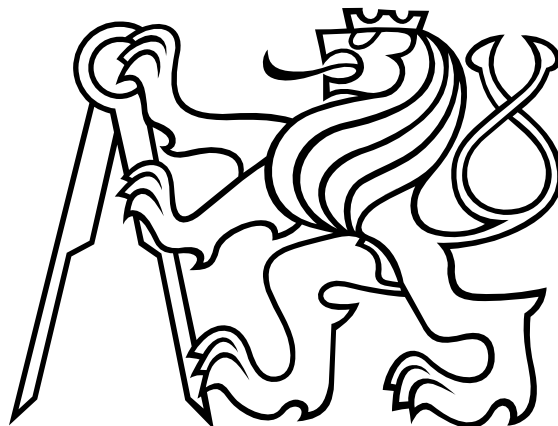


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



Sdílená ekonomika v prostředí malých obnovitelných zdrojů

**Shared economy in the environment of small renewable electric
energy sources**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Ekonomika a řízení elektrotechniky

Vedoucí práce: Ing. Július Bemš, Ph.D.

Bc. Jan Kulhavý

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kulhavý** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **393460**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a řízení elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Sdílená ekonomika v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie

Název diplomové práce anglicky:

Shared economy in the environment of small renewable electric energy sources

Pokyny pro vypracování:

1. Definování pojmů sdílená ekonomika a malých obnovitelných zdrojů elektrické energie.
2. Analýza současného stavu sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie ve světě.
3. Návrh řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí české republiky.
4. Kalkulace návratnosti a udržitelnosti návrhu řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí české republiky.

Seznam doporučené literatury:

SUNDARARAJAN, Arun. The sharing economy: the end of employment and the rise of crowd-based capitalism. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016. ISBN 9780262034579.
SORENSEN, Bent. Renewable Energy Physics, Engineering, Environmental Impacts, Economics & Planning. 4th ed. Burlington: Elsevier Science, 2010. ISBN 9780080890661.
KNÁPEK, Jaroslav, Amela AJANOVIC a Reinhard HAAS. Energy for sustainable development IV: evidence from Czech Republic and Austria. Praha: Wolters Kluwer, 2015. ISBN 978-80-7478-993-9.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Július Bemš, Ph.D., FEL ČVUT v Praze, K 13116

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

Datum zadání diplomové práce: **26.01.2018** Termín odevzdání diplomové práce: **25.05.2018**

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2019**

Ing. Július Bemš, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze Zákona č.121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména na skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 25.05. 2018

.....

Jan Kulhavý

Poděkování

Rád bych především poděkoval vedoucímu této práce Ing. Júliusovi Bemšovi, Ph.D. za cenné rady, veškerou pomoc a všechnen čas, který mi věnoval při tvorbě této práce. Také bych rád poděkoval doc. Ing. Jaromírovi Vastlovi, CSc. za konzultaci na téma mikrosítí.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá sdílenou ekonomikou v prostředí malých obnovitelných zdrojů, analyzuje trh sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů se specifickým zaměřením na možnou implementaci těchto principů v České republice. V práci řeším otázku, jestli je systém sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů životaschopným a udržitelným řešením. Práce analyzuje zahraniční projekty zabývající se sdílením elektrické energie z malých obnovitelných zdrojů elektrické energie. Na základě těchto zahraničních řešení jsou formulovány principy nejlépe odpovídající pro prostředí České republiky. Práce se dále zabývá implementací těchto principů, v konkrétní lokalitě. Na základě implementace principů v dané lokalitě je zhotoven návrh pilotního projektu. Součástí práce je i analýza ekonomického zhodnocení a udržitelnosti projektu.

Klíčová slova: sdílená ekonomika, obnovitelné zdroje, mikrosítě, blockchain.

