej kapacity zvolenej batérie pre jednotlivé tarify. Ročná spotreba pri jednotlivých tarifoch je rozdelená kapacitou batérie ( predpoklad jedného cyklu za deň ). Tu jasne vidíme, že zvolená batéria dostatočne vyhovuje tarifom DD1, DD2, DD3 a DD7. Ideálny stav pre batériu je nedosiahnutie hlbokého vybitia každý deň, preto sme cyklus znížili o 20 %, pri predpoklade tohto cyklu sme zistili že batéria spĺňa presne požiadavky na ročnú spotrebu domácností s tarifom DD3. Tarif DD3 je pre domácnosti s ohrevom TUV a elektrickým vykurovaním.

Systém solárnej elektrárne sa skladá z fotovoltaických panelov, invertora, batérie a inštaláčného materiálu. (Obrázok 15) Cena za kompletný systém pre jeden dom je vypočítaná na **7 362,7 €** v cene už sú zahrnuté dotácie, ktoré je možné získať z projektu

„Zelená domácnostiam“ ktorý je financovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Domácnosti tak môžu získať príspevok na malé fotovoltaické zariadenie s výkonom do 10 kW, ktoré im umožní premeniť slnečnú energiu na elektrinu.

Možná dotácia je 1 100 € a 900 € na 1 kW inštalovaného výkonu fotovoltaických panelov presahujúceho 1 kW inštalovaného výkonu pri inštaláciách s celkovým výkonom nad 1 kW. Maximálna výška podpory je 2 450 € na inštaláciu + bonus za akumuláciu elektriny je 180 €/kWh kapacity akumulátora určenej pri dobe vybíjania maximálne 100 hodín; kapacita akumulátora je podporovaná len v rozsahu výroby elektriny za 2 hodiny pri podporovanom výkone inštalovaného zariadenia stanovenom pri štandardných testovacích podmienkach (ožiarenie 1000 W/m<sup>2</sup>, teplota panelu 25 °C), maximálne však 5 kWh na inštaláciu. ( Zelená domácnostiam, 2018) Suma musí byť navýšená o náklady budovania lokálnej siete, prípojky, rozvádzaču, elektromeru a inštalácie, všetky investičné náklady sú zobrazené v tabuľke 8. Celková investícia domácnosti je vo výške 8149,4 €.



Investícia domácnosti			
Produkt	Počet	[€/ks]	Spolu [€]
Solárne panely	12	200	2400
Invertor trojfázový	1	1179	1179
Batéria	1	4500	4500
Hlavný vypínač DC	1	300	300
Medzisúčet			8 379,0 €
Inštalácia + materiál		20 %	10892,7
Dotácia na solárny systém		2450	8442,7
Dotácia na batériu		1080	7362,7
Elektromer 2tarifný	1	135	7497,7
Elektromerový rozvádzač	1	250	7747,7
Lokálna sieť AIKY J 3x240+120	15	17	8002,7
Montáž		30 %	8079,2
Prípojka CYKY J4x10	15	3,6	8133,2
Montáž		30 %	8149,4
Spolu			8 149,4 €

Tabuľka 8 Investícia domácnosti Zdroj: Vlastná tvorba

## 2.1. Návrh doplnkového zdroju energie

Vypočítaný rozdiel medzi energiou dodanou batériami a potrebnou energiou pre rodinné domy vypočítaný v tabuľke 9 činí 734,4 kW pri permantnej spotrebe 3,3 kW každej domácnosti. Takýto stav pravdepodobne nikdy nenastane ale sieť musí byť dimenzovaná a pripravená aj na takúto možnosť. V modelovom prípade ide o zahrnutie len rodinných domov s jednou maximálne dvomi domácnosťami. Bytové jednotky s väčším počtom bytov sú vynechané z dôvodu nízkej vyťažiteľnosti elektrickej energie z nainštalovaných solárnych panelov na strechu takéhoto panelového domu, tak aby boli schopné nabiť batérie umiestnené v každej bytovej jednotke. Problematika sa dá ďalej riešiť a rozvíjať, v tomto projekte však nie je zaradená.

Domácnosti	Stupeň elektrizácie C [kW]	Koeficient $\beta_{\infty}$	Celkovo [kW]
816	21,0	0,2	3 427,2
Domácnosti	Optimálny výkon z baterky [kW]		Celkovo [kW]
816	3,3		2 692,8
Rozdiel potrebného výkonu a výkonu z Powerwall-ov			734,4

Tabuľka 9 Výpočet potrebnej doplnkovej energie Zdroj: Vlastná tvorba

Potrebný elektrický výkon: **734,4 kW\***

\*Ideálny prípad kedy solárne panely nabijú všetky baterky na 100 % ich kapacity a každá domácnosť bude mať permanentnú spotrebu 3,3 kW.

Požadovaný elektrický výkon z BPS 200 kW + energy storage s kapacitou 1 600 kWh.

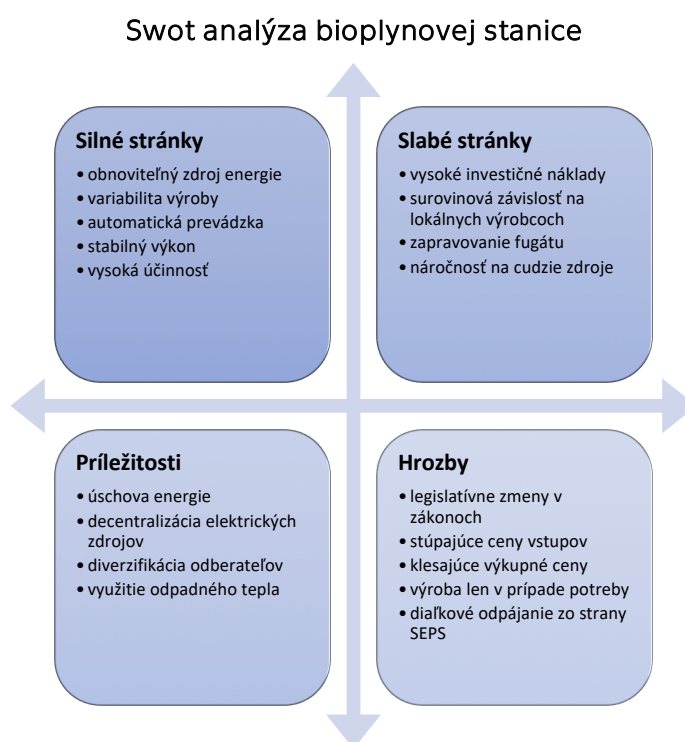
Bioplynové stanice sú najvhodnejším kandidátom pre projekt virtuálnej elektrárne, pretože dokážu zabezpečiť dodávku elektrickej energie v dňoch kedy nebude dostatok slnečného svitu na pokrytie spotreby zo solárnych panelov umiestnených na rodinných domoch. BPS vie zároveň regulovať svoj výkon vo veľmi krátkej dobe, to umožňuje efektívne využívať distribúciu elektrickej energie medzi sieťou solárnych panelov, BPS a verejnou sieťou.

V zimných mesiacoch kedy solárne panely na rodinných domoch nie sú schopné pokryť spotrebu domácnosti v plnom rozsahu, bude tento deficit dodávať BPS prostredníctvom veľkého energy storageu do jednotlivých domácností za predom stanovenú cenu, ktorú bude vypočítavať každý rok fond, ktorý spravuje lokálnu sieť. Koľko každá domácnosť odoberie energie je dané inštalovaným dvojtarifným elektromerom. Naopak v letných mesiacoch kedy budú solárne panely produkovať nadbytok elektrickej energie oproti požadovanej spotrebe, bude tento nadbytok dodávaný prostredníctvom lokálnej siete do veľkého energy storageu. Bioplynová stanica zníži svoju vlastnú produkciu, keďže do verejnej siete ale musí dodávať stále konštantné množstvo elektrickej energie, tento rozdiel pokryje prostredníctvom energy storageu.

Bioplynová stanica má podpísanú výkupnú cenu, za ktorú dodáva elektrickú energiu do verejnej siete, táto hodnota je niekoľkonásobne vyššia než cena energie distribuovaná v lokálnej sieti a z toho jej plynú výhody v podobe zvyšovania svojho zisku pri zachovaní konštantných tržieb ale znížených nákladoch. Úspory na vstupných nákladoch sa dosahujú znížením výkonu v slnečných dňoch počas letných mesiacov. Dochádza tak k efektívnemu využívaniu nielen vstupných zdrojov ale aj redistribúcií energie z lokálnej siete. Cena za ktorú domácnosti nakupujú v prípade potreby je rovnaká ako cena dodávaná do lokálnej siete.

Tak sa docielia nulové náklady na energiu pre domácnosti, ktorým sa vyrovná nákup v zimných mesiacoch s dodávkou v letných mesiacoch. Pokiaľ bude domácnosť energeticky nenáročná môže dokonca dôjsť k získaniu finančných prostriedkov, v opačnom prípade energeticky náročných domácností dôjde síce k platbám za energiu ale v niekoľkonásobne nižšej sadzbe ako by tomu bolo v prípade napojenia na verejnú sieť.