Abstract

This diploma thesis deals with the shared economy in the industry of small renewable resources. First, the market of the shared economy in the industry of small renewable resources is analyzed, with a focus on the possible implementation of those principles in the Czech Republic. The thesis addressed the question of whether system of shared economy in a small renewable resource environment is viable and sustainable solution. The thesis analyzes foreign projects with are focused on the sharing of electricity from small renewable energy sources. Based on these foreign projects, the principles best suited for the Czech Republic are formulated. The thesis also deals with the implementation of these principles in a specific location. Based on the implementation of the principles in the given site, a pilot project is being drafted. Part of the thesis is an analysis of the economic evaluation and sustainability of the project.

Keywords: Shared economy, renewable resources, microsystems, blockchain.

Obsah

Úvod	15
1 Sdílená ekonomika	17
1.1 Sdílená ekonomika definice	17
1.2 Počátek sdílené ekonomiky	17
1.2.1 Počátek pojmu sdílená ekonomika.....	18
1.3 Důvěra jako základ sdílené ekonomiky	18
1.4 Růst sdílené ekonomiky	19
1.5 Modely sdílené ekonomiky.....	20
1.6 Druhy sdílení z hlediska aktérů	21
1.7 Sdílená ekonomika a legislativa	21
2 Obnovitelné zdroje energie	23
2.1 Využití OZE v České republice	25
2.2 Vhodné zdroje elektrické energie pro sdílenou ekonomiku.....	26
2.3 Fotovoltaické elektrárny do výkonu 10 kW	26
2.4 Potenciál zdrojů pro sdílenou ekonomiku.....	26
2.4.1 Technický potenciál	27
2.4.2 Využitelný potenciál	27
2.4.3 Dosažitelný potenciál	27
2.4.4 Ekonomický potenciál	28
2.5 Výhody sdílené ekonomiky v prostředí obnovitelných zdrojů elektrické energie	28
3 Analýza sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů.....	29
3.1 Příklady fungujících projektů	29
3.1.1 LO3 Energy – projekt Brooklyn Microgrid.....	29
3.1.2 Svalin – Energetický kolektiv.....	31
3.1.3 Dajie	32
3.2 Blockchain	32
3.2.1 Definice.....	33
3.2.2 Princip.....	33
3.2.3 Bezpečnost.....	35
3.3 Mikrosítě	35
3.4 Změny v topologii energetické soustavy.....	36
3.4.1 Centralizovaná výroba elektrické energie.....	36
3.4.2 Decentralizovaná výroba elektrické energie	37
3.4.3 Off-grid.....	38

3.5	Potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	38
3.5.1	Předpoklady	39
3.5.2	Města v ČR a počty domů	39
3.5.3	Domy podle typu domu a osob v nich a podle obydlivosti	39
3.5.4	Technický potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	41
3.5.5	Využitelný potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	42
3.5.6	Dosažitelný potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	43
3.5.7	Ekonomický potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	43
3.5.8	Shrnutí	43
3.6	Porovnání výhodnosti akumulátorů a sdílené ekonomiky	44
3.6.1	Akumulátory vhodné pro fotovoltaiku	44
3.6.2	Referenční skupina akumulátorů	44
3.6.3	Společnost BYD	45
3.6.4	Degradace akumulátorů	45
3.6.5	Využití akumulátoru	46
3.6.6	Výpočet ceny	46
3.6.7	Závěr porovnání akumulátoru oproti sdílené ekonomice	48
4	Návrh řešení	49
4.1	Technologie	49
4.2	Byznys model	49
4.3	Předpoklady	50
4.3.1	Legislativní rámec	50
4.3.2	Regulační rámec	50
4.3.3	Politický rámec	50
4.3.4	Shrnutí předpokladů	50
4.4	Pilotní projekt	50
4.4.1	Legislativní zastřešení pilotního projektu	50
4.4.2	Lokalita	51
4.4.3	Návrh mikrosítě	63
4.4.4	Elektrická brána	64
4.4.5	Centrální informační systém	65
4.4.6	Marketing	67
4.4.7	Celkové náklady na vytvoření pilotního projektu	68
4.4.8	Provozní výdaje	68
4.4.9	Příjmy pilotního projektu	69
5	Návratnost a udržitelnost projektu	75

5.1	Čistá současná hodnota pilotního projektu.....	75
5.1.1	Odpisy	75
5.1.2	Komplexní náklady příštích období	75
5.1.3	Výpočet NPV	75
5.1.4	Daň z příjmů	76
5.2	Vnitřní výnosové procento pilotního projektu.....	76
5.2.1	Wolfram Alpha	77
5.2.2	IRR pesimistická varianta.....	77
5.2.3	IRR realistická varianta	78
5.2.4	IRR optimistická varianta	80
5.2.5	IRR shrnutí	81
5.3	Návratnost projektu.....	81
5.3.1	Poplatek za distribuci	81
5.4	Udržitelnost projektu	83
5.5	Proveditelnost projektu	83
	Závěr	85
	Literatura.....	86
	Seznam obrázků.....	90
	Seznam tabulek	91
	Seznam použitých zkratk	92
	Slovníček pojmů.....	93
	Přílohy	94

Úvod

Ve světě existuje rostoucí trend sdílené ekonomiky, který mění tradiční odvětví ekonomiky. Na první pohled se může zdát, že tak tradiční odvětví, jako je výroba a distribuce elektrické energie, je tímto trendem sdílené ekonomiky nezasazena, ale opak je pravdou. Ve výrobě elektrické energie stoupá počet lidí, kteří si kupují malé zdroje obnovitelné elektrické energie a zároveň nedokáží všechnu vyrobenou elektrickou energii spotřebovat. V současné době mají dvě možnosti, buď nadvyrobenou elektrickou energii uložit do akumulátorů nebo ji dodat do klasické sítě. Zároveň existuje čím dál větší skupina lidí, která by chtěla odebírat elektrickou energii hlavně z obnovitelných zdrojů elektrické energie. Řešení pro oba problémy se snaží nabídnout sdílená ekonomika v prostředí malých obnovitelných zdrojů, pomocí mikrosítě spojuje producenty obnovitelné elektrické energie a spotřebitele.

Já se ve své diplomové práci zabývám možnostmi implementace sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů v České republice. Se sdílenou ekonomikou jsem se poprvé potkal v zahraničí v rámci ubytovacích služeb. Překvapila mě rychlost, jednoduchost a kvalita služeb podstatně vyšších za stejnou cenu oproti klasickému hotelu. O sdílené ekonomice v prostředí malých obnovitelných zdrojů jsem se poprvé seznámil v roce 2017, kdy jsem se o ní dočetl v novinách. Hned mě toto téma velmi zaujalo a nadchlo.

Cílem práce je definování a vysvětlení pojmů sdílená ekonomika malých obnovitelných zdrojů elektrické energie. Zaměřit se na vhodné obnovitelné zdroje elektrické energie pro sdílení. Zaměřit se na určení potenciálu sdílené ekonomiky malých obnovitelných zdrojů elektrické energie. Dalším cílem je analýza současného stavu sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie ve světě, s důrazem na konkrétní projekty. Hlavním cílem této práce je návrh řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí České republiky. Na to navazujícím cílem je kalkulace návratnosti a udržitelnosti návrhu řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí České republiky.

V první kapitole se zabývám sdílenou ekonomikou obecně. Zkoumám počátek sdílené ekonomiky, její modely a druhy sdílené ekonomiky z hlediska aktérů. V druhé kapitole se zaměřuji na obnovitelné zdroje elektrické energie. Určuji, které zdroje elektrické energie jsou vhodné pro sdílení elektrické energie. Jako vhodný zdroj jsem určil fotovoltaiku. Ve třetí kapitole analyzuji sdílenou ekonomiku v prostředí malých obnovitelných zdrojů jako celek. Zabývám se zahraničními projekty v oboru. Na základě zahraničních projektů definuji hlavní principy a technologie použité pro sdílení elektrické energie. Těmito technologiemi jsou mikrosítě a blockchain. Dále tyto technologie popisuji a vysvětluji. Ve druhé části třetí kapitoly se zaměřuji již na Českou republiku, kde stanovuji ekonomický potenciál sdílené fotovoltaiky a tím pádem i možný trh pro sdílení elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Analyzuji i výhody a nevýhody akumulátorů oproti sdílené ekonomice v prostředí malých obnovitelných zdrojů. Důvodem je, že akumulátory jsou hlavní konkurencí sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů. Ve čtvrté části prezentuji navrhované řešení a zkoumám možnost implementace řešení v dané lokalitě. Na závěr práce zkoumám udržitelnost a ziskovost pilotního projektu.