Ako už bolo spomenuté, v prípade že dôjde k obmedzovaniu odberu elektriny od malých výrobcov z OZE zo strany prevádzkovateľa distribučnej siete, bude to mať negatívny vplyv na tržby BPS a v konečnom dôsledku aj na cash-flow. K tomu sa pripája tlak na znižovanie výkupných cien a postupný rast nákladov. Posledné zvyšovanie nákladov spôsobila zmena v zákone, ktorá nariadila prekrytie všetkých otvorených skladovacích plôch a dávkovacích zariadení. V ďalšom prípade je to novela zákona o odpadoch, ktorá priniesla obmedzenia pri likvidácii plastových obalov zo silážovania. Majitelia BPS sa budú musieť zamyslieť nad možnosťami ako sa vysporiadajú s týmito uzatvárajúcimi nožnicami. Navrhnutý systém je jednou s možností ako udržať trvalo udržateľný rozvoj, a vychádza ako jedna možnosť zo SWOT analýzy prostredia:



Obrázok 17 Swot analýza BPS Zdroj: Vlastná tvorba

Zvolená stanica sa nachádza v oblasti Trenčianskej Teplej na okraji obce, v blízkosti poľnohospodárskeho družstva a cukrovaru. Vstupnou surovinou pre BPS sú rezky z cukrovej repy. Výkon stanice ktorý môže dodávať do siete je max 0,999 MW. Pracuje s jednou kogeneračnou jednotkou a môže produkovať výkon až 1,2 MW, teplo ktoré vzniká pri kogenerácii sa momentálne využíva len na vykurovanie fermentorov v zimných mesiacoch.

Dostatočné množstvo cukrovarníckych rezkov spolu s možnosťou pestovania kukuričnej siláže umožňuje navýšenie výroby až na maximálnu hodnotu 1,2 MW. Tento rozdiel vo výkone ktorý nemôže byť dodaný do verejnej siete by bol uchovaný v navrhnutom storage systéme, ktorý bude plniť úlohu doplnkového zdroju pre rodinné domy v prípade nedostatku energie zo solárnych panelov alebo v prípade špičkového zaťaženia lokálnej siete. Návrh energy storage systému vychádza z možného navýšenia výkonu BPS, ten predstavuje v konkrétnom prípade hodnotu 200 kW. Pre prácu boli zvolené dve odlišné technológie, prvá z vybraných batérií pracuje na báze Líthia. Tieto batérie sú pomerne drahé a ich životnosť nie je veľmi vysoká.

### Tesla POWERPACK 50 kW/210 kWh

Každý Powerpack je DC energy storage, ktorý obsahuje 16 samostatných batériových packov s chladiacim systémom a senzormi, ktoré monitorujú a vyhodnocujú stav batérií. Powerpack je integrovaný akumulátorový systém, napájaný striedavým prúdom, so všetkým potrebným na pripojenie k budove alebo verejnej sieti. (Tesla,2017)



Obrázok 18 Tesla powerpack Zdroj: Tesla

#### Systémová špecifikácia

- AC voltage 380 to 480V, 3 fázy
- Energy capacity 210 kWh (AC)
- Power 50kW (AC)
- Depth of Discharge 100 %
- Operating temperature od -30°C do 50°C
- Možnosť skladania do celkov
- Cena **38 000 €**

Powerpacky umožňujú skladanie do celkov a tak sú navrhnuté na využitie najmä pre obnoviteľné zdroje energií ako je veterná a solárna energia. Výrobca uvádza budovanie mikro sietí ako jednu z ďalších možných inštalácií kde sa Powerpacky dajú použiť v ostrovnej prevádzke odpojenej od verejnej siete. Môžu tak pracovať nezávisle a posilovať tak celkovú odolnosť mikro siete. Powerpacky sú navrhnuté taktiež tak, aby mohli slúžiť ako podpora prenosu a distribúcie energie. Tak, aby sa oddialila alebo odstránila potreba modernizácie infraštruktúry, zabezpečila sa regulácia frekvencie a v neposlednom rade vytvorila rezerva v sieti. Ďalšou možnosťou sú takzvané flow batérie založené na prírodnom elektrolyte ako je napríklad:

#### ESS<sup>INC</sup> IRON – FLOW Battery (IFB) 50 kW/400 kWh

Batéria funguje na princípe železa, soli a vody z ktorého vytvára elektrolyt, tento elektrolyt nezaťažuje životné prostredie, je k nemu šetrný a zároveň veľmi lacný. Batérie umožňujú hlboké vybíjanie a nabíjanie bez degradácie, dosahuje životnosť viac než 20 000 cyklov. Tak ako konkurenčné prevedenie, aj táto batéria má v sebe integrovaný komunikačný a monitorovací systém. IBF je navrhnutá tak aby sa dala použiť v aplikáciách ktoré vyžadujú ostrovnú prevádzku, ale aj ako storage systém obnoviteľných zdrojov energie vyrovnávajúci nepravidelné výkony.

Na rozdiel od typických batérií, ktoré sú balené ako fixné celky alebo moduly, IBF batéria umožňuje oddelenie výkonu od kapacity. Výsledkom je, že užívatelia majú flexibilitu pri používaní batérie pre rôzne prípady simultánne.



Obrázok 19 ESS<sup>INC</sup> IRON – FLOW Battery Zdroj: ESS



### Systémová špecifikácia

- AC voltage 480 V, 3 fázy
- Energy capacity 400 kWh
- Power 50kW (AC)
- Depth of Discharge 100 %
- Operating temperature od -5°C do 50°C
- Možnosť skladania do celkov
- 20 000 cyklov
- ALL- IN (bez nutnosti nákupu ďalších komponentov)
- Cena **64 400 €**

Tento energy warehouse je založený na elektrolite vytvoreného z vody, soli a železa. Nevýhodou tohto elektrolitu je jeho obmedzená funkčnosť v exteriéri obzvlášť v zime. Funkčnosť warehousu je do -5°C, v záujmovej geografickej lokalite klesne teplota v zimných mesiacoch bežne pod túto minimálnu hranicu. Inštalácia by vyžadovala doplnenie kontajnerov vykurovacími telesami. Do projektu boli zvolené vykurovacie telesá na teplú vodu, pretože BPS pri svojom chode vyrába okrem elektrickej energie aj teplú vodu. Umiestnenie warehousu do objektu ku kogeneračnej jednotke v tomto prípade nie je možné. Investičné náklady budú obsahovať základovú dosku, energy storage systém a potrebnú inštaláciu. Podrobne rozpísané v nasledujúcich tabuľkách.

<b>Investícia BPS - TESLA</b>			
Produkt	Počet	[€/ks]	Spolu [€]
Stavebné úpravy, základová doska	1		4 000
Powerpack	8	38 000	304 000
Invertor	2	43 000	86 000
Káble + inštalácia	1	6 000	6 000
<b>Medzisúččet</b>			<b>400 000,0 €</b>
Lokálna sieť AIKY J 3x240+120	60	17	401 020
Elektromer 2tarifny	1	135	401 155
Montáž		0,2	401 386
<b>Spolu</b>			<b>401 386,0 €</b>

Tabuľka 10 Výška investície BPS- TESLA Zdroj: Vlastná tvorba

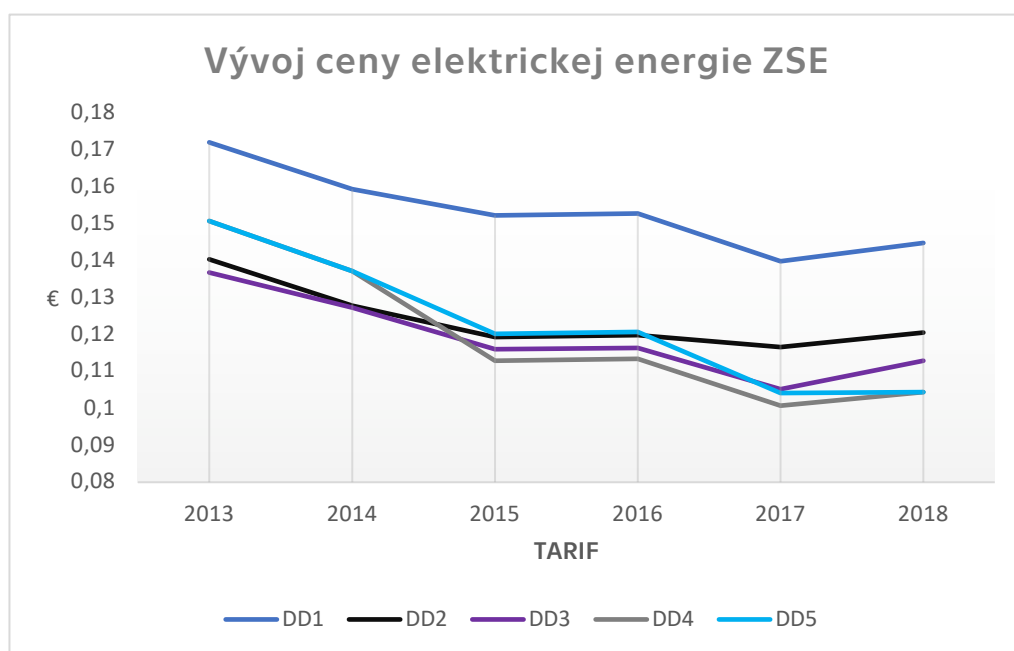
<b>Investícia BPS - ESS</b>			
Produkt	Počet	[€/ks]	Spolu [€]
Stavebné úpravy, základová doska	1		4 000
ESS IFB	4	64 400	257 600
Káble + inštalácia	1	6 000	6 000
Vykurovanie	4	120	480
<b>Medzisúččet</b>			<b>267 600,0 €</b>
Lokálna sieť AIKY J 3x240+120	60	17	268 620
Elektromer 2tarifny	1	135	268 755
Montáž		0,2	268 986
<b>Spolu</b>			<b>268 986,0 €</b>