Po přečtení mé práce by měl mít čtenář představu o sdílené ekonomice obnovitelných zdrojů elektrické energie a o sdílené ekonomice v prostředí malých obnovitelných zdrojů.

Mojí hlavní motivací pro vypracování této práce bylo, že jsem se chtěl dozvědět více o dané problematice a zjistit, jaká je reálná návratnost a udržitelnost podobných projektů.

1 Sdílená ekonomika

V následující kapitole popíši důležité pojmy a teorii za účelem hlubšího pochopení problematiky sdílené ekonomiky.

1.1 Sdílená ekonomika definice

Název sdílená ekonomika vznikl z jednoho z uvedených anglických výrazů:

- sharing economy,
- share economy collaborative economy,
- peer-to-peer economy,
- circular economy,
- access economy,
- pooling economy.

Pro sdílenou ekonomiku se v anglické literatuře nejvíce v současné době používá název sharing economy. V české literatuře se také někdy používají termíny spoluspotřebitelství či sdílená spotřeba. V této práci budu používat termín sdílená ekonomika, protože je nejvíce rozšířen v české literatuře.

Z různých definic jsem si vybral následující, protože podle mne nejvíce vystihuje princip sdílené ekonomiky.

Jedná se o ekonomický model podnikání, který je založený na sdílení, výměnách, půjčování či pronájmu aktiv spíše než jejich vlastnictví [1].

Do sdílené ekonomiky se také řadí i redistribuce aktiv prostřednictvím internetových komunit. Základním principem je, že použité aktivum, které už majitel nepotřebuje, získá někdo jiný. Může to být za úplatu jako je to například na Aukru či EBay. Dále, že je předáno či přeprodáno použité poškozené zboží, a to někdo opraví a použije.

Proč se vlastně o pojem sdílená ekonomika zajímáme? Jednoduše proto, že se v ní točí značný kapitál, který ovlivňuje ekonomiku jako celek a je potřebné s tímto faktorem počítat. Sdílená ekonomika je už natolik významná, že ji nelze zahrnout pod jinou ekonomiku [2].

1.2 Počátek sdílené ekonomiky

Přesný počátek sdílené ekonomiky nelze přímo datovat, ale dá se říct, že sdílení je zhruba stejně staré jako lidstvo samo. *„Půjčování si věcí mezi sebou a vzájemná výpomoc byla v rodinách a mezi známými vždy základním nástrojem udržování sociálních vazeb.“* [3] Bohužel častým dojmem je to, že sdílená ekonomika je něco nového, což vzniklo v nedávné době. *„Ve skutečnosti je to historický nástroj využívaný ke zmírnění dopadů nízké produktivity v tehdejších ekonomikách. Sdílení bylo podpořeno tím, že lidé v předindustriální době žili v relativně malých komunitách, které umožňovaly vyšší míru sociální kontroly. Díky kontrole v dané komunitě existovala potřebná důvěra, díky důvěře zase ochota sdílet.“* [1] Dobrým příkladem jsou izraelské kibucy.

Kibucy (komunitní zemědělská hospodářství)

Kibucy byly zakládány po první světové válce na území dnešního Izraele. „Půda, zemědělské stroje a nástroje a domy patří kibucu. Jinak řečeno, kibuc je společenství založené na principech kolektivního vlastnictví či sdílení zdrojů společnosti. Členové komunity pracovali v kibucu a výnosy z jejich práce a společných zdrojů byly po uspokojení základních životních potřeb komunity reinvestovány zpět do společného majetku. Z počátku možná šlo o krátkodobě vhodné společenské uspořádání pro osídlení izraelské pouště.“ [1]

1.2.1 Počátek pojmu sdílená ekonomika

Termín sdílená ekonomika se již začal objevovat začátkem 21. století, kdy někteří ekonomové poukazovali na omezené zdroje, rostoucí poptávku a rychlý rozvoj moderních informačních technologií, které jsou schopné v reálném čase propojit poptávku a nabídku. Pojem sdílená ekonomika je tedy často označován jako produkt internetové doby. Konkrétně „sdílená spotřeba“ či jinak „spoluspotřebitelství“ se v literatuře poprvé objevuje již v roce 1978, a to v knize *Community Structure and Collaborative Consumption: a routine activity approach*, za kterou stojí Marcus Felson a Joe L. Spaeth. Tato kniha pojednává o carsharingu, tedy o sdílení automobilů, což je dodnes jedním z klasických příkladů sdílené ekonomiky [4].

1.3 Důvěra jako základ sdílené ekonomiky

Důležitým prvkem sdílené ekonomiky je důvěra mezi osobou, která zapůjčuje aktivum či poskytuje službu, a člověkem, který využívá službu či aktivum. Což je velmi pěkně zobrazeno na obrázku 1.

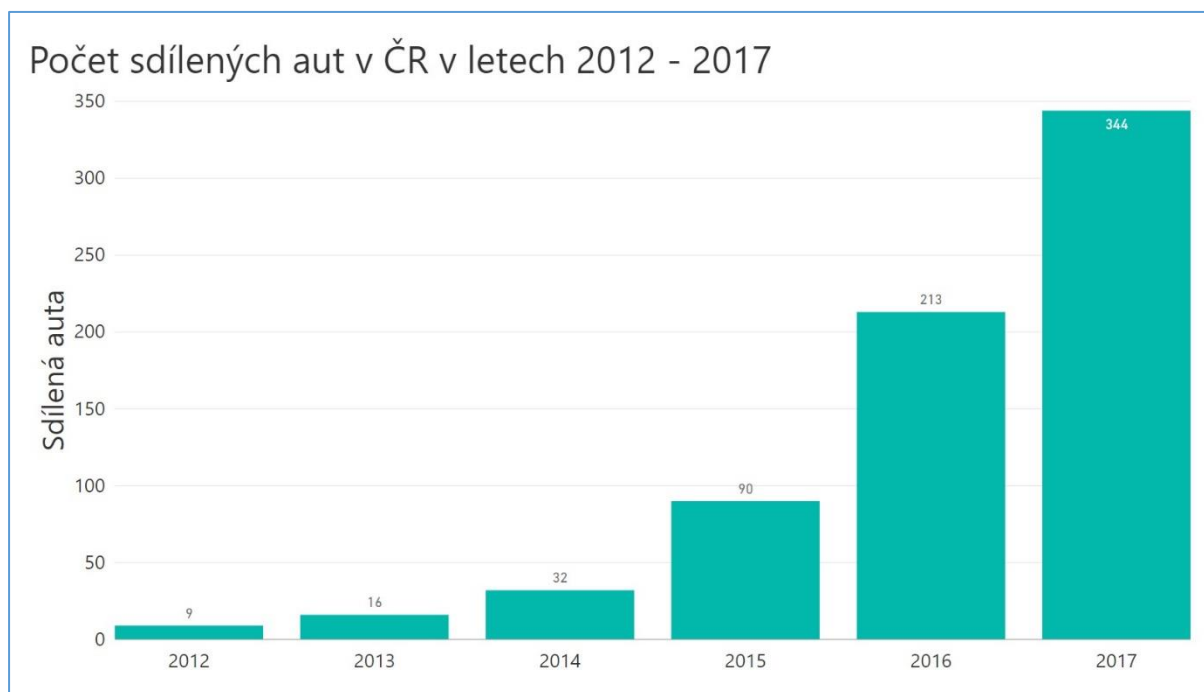


Obrázek 1: Princip sdílené ekonomiky [5]

Sdílení bylo už odedávna založeno především na principu osobní známosti a z toho vyplývající důvěry. Tento zažitý princip se podařilo změnit digitálními platformám, pomocí nichž se setkala nabídka s poptávkou. Zajímavým prvkem zvyšování důvěry jsou uživatelské recenze, které hodnotí aktivum či službu. Dalším prvkem zvyšující důvěru je instituce zprostředkovatele (firma, která zprostředkovává sdílení), kdy zprostředkovatel pomocí obchodního rámce či podmínek a veřejné známosti zprostředkovatele částečně nahrazuje důvěru mezi zapůjčovatelem a vypůjčujícím. Tímto způsobem se omezuje faktor nedůvěry, který dříve bránil expanzi sdílené ekonomiky. Díky prvkům zvyšování důvěry a jednoduchým přístupem ke službám sdílené ekonomiky a možnosti bezkontaktních plateb vedly a vedou k rozmachu sdílené ekonomiky.