Tabuľka 11 Výška investície BPS – ESS Zdroj: Vlastná tvorba

### 3. Ekonomické hodnotenie Investičného zámeru

#### Investícia domácností

Na celý investičný zámer sa musíme pozrieť z dvoch strán. Jedna strana je domácnosť, ktorá musí vynaložiť investíciu v ktorej je zahrnutý solárny systém a prislúchajúca časť lokálnej siete. Potrebné Cash-flow nám plyní z ročných platieb za elektrickú energiu z verejnej siete na ku ktorej sú domácnosti pripojené v súčasnosti. Musíme preto vychádzať z plánovaného vývoja cien elektrickej energie na území Slovenska. V teoretickej časti bolo spomenuté, že v nasledujúcich rokoch dôjde k nárastu cien elektrickej energie v dôsledku oneskoreného dvojročného vplyvu doplatkov na OZE. Zvyšovanie cien začalo v roku 2017, plánovaná reforma ktorá má obmedziť zdražovanie energie je od roku 2019, to znamená že k postupnému relatívnemu znižovaniu elektrickej energie dôjde najskôr v roku 2020. Celkovo bude cena elektrickej energie mať aj naďalej rastúce tempo ale výrazne pomalšie.

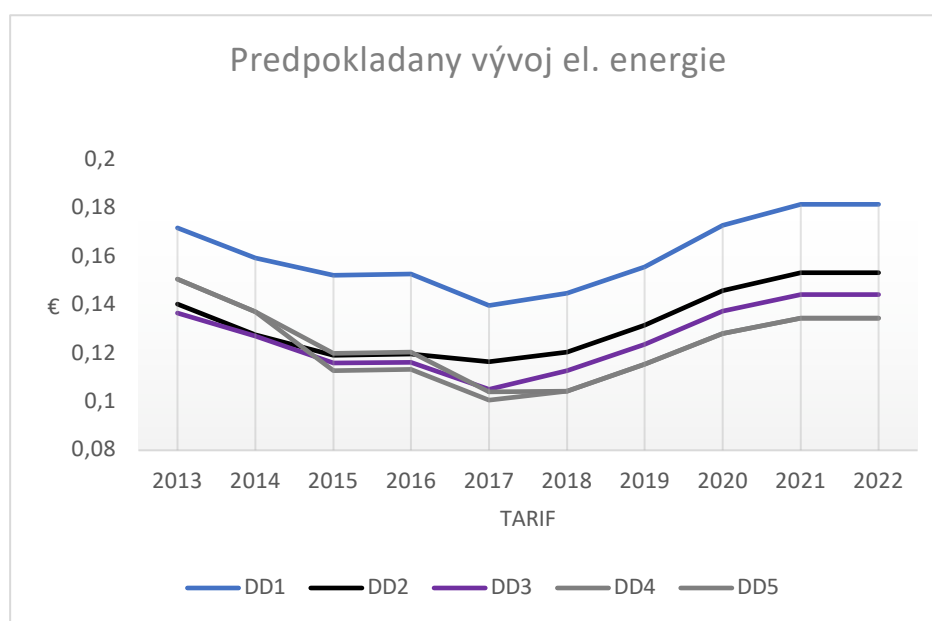


Graf 5 Vývoj cien elektrickej energie Zdroj: ZSE

ZSE	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
odberné miesto [€/mes.]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	
Tarif							
DD1	2,35840	0,171985	0,159385	0,152225	0,152770	0,139807	0,144807
DD2	5,87592	0,1403292	0,127729	0,119233	0,119749	0,116578	0,120578
DD3	9,44244	0,136753	0,127189	0,115975	0,116329	0,105178	0,112828
DD4	14,28000	0,150699	0,137149	0,112957	0,113473	0,100719	0,104419
DD5	14,28000	0,150699	0,137149	0,120157	0,120673	0,104139	0,104419

Tabuľka 12 Vývoj cien elektrickej energie Zdroj: ZSE

Z grafu a tabuľky ďalej vidíme že najväčšie zdraženie zaznamenal tarif DD3, nasledoval ho tarif DD1 a najrozšírenejší DD2 stúpa len mierne. Na konci roku 2017 zaplatila domácnosť s tarifom DD2 za rok 336,31€. Predpokladaný vývoj elektrickej energie je zobrazený v nasledujúcom grafe:



Graf 6 Predpokladaný vývoj el. energie Zdroj: Vlastná tvorba na základe dát zo ZSE a ÚRSO

Pre výpočet hodnotenia investície domácností bola použitá metóda čistej súčasnej hodnoty. Diskont pre hodnotenie investície domácností bol vypočítaný z výšky bezrizikovej úrokovej miery odvodený od štátnych dlhopisov na základe dát z Národnej banky Slovenska a výšky úroku dlhodobých termínovaných vkladov. Vypočítaná hodnota 2,21 % bola použitá ako diskontná miera v hodnotení investície domácnosti. Diskontná miera pre domácnosti by sa dala určiť okrem použitého výpočtu určiť aj ako výnosnosť štátnych dlhopisov plus prirážka za rizikovosť projektu. Rizikovosť projektu je z pohľadu domácností minimálna, pretože inštalované

fotovoltaické panely a Powerwally sú bez údržbové, preto by diskontná miera vyšla v rovnakej sadzbe. K výraznejšej zmene diskontnej sadzby by prispelo započítanie rizikovosti celkového projektu, ktorá je vysoká. ( za predpokladu spojenia minimálne 350 domácností) Zvýšenie diskontnej sadzby na rozpätie 15-20 % by spôsobilo ešte viac zápornejšie hodnoty NPV. Výpočet doby návratnosti vychádza z predpokladaného vývoja cien elektrickej energie v nasledujúcich piatich rokoch. Jednotlivé ročné platby za elektrinu vstupujú ako Cash-Flow domácností a sú diskontované vypočítanou sadzbou.

Pri dobe návratnosti 5. rokov a výške investície 8149,40 € sa investícia ani jednej domácnosti nevráti, pri akomkoľvek použitom tarife. Ceny elektrickej energie by museli narásť skokovo o 50 % aby sa investícia oplátila a NPV dosiahlo kladné hodnoty za 10 rokov také zdraženie cien má ale zanedbateľnú pravdepodobnosť v nasledujúcich 5 respektíve 10 rokoch.

Rok	0	2018	2019	2020	2021	2022	NPV [€]
<b>DD1</b>	-8 149,40	142,09	150,73	164,21	179,16	186,70	<b>-7 380,69</b>
Diskont		139,02	144,30	153,80	164,18	167,41	
Kumul		-8 010,38	-7 866,08	-7 712,28	-7 548,10	-7 380,69	
<b>DD2</b>	-8 149,40	345,43	370,51	403,51	440,14	458,62	<b>-6 264,23</b>
Diskont		337,97	354,69	377,94	403,35	411,22	
Kumul		-7 811,43	-7 456,74	-7 078,80	-6 675,45	-6 264,23	
<b>DD3</b>	-8 149,40	548,15	590,54	643,04	701,31	730,71	<b>-5 147,59</b>
Diskont		536,32	565,33	602,29	642,69	655,18	
Kumul		-7 613,08	-7 047,76	-6 445,47	-5 802,77	-5 147,59	
<b>DD4</b>	-8 149,40	826,69	895,73	975,41	1 063,86	1 108,48	<b>-3 600,62</b>
Diskont		808,85	857,48	913,60	974,94	993,91	
Kumul		-7 340,55	-6 483,07	-5 569,46	-4 594,53	-3 600,62	
<b>DD5</b>	-8 149,40	1 099,75	1 197,55	1 310,43	1 435,73	1 498,95	<b>-2 039,83</b>
Diskont		1 076,01	1 146,41	1 227,40	1 315,73	1 344,02	
Kumul		-7 073,39	-5 926,97	-4 699,58	-3 383,85	-2 039,83	

Tabuľka 13 Npv jednotlivých tarífov Zdroj: Vlastné spracovanie

Jedná sa ale o dlhodobú investíciu na niekoľko desiatok rokov, ak by sa od roku 2022 naplnil predpoklad opätovného klesania cien elektrickej energie každoročne o 5% investícia domácností v horizonte 10. rokov by sa nevrátila ani jednému tarifu ktorý je najrozšírenejší. Vrátila by sa len domácnostiam ktoré používajú tarif DD4 s podielom 1% a DD5 s podielom 2% v danej lokalite. Tesla v súčasnosti nemá udávanú dobu životnosti batérie, ale podľa odborných odhadov sa jedná o horizont 10. rokov kedy bude musieť byť vymenená alebo z repasovaná. Doposiaľ neboli zverejnené oficiálne informácie ako sa bude postupovať po dobe životnosti batérie Tesla.