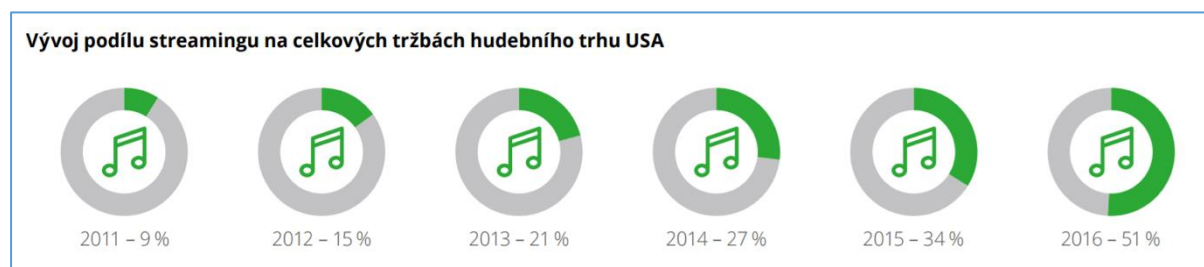
1.4 Růst sdílené ekonomiky

Sdílená ekonomika je jednou z nejrychleji rostoucích odvětví. Chtěl bych uvést pár příkladů, které demonstrují rychlý růst sdílené ekonomiky. Jedním z příkladů vysokého růstu sdílené ekonomiky je carsharing, o kterém jsem se již zmínil v minulé podkapitole. Již v roce 1978 se teoretizovalo o carsharingu v knize *Community Structure and Collaborative Consumption*. V současné době je carsharing dostupný ve všech vyspělých zemích. Český trh carsharingu či sdílení aut je rychle rostoucí oblastí. Jak je vidět z obrázku 2, tak se počet sdílených aut více než zdvojnásobil mezi lety 2015 a 2016.



Obrázek 2: Počet sdílených aut v ČR v letech 2012–2017 [7]

Dalším příkladem je hudba. Sdílení představuje alternativu vůči nákupu hudby jak na fyzických nosičích, tak v digitální formě. Primární potřebou uživatele není hudbu vlastnit, ale možnost ji poslouchat jednoduše, kdykoliv a kdekoliv. Jak je vidět z obrázku 3, tak podíl streamingu¹ na celkových tržbách hudebního trhu v USA už neustále roste pět let.



Obrázek 3: Podíl streamingu na celkových tržbách hudby v USA [1]

Tyto příklady jsou jedny z mnoha, které indikují, že sdílená ekonomika roste a je důležité se jí zabývat.

¹ Streaming hudby je poslech hudby online pomocí webové stránky či dedikované aplikace.

1.5 Modely sdílené ekonomiky

Sdílení může mít mnoho podob. Ekonomičtí teoretikové, kteří se sdílenou ekonomikou zabývají, přicházejí s různými rozděleními, díky nimž lze jednotlivé formy sdílení logicky setřídít. Zaměřím se na dva nejčastěji používané systémy dělení, které jsou při klasifikaci sdílené ekonomiky nejvíce používané.

Autorem prvního dělení je Lisa Gansyková. Dělení rozlišuje dva modely sdílení. První typ je označován jako „Full Mesh Model“. Sem lze zařadit sdílení takového typu, kdy existuje firma (například půjčovna kol), která vlastní určitá aktiva. Tato aktiva (v tomto případě kola) si pak zákazníci mohou pronajímat pomocí mobilní aplikace nebo webové stránky. Oproti běžné půjčovně kol se takováto firma liší v tom, že si uživatel po internetu vyhledá nejbližší kolo, pomocí aplikace a potažmo například pomocí NFC, či bluetooth v mobilním zařízení k němu získá přístup a za hodinovou či denní sazbu si ho vypůjčí. Odpadá tedy jakýkoli kontakt se zaměstnanci firmy a celá transakce včetně samotného placení je zajištěna bezhotovostně za pomoci mobilních technologií. Příkladem modelu „Full Mesh“ z odvětví půjčování aut je například americká společnost Zipcar nebo její český ekvivalent CAR4WAY. Druhým modelem, s nímž Lisa Gansyková pracuje, je „Own To Mesh Model“. Ten se od prvního popsaného výrazně liší v tom, že firmy sdílení pouze zprostředkovávají, ale aktiva sdílení nevlastní. Typickými zástupci této oblasti sdílené ekonomiky jsou společnosti Uber a Airbnb. Ty stojí za veleúspěšnými a známými platformami pro sdílení a staly se symbolem sdílené ekonomiky. Mezitímco Uber je jedním z předních poskytovatelů alternativní dopravy či jak proklamuje spolujízdy, Airbnb je stejně dominantní v oblasti zprostředkovávání krátkodobého ubytování. Uber ale nevlastní žádný vůz (kromě několika málo, které používá k vývoji autonomního řízení, což ale není hlavní předmět podnikání společnosti Uber) a Airbnb nepatří žádný z nabízených ubytovacích prostor. Obě služby jsou pouze zprostředkovatelem pro uskutečnění směny mezi dvěma nezávislými stranami. Kritériem, dle kterého Lisa Gansyková služby působící v prostředí sdílené ekonomiky rozlišuje, je tedy vlastnictví.

Druhý systém, který prosazuje Rachel Botsmanová, naproti tomu volí kritérium jiné a k tomu, kdo dané statky vlastní, naopak nepřihlíží vůbec. Botsmanová rozlišuje tři typy sdílení, které vycházejí z toho, co je sdíleno.

Těmito třemi typy jsou:

- „Product Service Systems“
- „Redistribution Market“
- „Collaborative Lifestyles“.

Mluvíme-li o kategorii „Product Service Systems“, máme na mysli služby, jenž umožňují sdílení věcí nebo jejich pronájem. Jak již bylo řečeno, nezáleží na tom, kdo dané věci vlastní, takže sem můžeme zařadit, jak Uber, tak i Zipcar. Podmínkou pro klasifikaci dané služby pod tuto skupinu je jednoduše to, že je skrze ni pronajímán statek materiálního charakteru. Pod pojem „Redistribution Market“, tedy pod druhou kategorii Rachel Botsmanové, řadíme platformy a sociální sítě, které slouží k předprodeji či výměnám použitého zboží. Do této podoblasti sdílené ekonomiky tedy spadá například i u nás dobře známé eBay a jeho český ekvivalent s názvem Aukro. Třetí kategorie je pak pojmenována „Collaborative Lifestyles“. Ta se vyznačuje tím, že pomocí služby spadající do tohoto podtypu jsou sdíleny statky nemateriálního typu, mezi něž může patřit dovednost, čas, prostor a elektřina. Sem tedy patří například ve Spojených státech velice

populární TaskRabbit, či český Stovkomat, které slouží k nabízení a poptávání různých řemeslných a jiných prací či úkolů. Spadají sem rovněž i služby pro sdílení ubytování, z nichž lze jmenovat například již zmíněné Airbnb či Couchsurfing [6].

1.6 Druhy sdílení z hlediska aktérů

Kromě výše zmíněných dělení z hlediska vlastnictví sdílených statků, nebo z hlediska jejich typů, můžeme také oblasti sdílené ekonomiky rozdělit podle toho, kteří aktéři se do směny zapojují.

Různé druhy sdílení mohou probíhat:

- mezi dvěma jednotlivci (person-to-person),
- mezi firmou a zákazníkem (business-to-consumer),
- mezi dvěma různými firmami (business-to-business).