Tarif	NPV [€]
DD1	-6 660
DD2	-4 494
DD3	-2 327
DD4	678
DD5	3 745

Tabulka 14 NPV tarifov v horizonte 10. rokov Zdroj: vlastné spracovanie

Pozrime sa ale na celú situáciu z inej strany, v novobudovaných štvrtiach a mestských častiach by táto myšlienka naberala úplne iný rozmer. Domácnosti by nemuseli platiť pripojovacie poplatky a znížili by sa aj náklady na prípojky.

Technológia výroby batérií ide ale neustále dopredu a tak sa dá očakávať že v nasledujúcich rokoch dôjde k zníženiu ceny domácich batérií na prijateľnú úroveň a celý navrhnutý systém by sa mohol dostať zo záporných čísel.

### Investícia bioplynovej stanice

Pre vlastníka bioplynovej stanice sú obmedzujúce najmä stúpajúce ceny nákladov, ktoré sú tvorené nielen zvyšujúcou sa cenou samotného vstupného materiálu ale aj legislatívnymi zmenami. Výkupné ceny energií by sa pre súčasných producentov nemali výrazne meniť, môže však dôjsť k znižovaniu požadovanej dodávky elektrickej energie do verejnej siete. Navrhnuté riešenie umožňuje v letných mesiacoch znížiť produkciu BPS použitím energetického storage-u. Jednotlivé solárne elektrárne umiestnené na rodinných domoch produkujú v letných mesiacoch oveľa väčšie množstvo energie ako spotrebujú domácnosti. Tieto prebytky sa budú uchovávať v storageoch a ten bude elektrinu distribuovať prostredníctvom BPS do verejnej siete. Pri výpočtoch sa počítalo s priemerným denným slnečným svitom len 8 hodín, ale v sile 1000 w/m<sup>2</sup> v zvolenej lokalite je denný slnečný svit omnoho dlhší. BPS bude môcť v letných mesiacoch znížiť dodávanú energiu vlastnej výroby a nahradiť ju energiou produkovanou zo solárnych systémov domácností.

Prioritou domácností je nabitie ich vlastnej batérie na plnú kapacitu a až následne odvedú prebytočnú energiu do lokálnej siete, BPS bude túto energiu vykupovať za stanovenú cenu 0,03 €/kWh. Táto cena reflektuje priemernú cenu elektrickej energie vyrobenej zo solárnych panelov domácností. V zimných mesiacoch bude priebeh opačný. V prípade nedostatku bude domácnosť nakupovať el. energiu zo storage systému za rovnakú cenu. Energeticky nenáročným domácnostiam sa vyrovná bilancia nákupu a predaja, dokonca by sa mohli dostať za určitých podmienok do plusu. Oproti

tomu energeticky náročné domácnosti budú musieť doplácať, ale za cenu oveľa nižšiu ako v prípade nákupu od klasickej distribučnej spoločnosti.

Energy storage má zvolenú kapacitu 1600 kWh (Tesla 1680 kWh). Jeho veľkosť vychádza z najvyššieho možného navýšenia produkcie BPS to znamená z 1000 kW na 1200 kW s čo najefektívnejším využitím a zároveň z maximálneho potrebného napájania rodinných domov v zimných mesiacoch. Celkový počet zásobovaných domácností je 816.

Mesiac	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Voľné hodiny do siete	-2,0	-1,5	0,0	0,5	2,0	3,0	3,5	3,5	1,5	1,0	-2,5	-3,0
kWh do siete				1,5	6	9	10,5	10,5	4,5	3		
Počet domácností na nabitie storageu/ deň				1067	267	178	153	153	356	534		
Počet voľných domácností					549	638	663	663	460	282		

Tabuľka 15 Bilancia rozdelenia domácností Zdroj: Vlastné spracovanie

Voľné hodiny do siete predstavujú rozdiel priemerného počtu slnečných hodín v danom mesiaci a dobu nabíjania Powerwallu ( 4,5 h ). Následne je možné vypočítať voľné kWh, ktoré sú systémy schopné dodať do lokálnej siete na nabitie storage systému, a koľko domácností je potrebných na jeho nabitie. Z tabuľky 15 je vidieť, že domácnosti sú schopné dodávať do systému prebytočnú energiu v letných mesiacoch od mája do októbra, presne 6 mesiacov. Ďalších 6 mesiacov bude BPS dodávať energiu naspäť domom a splní sa tak navrhnutá bilancia príjmu a výdaju el. energie. Vstupné suroviny ktoré by v týchto mesiacoch BPS ušetrila znížením výkonu, spotrebuje v rovnakom množstve v zimných mesiacoch.

Počas letných mesiacov nám ostáva nadpolovičné množstvo voľných domácností, ktoré produkujú el. energiu, tú distribuujú taktiež do lokálnej siete, túto energiu BPS odkupuje a predáva prostredníctvom svojho pripojenia na verejnú sieť, nemôže distribuovať ale viac než zazmluvnených 0,998 kW. Z tohto dôvodu si môže dovoliť znížiť svoj výkon, znížiť vstupné suroviny a v konečnom dôsledku znižovať náklady. Navýšenie tržieb dosiahne prostredníctvom obchodu nakúpenia solárnej energie za cenu 0,03 €/kWh a predaja do verejnej siete za zazmluvnenú cenu 0,145 €/kWh.

Počas šiestich mesiacov máj – október je BPS schopná znížiť svoj výkon po dobu 9h, na aký výkon si môže dovoliť zníženie výkonu vychádza z voľných domácností a kWh, ktoré sú schopné vyrobiť.

Mesiac	Maj	Jun	Jul	August	Sept	Okt
Počet voľných domácností	549	638	663	663	460	282
Voľné hodiny do siete	2	3	3,5	3,5	1,5	1
kWh do siete	3 294	5 742	6 962	6 962	2 070	846
Priemerný slnečný svit [h]	7	7	7	7	7	7
Výkon po dobu 7h	495,9	864,4	1048,0	1048,0	311,6	127,4

Tabuľka 16 Výpočet zníženia výkonu BPS Zdroj: vlastné spracovanie

Výkon BPS 200 kW
Výkon BPS 502 kW
Výkon BPS 686 kW
Výkon BPS 870 kW

Pri predpoklade výťažnosti bioplynu 90m<sup>3</sup>/t z cukrovej repy, a výrobe 2,28 kWh/m<sup>3</sup> pri cene 11€/t cukrovarných rezkov. Bude BPS schopná ušetriť za rok celkovo 4477 ton vstupného materiálu a ušetrí tak 49 251 €. Z predaja elektrickej energie do verejnej siete sa tržby navýšia o proti klasickej výrobe o sumu 105 657 €. Tieto hodnoty zahrnieme v pláne tržieb a nákladov na obdobie 5 rokov dopredu. Plán tržieb a nákladov vychádza z historických dát a bol vypočítaný metódou percentom z tržieb.

Rok	2018	2019	2020	2021	2022
Výnosy z hospodárskej činnosti	1 263 149	1 263 149	1 263 149	1 263 149	1 263 149
Výnosy z finančnej činnosti	64	64	64	64	64
Náklady na hospodársku činnosť	611 105	561 854	512 602	463 351	414 100
Náklady na finančnú činnosť	172 980	164 810	158 505	153 064	148 893
Odpis	395 257	395 257	395 257	395 257	395 257
EBIT	83 872	141 293	196 849	251 542	304 964
Daň	16774	28259	39370	50308	60993
EAT	67 097	113 034	157 479	201 233	243 971
Odpis	395 257	395 257	395 257	395 257	395 257
CashFlow	462 354	508 291	552 736	596 490	639 228

Tabuľka 17 Plán spoločnosti na nasledujúce roky Zdroj: Účtovná uzávierka spoločnosti

Investícia pre BPS predstavuje nákup energy storageu ( výpočet pre dve rôzne technologické riešenia) a pomerná časť lokálnej siete. Hodnotenie investície bolo zvolené metódou DEVA a doplnené dobou návratnosti, pričom investícia do nového zariadenia prinesie očakávané navýšenie EBITU.

Pre výpočet bolo nutné vypočítať hodnotu WACC, kde sa vychádzalo z rozvahy a výsledovky daného prevádzkovateľa. Pri financovaní sa predpokladá investovanie len vlastného kapitálu. V prípade použitia financovania cez úver by došlo k zmene WACC.

WACC	5,24 %
re	9,21 %
rd	6,10 %
Investícia ESS	268 986 €
Investícia Tesla	401 386 €
Daň z príjmu	21 %

Tabuľka 18 WACC Zdroj: Účtovná uzávierka spoločnosti

Horizont návratnosti investície sa zvolil na 5 rokov, dôvodom boli historické podklady prevádzkovateľa BPS. Spoločnosť vznikla v roku 2012, plánovanie na viac rokov ako je história spoločnosti by nebolo presné. Odpisy energy storage-ov sa zaradili do druhej odpisovej skupiny s dobou odpisovania 6 rokov lineárnym spôsobom. Pri vypočítanom prírastku k EBITU sa investícia do Powerpackov od spoločnosti Tesla v sume 401 386 € vráti za 3,4 roku. Čistá súčasná hodnota po piatich rokoch dosiahne kladnú hodnotu 105 304 €. Doposiaľ nezodpovedanou otázkou pri použití týchto batérií je ich skutočná životnosť, prípadne nutná investícia do obnovy. Predpokladom je horizont 10. rokov tak ako v prípade domácich batérií Powerwall.

Tesla	0	1	2	3	4	5
EBIT		96 504	57 421	55 556	54 693	53 422
Daň		20 266	12 058	11 667	11 486	11 219
EAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
Odpis		66 898	66 898	66 898	66 898	66 898
CashFlow		143 136	112 260	110 787	110 105	109 101
NOPAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
WACC		5,24 %	5,24 %	5,24 %	5,24 %	5,24 %
PV	-401 386	136 009	101 359	95 049	89 760	84 513
NPV	105 304 €					

NOPAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
+ odpisy		66 898	66 898	66 898	66 898	66 898
CashFlow		143 136	112 260	110 787	110 105	109 101
Kumul. CashFlow	-401 386	-258 250	-145 990	-35 203	74902	184 003
Doba návratnosti [rok]	3,4					

Tabuľka 19 Výpočet hodnotenia investície Powerpack Tesla Zdroj: Vlastné spracovanie



V prípade použitia energy storageu od spoločnosti ESS na báze prírodného elektrolitu je životnosť garantovaná na 25. rokov. Výška investície je nižšia ako v prípade Tesly a dosiahla hodnotu 286 986 € s dobou návratnosti 2,3 roku. Aj v tomto prípade bol storage systém zaradený do druhej odpisovej skupiny s dobou odpisovania 6. rokov. V prospech použitia tohto systému nehrá len nižšia cena investície ale aj fakt garantovanej životnosti 25 rokov bez nutnosti ďalšej investície. Podľa ESS sa očakáva postupné znižovanie ceny ich batérie prostredníctvom zvýšenia produkcie spoločnosti v nasledujúcich rokoch.

ESS	0	1	2	3	4	5
EBIT		96 504	57 421	55 556	54 693	53 422
Daň		20 266	12 058	11 667	11 486	11 219
EAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
odpis		66 898	66 898	66 898	66 898	66 898
CF		143 136	112 260	110 787	110 105	109 101
NOPAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
WACC		5,24 %	5,24 %	5,24 %	5,24 %	5,24 %
PV	-268 986	136 009	101 359	95 049	89 760	84 513
<b>NPV</b>	<b>237 704 €</b>					

NOPAT		76 238	45 362	43 890	43 207	42 203
+ odpisy		66 898	66 898	66 898	66 898	66 898
CF		143 136	112 260	110 787	110 105	109 101
kum CF	-268 986	-125 850	-13 590	97 197	207 302	316 403
<b>Doba návratnosti [rok]</b>	<b>2,3</b>					

Tabuľka 20 Výpočet hodnotenia investície ESS Iron - Flow Zdroj: Vlastné spracovanie

Čistá súčasná hodnota po piatich rokoch dosiahne kladnú hodnotu 237 704 €. Investícia do energy storageov by bola pre prevádzkovateľa BPS výhodná v oboch prípadoch. Nielen z ekonomického hľadiska je energy storage od spoločnosti ESS výhodnejší a je v súlade s trvalo udržateľným rozvojom. Investícia do tejto technológie aj vo väčšom rozsahu je výhodná z pohľadu uchovávaní energie pri rozsiahlych obmedzeniach zo strany prevádzkovateľa verejnej siete.

## 4. Vyhodnotenie návrhu

### 4.2 Synchronizácia

Aby bolo možné spustiť popísaný systém dodávok elektrickej energie od domácností k doplnkovému zdroju a následne až do distribučnej siete, je nutné splnenie niekoľkých doplnkových požiadaviek. Domácnosti musia byť schopné spolupracovať paralelne, to zabezpečuje trojfázový inverter solárneho systému, ktorý je použitý v každej domácnosti. Napätie na prázdno, prúd na krátko a hodinový uhol medzi fázami musí byť rovnaký medzi domácnosťami, to z dôvodu synchronizácie celej lokálnej siete.

Bioplynová stanica je v tomto navrhnutom systéme významný zdroj od ktorého sa synchronizujú všetky domácnosti. Pri spustení lokálnej siete musí BPS prostredníctvom energy storageu oživiť lokálnu sieť na ktorú sa domácnosti budú postupne pripájať. Tak sa zabezpečí funkčnosť celého systému s možnosťou obchodovania voľnej solárnej energie z lokálnej siete prostredníctvom BPS do verejnej siete v stanovenom maximálnom limite 0,998 MW.

### 4.3 Spoločný fond

Vytvorením lokálnej siete a odpojenie od dodávok z verejnej siete má za následok stratu dispečingu a poruchovej služby. Domácnosti spolu s BPS musia založiť spoločný fond na rozvoj a údržbu tejto siete. Do fondu musia prispievať všetci zúčastnení rovnakým poplatkom ktorý sa stanovil vo výške 20 €/rok pre domácnosti a 2 % zo zisku zobchodovanej elektriny zo solárnych systémov v letných mesiacoch. Do fondu by mala prispievať väčším príspevkom najmä bioplynová stanica. V nej by sa postupne mal vytvoriť veľín, ktorý bude spravovať komunikáciu celej lokálnej siete a jej pretvorenie na Smart- Grid.

Výpočet ročného príspevku do fondu:

816 domácností po 20 €/rok čo predstavuje sumu 16 320 €, doplnenú o príspevok z BPS vo výške 2 113,15 € spolu by fond disponoval čiastkou **18 433, 15 €/rok**.

Mesiac	Maj	Jun	Jul	August	Sept	Okt
Predaj elektriny do verejnej siete [€/mesiac]	20 060,46	31 241,70	32 283,09	32 283,09	12 199,65	5 152,14
Nákup elektriny od domácností [€/mesiac]	4 150,44	6 463,80	6 679,26	6 679,26	2 524,06	1 065,96
Zisk [€/mesiac]	15 910,02	24 777,90	25 603,83	25 603,83	9 675,58	4 086,18
2 % zo zisku	318,20	495,56	512,08	512,08	193,51	81,72
Do fondu spolu[€]	2 113,15					

Tabuľka 21 Príspevok do fondu z BPS Zdroj: Vlastné spracovanie

## 4.4 Riziká projektu

Všetky investičné projekty obsahujú riziko a je nutné nájsť a popísať rizikové faktory ktoré do projektu vstupujú, určiť ich intenzitu, a následne ich do návrhu zahrnúť, a eliminovať ich. Riziká spojené s navrhovaným modelom je možné rozdeliť do týchto skupín:

- Technologické riziká
- Finančné riziká
- Riziká spojené so spoluprácou
- Klimatické riziko
- Legislatívne riziko

### Technologické riziká

- Riziko pilotného projektu
- Riziko správnej komunikácie jednotlivých zariadení v celku
- Riziko porúch a poškodení systému

Technologické riziká majú v dnešnej dobe nízku intenzitu vplyvu a to aj napriek tomu že sa jedná o pilotný projekt. Funkčnosť a správnosť návrhu celého systému sa dá veľmi dobre nasimulovať dopredu pred realizáciou. Riziko spojené s návrhom celého systému a správnym výberom vhodných komponentov sa dá eliminovať správnou projektovou dokumentáciou pri prípadnej realizácii projektu. Po správnom návrhu a simulácií by nemalo dochádzať k preťažovaniu systému. Lokálna sieť musí byť navrhnutá tak, aby bola schopná preniesť dostatočný výkon. Príkladom je buď zokruhovanie jednotlivých ulíc do blokov alebo zapojenie jednotlivých ulíc do hviezdy.

Ďalším rizikom je preťaženie systému z pohľadu nevyrovnanosti odberu a výkonu, tak aby sa zamedzilo blackoutu celej siete. Pre zníženie dopadov technického rizika, by musel celý návrh virtuálnej elektrárne prejsť odborným technickým projektovaním.

### **Finančné riziká**

- Riziko vysokej investície pre domácností
- Riziko nesprávneho Cash-Flow pre BPS

Finančné riziko je v tomto prípade rozdelené do dvoch častí, jednou je pohľad domácností, kde návrh predpokladá zapojenie až 816 domácností kde každá je schopná a ochotná investovať sumu 8149,40 €, následkom čoho má finančné riziko stanovenú vysokú intenzitu vplyvu. Aj najnižší počet zapojených domácností ( 350 ) je stále veľmi vysoké číslo. Elimináciou tohoto rizika by bolo prepočítanie návrhu na nižší počet domov - rádovo desiatok a vypočítanie investičných nákladov na výstavbu príslušnej lokálnej siete. Toto riziko je veľmi úzko prepojené s legislatívnou zmenou podpory OZE a KVET na Slovensku. Tu sa dostávame k druhému pohľadu zo strany BPS. Pokiaľ by nezávisela návratnosť investície do energy storageov na Cash-Flow plynúcom z využívania solárnych systémov domácností a ich produkcie prebytkovej elektriny. Každá jedna pripojená domácnosť by bola prínosom na napojenie sa k lokálnej sieti.

### **Riziká spojené so spoluprácou**

- Riziko nedostatočného počtu zapojených domácností

Toto riziko je jedno z najväčších v celom projekte, pre funkčnosť celého systému je potrebné veľké množstvo domácností ktoré musia byť zapojené do jedného celku. Je veľmi úzko spojené s finančným rizikom, pretože nie každá domácnosť si môže dovoliť investovať do solárneho systému niekoľko tisíc eur. Intenzita vplyvu tohto rizika bola vyhodnotená ako veľmi vysoká. Toto riziko má ale význam len v prípade ak by sa neprejavilo legislatívne riziko ako prvé a to v zmysle schválenia možnosti odpojenia BPS od dodávky do verejnej siete. Pokiaľ by bola BPS nútená v krátkej dobe investovať do energy storageov, musela by sa sama postarať o splatenie tejto investície.

V takom prípade by každá jedna pripojená domácnosť predstavovala prínos v podobe zníženia nákladov na vstupné suroviny BPS.

## Klimatické riziko

- Riziko stability objemu produkcie slnečnej energie

Predvídanie tohto rizika je veľmi zložitá, intenzita vplyvu bola vyhodnotená ako stredná. Stanoviť počasie a počet slnečných dní na niekoľko rokov je nemožné. Preto sa pri znížení dopadu tohto rizika počítalo vo výpočtoch síce s priemernými dobami slnečného svitu ale len s plnou intenzitou žiarenia, ktorá je  $1000 \text{ w/m}^2$ . Systém solárnych panelov je schopný vyrábať elektrickú energiu aj pri nižšej intenzite ale s menším výkonom. Taktiež je reálna dĺžka slnečného svitu oveľa dlhšia ako tá s ktorou bolo pri výpočtoch počítané. Pri veľkom nedostatku slnečného žiarenia a následnej nízkej produkcie el. energie by domácnosti spotrebovali viac energie ako by dodali do systému a návrh „pol roka dodávam a pol roka odoberám zadarmo“ by sa porušila. Domácnosti by boli nútené nakupovať elektrickú energiu vo väčšej miere, čím by sa zároveň zvýšila produkcia BPS následne náklady na vstupné suroviny a došlo by k zníženiu príspevku k EBITU.

## Legislatívne riziko

Legislatívne riziko má vplyv najmä na samotnú bioplynovú stanicu. Pripravovaná zmena v legislatíve podpory OZE a KVET ktorá má nadobudnúť účinnosť v roku 2019, spolu s novým zákonom o odpadoch robí toto riziko veľmi významným. Legislatívne zmeny môžu výrazne skreslať výkupné ceny elektrickej energie nielen novým ale aj súčasným prevádzkovateľom BPS. Taktiež obmedzenie výroby majú veľký vplyv na prevádzku BPS. Naviac neustále sa zvyšujúce náklady na nakladanie s odpadom majú výrazný vplyv na splácanie úverov a životaschopnosť BPS. Zníženie tohto rizika môže byť vytvorením lokálnej siete a predaj elektrickej energie aj iným odberateľom ako je verejná sieť alebo navrhnutý systém popísaný v praktickej časti tejto práce.

## 5. Diskusia

Oblasť regionálneho rozvoja miest a ich transformácia na koncepty Smart City uvažuje ako jeden z krokov aj oblasť energetiky. Mestá ktoré majú rozpracovanú koncepciu v tejto oblasti sa zameriavajú najmä na znižovanie nákladov energií prostredníctvom úsporných opatrení ako je výmena zariadení v teplárenských podnikoch, výmena verejného osvetlenia alebo úspora v oblasti správy a TZB.

Diplomová práca sa pozerá na problematiku iným smerom, navrhuje koncept energetickej sebestačnosti rodinných domov prostredníctvom pospájaných solárnych systémov do jedného celku a vytvára tak samostatný celok ktorý je v spojení s bioplynovou stanicou úplne energeticky nezávislý od centralizovaného zdroju energie. Prostredníctvom dotácií na podporu malých fotovoltaických zdrojov energie určených pre domácnosti znižuje finančné zaťaženie domácností pri prechode na obnoviteľné zdroje energií. V praktickej časti tejto práce sa zhodnotilo navrhnuté riešenie, ktoré má určité nedostatky. Najväčšou bariérou je nutnosť spojenia veľkého množstva domácností do jedného celku s predpokladom voľných finančných prostriedkov domácností na realizáciu investície. Malé množstvo domov by nebolo schopné ekonomicky zhodnotiť investíciu či už z pohľadu domácností alebo z pohľadu bioplynovej stanice. K tomu aby sa investícia domácnostiam vrátila by muselo dôjsť k spomínanému zlacneniu batérií alebo vyrovnaniu prínosu medzi BPS a domácnosti. Muselo by dôjsť k porušeniu jednej výkupnej ceny z predaja elektrickej energie medzi domácnosťami a BPS. Domácnosti by v letných mesiacoch dodávali za vyššiu cenu ako 0,03 €/kWh, tak aby dokázali zhodnotiť svoju investíciu. Ročne by museli získať aspoň 322 € po dobu 10 rokov. Za takého predpokladu by sa domácnosti s tarifom DD3 hodnota NPV dostala na nulu. Stále však ostáva problém s renováciou kapacity batérie po 10. rokoch prevádzky. Najnižší počet domácností ktorý je potrebný na funkčnosť celého systému je 350 domácností, toto číslo je vypočítané z minimálneho počtu pospájaných solárnych systémov tak aby boli schopné dodať potrebný minimálny výkon na nabíjanie energy sorageu. Tak aby bola sieť efektívna a ekonomicky udržateľná, je potrebné pospájanie až 534 domácností.

Aj keď sa na prvý pohľad zdá že tento navrhnutý systém je skôr utópia ako reálna možnosť rozvoja miest. Vizionár Elon Musk oznámil vo februári 2018 že chce vybudovať najväčšiu virtuálnu elektrárňu na svete umiestnenú v Južnej Austrálii, pospájanú z 50 000 domácností, ktoré majú solárny systém doplnený batériami Powerwall. Na území Slovenska sa rozvíjajú virtuálne elektrárne ktoré riadia malých výrobcov OZE. Ďalším príkladom môže byť virtuálna elektrárňu spoločnosti Tedom a ČEZ v Českej republike kde sa riadi cez sto kogeneračných jednotiek o celkovom elektrickom výkone 85 MW. Navrhnutý model je silne závislý na vytvorení dostatočného príspevku k EBITU bioplynovej stanice, na splatenie energy storageov. Pokiaľ by sa jednalo len o diverzifikáciu predaja energie medzi rôznych odberateľov mal by tento model reálne využitie aj s desiatkou domácností.

# Záver

Hlavným cieľom praktickej časti bolo navrhnutie systému virtuálnej elektrárne tak, aby systém fungoval v ostrovnej prevádzke s doplnkovým zdrojom bioplynovej stanice. Tento cieľ sa podarilo naplniť, navrhnutý model je životaschopný. Bola stanovená základná koncepcia celého projektu, prostredníctvom analýz tarífov spotreby domácností. Následne bol navrhnutý vhodný fotovoltaický systém, ktorý vychádzal z analýzy slnečného svitu v danej lokalite a solárnej mapy doplnený batériou pre domácnosti. Zo solárnej mapy vychádzal aj výpočet energie ktorú bude nutné dodať domom v zimných mesiacoch cez navrhnuté storage systémy bioplynovej stanice. Prostredníctvom výpočtu finančných tokov predaja elektrickej energie v letných a zimných mesiacoch sa investícia zhodnotila jak z pohľadu domácností tak z pohľadu BPS. Finančné toky domácností vychádzali z predikcie vývoja cien elektrickej energie, za ktorú by museli platiť v prípade pripojenia na verejnú sieť. Finančné toky BPS vychádzali z plánu vývoja nákladov v nasledujúcich rokoch a vypočítaného príspevku k Ebitu po realizovaní investície do energy storageov a využívania solárnych systémov domácností v letných mesiacoch.

Hlavným cieľom práce bolo zhodnotenie investície a ekonomickej strany. Na základe záveru praktickej časti ide z pohľadu domácností o zatiaľ nevratnú investíciu, to je zapríčinené vysokými investičnými nákladmi (najmä batéria) a to aj napriek poskytovaným dotáciam z EU a nízkou dobou slnečného svitu v zimných mesiacoch. Je len otázkou času kedy ceny batérií klesnú, a investícia by začala byť rentabilná. Na druhej strane pre Bioplynovú stanicu je investícia do energy storageov výhodná a má veľmi nízku dobu návratnosti a to aj napriek relatívne vysokým investičným nákladom. Prínos pre prevádzkovateľa BPS je aj fakt, že ak dôjde k možnosti odpojenia od siete zo strany SEPS v prípade prebytkov vo verejnej sieti pri novele zákona. Je vhodné zaobstaráť si energy storage pracujúci na báze prírodného elektrolitu s dlhou životnosťou bez nutnosti ďalších investícií, pre dlhodobé uchovávanie energie.

Rizikovosť celého projektu je veľmi vysoká, pokiaľ by sa jednalo o súkromné investície domácností. Pre spustenie navrhnutého systému je potrebných minimálne 350 domácností a 534 aby bol systém aj rentabilný. Ďalším rizikom je nutnosť obnovy domácich batérií po 10. rokoch, ktorá by investíciu predĺžila o niekoľko ďalších rokov.



Virtuálne elektrárne majú svoje uplatnenia v geografických lokalitách, kde domácnosti dokážu svoju energiu vyrobiť len za pomoci solárneho systému, ako je napríklad spomínaný projekt v Južnej Austrálii. Na našom území sa ostrovná prevádzka domácností v spojení s virtuálnym systémom zatiaľ neoplatí.

## Vizuály k modelu



Obrázok 20 Pohľad na ulicu s lokálnou sieťou Zdroj: Vlastný



Obrázok 21 Blok domov v obci Zdroj: Vlastný





Obrázek 22 Pohľad na BPS v blízkosti areálu družstva a zastavaného územia obce Zdroj: Vlastný



Obrázek 23 Detail BPS a energy storage Zdroj: Vlastný





Obrázok 24 Nabíjacie stanice elektromobilov v areáli družstva Zdroj: Vlastný



Obrázok 25 Solárny systém s batériou Powerwall Zdroj: Vlastný

# **Slovník použitých skratiek a pojmov**

ZSE – Západoslovenská energetika

BPS -bioplynová stanica

OZE – Obnoviteľné zdroje energie

KVET – Kombinovaná výroba elektriny a tepla

TZB – Technické zabezpečenie budov

WACC – Vážené náklady na kapitál

DEVA – Diskontovaná pridaná hodnota

RD – rodinný dom

# Zoznam použitej literatúry

ABDULLAH, Mohammad Omar. *Applied energy: an introduction*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 2012. ISBN 9781439871577

CARVALLO, Andres. a John. COOPER. *The advanced smart grid: edge power driving sustainability*. Boston: Artech House, c2011. ISBN 9781608071272.

FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2005. Expert (Grada). ISBN 8024709392.

GEVORKIAN, Peter. *Solar power in building design: the engineer's complete design resource*. New York: McGraw-Hill, c2008. ISBN 0071485635.

MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.

MCCLELLAN, Stan, Jesus A. JIMENEZ a George KOUTITAS, ed. *Smart Cities: Applications, Technologies, Standards, and Driving Factors. Switzerland*: Springer International Publishing, 2018. ISBN 9783319593807.

*Technická norma STN 332130:1983/a (33 2130 ) 1.4.1988. 1983/a*. Bratislava: ÚNMS SR, 1983.

QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Zdroje a využití energie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021316478.

SCHEER, Hermann. *The solar economy: renewable energy for a sustainable global future*. Sterling, VA : Earthscan, 2002. ISBN 1-85383-835-.

SVÍTEK, Miroslav a Michal POSTRÁNECKÝ. *Města budoucnosti*. Praha: NADATUR, 2018. ISBN 9788072700585.

SIMERSON, Byron K. *Strategic planning: a practical guide to strategy formulation and execution*. Santa Barbara, Calif.: Praeger, c2011. ISBN 978-0-313-38480-6.

*Sustainable energy technologies and assessments*. Kidlington, Oxford, UK: Elsevier, 2013. ISSN 2213-1388.

## Internetové a ďalšie zdroje

Bioplynové stanice v SR: Zoznam zariadení na výrobu bioplynu na Slovensku. *ENERGIE-PORTAL* [online]. Bratislava: PROPERTY & ENVIRONMENT, 2017, 3.1.2017 [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/bioplynove-stance-v-sr-100191.aspx>

Energy dependence by product. Eurostat: *Your key to European statistic* [online]. Eurostat, 2016 [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg\\_07\\_50](http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg_07_50)

Európsky dvor auditorov. *Situačná správa: Opatrenia EÚ v oblasti energetiky a zmeny klímy*. Luxembourg, 2017 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/LR17\\_01/LR\\_ENERGY\\_AND\\_CLIMATE\\_SK.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/LR17_01/LR_ENERGY_AND_CLIMATE_SK.pdf)

European Power System 2040 Completing the map: *The Ten-Year Network Development Plan 2018 System Needs Analysis*. Brussels, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: [https://www.entsoe.eu/Documents/TYNDP%20documents/TYNDP2018/european\\_power\\_system\\_2040.pdf](https://www.entsoe.eu/Documents/TYNDP%20documents/TYNDP2018/european_power_system_2040.pdf)

Fotovoltaické panely. *Zelená domácnostiam: Podpora využívania obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach* [online]. Bratislava: Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2018 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://zelenadomacnostiam.sk/sk/zariadenia/podporovane-zariadenia/fotovoltaicke-panely/>

Hannah Ritchie and Max Roser (2018) - "*Energy Production & Changing Energy Sources*". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/energy-production-and-changing-energy-sources>' [Online Resource]

Kagermann,H./Anderl,R./Gausemeier,J./Schuh,G./Wahlster,W.(Eds.):*Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners* (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag 2016. [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech\\_STU\\_engl\\_KF\\_Industry40\\_Global.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech_STU_engl_KF_Industry40_Global.pdf)

LAMBERT, Fred. Tesla slashes price of the Powerpack system by another 10% with new generation. *Electrek* [online]. The Woodland: Wright's Media, 2016 [cit. 2018-03-31]. Dostupné z: <https://electrek.co/2016/11/14/tesla-powerpack-2-price/>

*Materiál na rokovanie Mestského zastupiteľstva v Nitre: Informatívna správa o realizácii projektu „Smart City“ a jeho priebežných výsledkoch*. 1096. Nitra, 2017. Dostupné z: <https://www.nitra.sk/Files/ShowFile/55164>

Panasonic and Tesla Sign Agreement for the Gigafactory. *Tesla* [online]. Tesla, 2014 [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/en\\_EU/blog/panasonic-and-tesla-sign-agreement-gigafactory](https://www.tesla.com/en_EU/blog/panasonic-and-tesla-sign-agreement-gigafactory)

POWERPACK: Utility and Business Energy Storage. *Powerpack* | Commercial and Utility Energy Storage Solutions[online]. Palo Alto: Tesla, 2017 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/en\\_EU/powerpack?redirect=no](https://www.tesla.com/en_EU/powerpack?redirect=no)

POWERWALL: Utility and Business Energy Storage. *Powerwall* | Commercial and Utility Energy Storage Solutions[online]. Palo Alto: Tesla, 2017 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/en\\_EU/powerwall?redirect=no](https://www.tesla.com/en_EU/powerwall?redirect=no)

RYBÁR Radim, Dušan KUDELAS. *Energetické zdroje – klasifikácia a výklad pojmov v súvislostiach*. Acta Montanistica Slovaca [online]. Košice, 2007, 12(2), 269-273 [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/9f2b/469fa4cfc8f154cb28f21085bb14f5699468.pdf>

Signals 2017 Shaping the future of energy in Europe: *Clean, smart and renewable* [<https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2017-index>] Slovenský Elektroenergetický Dispečing: Ročenka 2016. *Slovenská elektrizačná prenosová sústava* [online]. Bratislava: Seps a.s, 7.12.2016 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: [http://sepsas.sk/Dokumenty/RocenkySed/ROCENKA\\_SED\\_2016.pdf](http://sepsas.sk/Dokumenty/RocenkySed/ROCENKA_SED_2016.pdf)

SLOVENSKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIÁCIA [online]. Šaľa: SBA, 2012 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.sba-sk.sk>

*Slovenská elektrizačná prenosová sústava* [online]. Bratislava: SEPS [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <http://sepsas.sk>

*Slovenské elektrárne: Základné údaje* [online]. Bratislava: Slovenské elektrárne, 2016 [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.seas.sk/zakladne-udaje>

Slovenský Elektroenergetický Dispečing: Ročenka 2016. *Slovenská elektrizačná prenosová sústava* [online]. Bratislava: Seps a.s, 7.12.2016 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: [http://sepsas.sk/Dokumenty/RocenkySed/ROCENKA\\_SED\\_2016.pdf](http://sepsas.sk/Dokumenty/RocenkySed/ROCENKA_SED_2016.pdf)

SMARTGRID.GOV: *Initiatives that catalyze the industry to modernize the grid*. [online]. United States: Department of Energy's Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, 2016 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: [https://www.smartgrid.gov/grid\\_of\\_the\\_future.html](https://www.smartgrid.gov/grid_of_the_future.html)

Štatistika energie z obnoviteľných zdrojov. *Eurostat Statistic Explained* [online]. Statistic Explained, 2017 [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable\\_energy\\_statistics/sk](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics/sk)

ŠTROFFEKOVÁ, Ing. Slávka. *Výroba a spotreba elektriny. Enviro portál: Informačný portál rezortu MŽP SR* [online]. SAŽP, 2017, 17.07.2017 [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=762>

TASR. *Tlačová správa: Koncept Smart City je príležitosťou pre mestá a obce ale aj podnikateľov, zdôraznil štátny tajomník MH SR R. Chovanec*. Bratislava, 2018. Dostupné z: <http://www.economy.gov.sk/press/koncept-smart-city-je-prilezitostou-pre-mesta-a-obce-ale-aj-podnikatelov-zdoraznil-statny-tajomnik-mh-sr-r-chovanec>

*Tesla Solar Roof* [online]. Palo Alto: Tesla, 2017 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/en\\_EU/solarroof](https://www.tesla.com/en_EU/solarroof)

The ESS Energy Warehouse™. ESS INC *Catalyzing a cleaner future* [online]. Oregon: ESS, 2018 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.essinc.com/energy-storage-products/>

Trvalo udržateľný rozvoj: *Ekonomické a environmentálne prínosy obnoviteľných zdrojov energie. Enviromagazín* [online]. 2009(4), 6-8 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: [http://www.enviromagazin.sk/enviro2009/enviro4/05\\_ekonomicke.pdf](http://www.enviromagazin.sk/enviro2009/enviro4/05_ekonomicke.pdf)

Úrad pre reguláciu sieťových odvetví: *Elektroenergetika* [online]. Bratislava: ÚRSO, 2017 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <http://www.urso.gov.sk/?q=Informačný%20servis/Elektroenergetika>

*Vieme, aké zmeny zvažuje MH SR v systéme podpory OZE: Obnoviteľné zdroje. Energia komplexne a vecne* [online]. Nitra: energia.sk, 2017 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <http://energia.sk/dolezite/obnovitelne-zdroje/vieme-ake-zmeny-zvazuje-mh-sr-v-systeme-podpory-oze/23761/>

WIERMAN, Adam. *THE VALUE OF ENERGY CONSUMPTION. In: RIGOR + RELEVANCE: THOUGHTS ON THE GAP BETWEEN THEORY AND PRACTICE IN NETWORKS, ENERGY, MARKETS, AND PRIVACY* [online]. Caltech, Pasadena, CA: RIGOR + RELEVANCE, 2014, 27.03.2014 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <https://rigorandrelevance.wordpress.com/2014/03/27/the-value-of-energy-consumption/>

# Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Podiel zdrojov v dni ročného maxima Zdroj: Slovenský Elektroenergetický Dispečing.....	7
Obrázok 2 Index kvality života Zdroj: Rigor+Relevance .....	8
Obrázok 3 Očakávaná dĺžka života Zdroj: Rigor+Relevance .....	9
Obrázok 4 Hrubá domáca spotreba energie v Európe.....	10
Obrázok 5 Celková globálna spotreba energie Zdroj: Vaclav Smill .....	17
Obrázok 6 Investície v OZE Zdroj: International Renewable Energy Agency.....	18
Obrázok 7 Investície v OZE (% z HDP) Zdroj: Bloomberg New Energy Finance; World Bank .....	19
Obrázok 8 Rámec budovania scenárov Bottom Up a Top Down Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018 .....	22
Obrázok 9 Potrebné vnútorné posilnenia sietí umožňujúce scenáre bez dodatočných cezhraničných kapacít Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018.....	23
Obrázok 10 Potrebné vnútorné posilnenia sietí na prispôsobenie dodatočných potrieb cezhraničnej kapacity v scenároch Zdroj: The Ten-Year Network Development Plan 2018.....	23
Obrázok 11. Podnikateľské prostredie Zdroj: Fotr,2012.....	32
Obrázok 12 SWOT analýza solárnej energie Zdroj: Vlastná tvorba .....	35
Obrázok 13 Vizualizácia solárnych systémov domácností Zdroj: Vlastný .....	37
Obrázok 14 Zoznam BPS na Slovensku Zdroj: Vlastná tvorba .....	39
Obrázok 15 Slničná mapa Slovensko Zdroj: Solargis .....	46
Obrázok 16 Typické rozloženie systému Zdroj: Tesla.....	47
Obrázok 17 Swot analýza BPS Zdroj: Vlastná tvorba.....	50
Obrázok 18 Tesla powerpack Zdroj: Tesla.....	51
Obrázok 19ESSINC IRON – FLOW Battery Zdroj: ESS .....	52
Obrázok 20 Pohľad na ulicu s lokálnou sieťou Zdroj: Vlastný .....	68
Obrázok 21 Blok domov v obci Zdroj: Vlastný .....	68
Obrázok 22 Pohľad na BPS v blízkosti areálu družstva a zastavaného územia obce Zdroj: Vlastný.....	69
Obrázok 23 Detail BPS a energy storage Zdroj: Vlastný .....	69
Obrázok 24 Nabíjacie stanice elektromobilov v areáli družstva Zdroj: Vlastný .....	70
Obrázok 25 Solárny systém s batériou Powerwall Zdroj: Vlastný .....	70



# Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Podiel OZE Zdroj: ÚRSO .....	25
Tabuľka 2 Priemerná spotreba podľa tarífov Zdroj: ZSE .....	41
Tabuľka 3 Relatívna a absolútna spotreba energie - Trenčianska Teplá Zdroj: Vlastná tvorba z dát ZSE.....	42
Tabuľka 4 Výpočet energetickej náročnosti Zdroj: Vlastná tvorba na základe normy STN 332130 .....	43
Tabuľka 5 Slnčné, oblačné a daždivé dni Zdroj: Meteoblue.....	43
Tabuľka 6 Výpočet počtu solárnych článkov Zdroj: Vlastná tvorba .....	45
Tabuľka 7 Overenie dostatočnej kapacity batérie podľa tarífov Zdroj: Vlastná tvorba .....	46
Tabuľka 8 Investícia domácnosti Zdroj: Vlastná tvorba.....	48
Tabuľka 9 Výpočet potrebnej doplnkovej energie Zdroj: Vlastná tvorba .....	48
Tabuľka 10 Výška investície BPS- TESLA Zdroj: Vlastná tvorba .....	53
Tabuľka 11 Výška investície BPS – ESS Zdroj: Vlastná tvorba .....	53
Tabuľka 12 Vývoj cien elektrickej energie Zdroj: ZSE.....	55
Tabuľka 13 Npv jednotlivých tarífov Zdroj: Vlastné spracovanie.....	56
Tabuľka 14 NPV tarífov v horizonte 10. rokov Zdroj: vlastné spracovanie.....	57
Tabuľka 15 Bilancia rozdelenia domácností Zdroj: Vlastné spracovanie .....	58
Tabuľka 16 Výpočet zníženia výkonu BPS Zdroj: vlastné spracovanie.....	59
Tabuľka 17 Plán spoločnosti na nasledujúce roky Zdroj: Účtovná uzávierka spoločnosti .....	59
Tabuľka 18 WACC Zdroj: Účtovná uzávierka spoločnosti.....	60
Tabuľka 19 Výpočet hodnotenia investície Powerpack Tesla Zdroj: Vlastné spracovanie .....	60
Tabuľka 20 Výpočet hodnotenia investície ESS Iron - Flow Zdroj: Vlastné spracovanie .....	61
Tabuľka 21 Príspevok do fondu z BPS Zdroj: Vlastné spracovanie .....	63