Tyto jednotlivé výše zmíněné druhy z hlediska aktérů nyní blíže popíši. Person-to-person (jinak také peer-to-peer či P2P) je takový způsob sdílení, kdy směna probíhá mezi dvěma jednotlivci. Ti vlastní konkrétní statky nebo nabízejí konkrétní služby a přímo mezi sebou je sdílejí. Obvykle jim přitom poslouží moderní technologie, která jejich nabídku a poptávku efektivně spojí bez nutnosti toho, aby se museli přímo znát a sdíleli spolu fyzický prostor. Mezi příklady takových služeb, patří sem ty nejznámější služby sdílené ekonomiky, řadíme Uber, Airbnb, TaskRabbit a podobně. V rámci peer-to-peer sdílení se lze podělit prakticky o cokoli. Sdílet lze věci denní potřeby, auta, bydlení i své schopnosti a podobně. Business-to-consumer (jinak B2C) je forma sdílení, která se v podstatě překrývá s modelem. V rámci tohoto druhu směny vlastní jistý podnik či instituce konkrétní aktiva a jednotlivci si je za úplatu propůjčují. Daný podnik se stará o veškerý servis a zákazníci opět získávají přístup ke kýmým produktům a službám pomocí moderních nástrojů, jako je mobilní aplikace či webové rozhraní. Typickým příkladem je již zmíněná americká služba Zipcar pro sdílení automobilů, která působí napříč Spojenými státy i západní Evropou, vlastní mnoho vozů a poskytují je k pronájmu za hodinovou či denní sazbu. Business-to-business, zkráceně B2B, jsou taková sdílení, která probíhají mezi dvěma institucemi či firmami. V tomto případě jde především o efektivní způsob, jak si firmy mohou za úplatu propůjčovat nevyužité prostory či vybavení. Mezi internetové platformy, které takovouto formu sdílení statků i nákladů poskytují, patří například Liquidspace. Pro tuto službu platí, že její role spočívá pouze ve zprostředkování transakce a sdílení již probíhá přímo mezi dvěma zainteresovanými aktéry, z nichž jeden sdílené statky vlastní a druhý si je pronajímá. Samotná platforma, která vystupuje jako jakési virtuální tržiště, žádné pracovní prostory, kancelářské vybavení apod. nevlastní [6].

1.7 Sdílená ekonomika a legislativa

Z důvodu rychlého rozvoje sdílené ekonomiky ve většině států světa zaspala legislativa za praxí. Sdílená ekonomika ve většině zákonů není definovaná a z toho důvodu není ani regulovaná. To v současné době dává sdílené ekonomice konkurenční výhodu nad klasickými odvětvími. Což demonstruji na konkrétní příkladu. V České republice je v současné době nejvíce vidět spor mezi řidiči Uber a řidiči klasických Taxislužeb v Praze. Kdy řidiči klasických taxislužeb jsou silně regulováni a řidiči Uberu se řídí jedině interními předpisy firmy. Což se řidičům klasické taxislužby nelíbí. Asi největší výhodou řidičů Uberu je to, že nemají taxu za ujetý kilometr omezenou vyhláškou Magistrátu města Prahy. V současné době většina sdílené ekonomiky funguje v šedé zóně legislativy a někdy dokonce i v legislativním vakuu.

2 Obnovitelné zdroje energie

V minulé kapitole jsem popsal pojem sdílená ekonomika. V této kapitole se zaměřím na pojem obnovitelné zdroje. Pro obnovitelné zdroje budu používat zkratku OZE.



Obrázek 4: Obnovitelná energie [8]

Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní energetické zdroje, které mají schopnost částečné nebo úplné obnovy. Patří mezi ně především sluneční, větrná a vodní energie a biomasa. V některých částech světa lze využít také energii mořského přílivu nebo geotermální energii (energie pocházející z nitra Země).

Sluneční energie

Slunce předává Zemi svou energii ve formě záření. Sluneční záření je základním obnovitelným zdrojem energie a většina energie ostatních obnovitelných zdrojů má svůj původ v energii Slunce. Solární energii lze pomocí solárních, resp. termických a fotovoltaických kolektorů přeměňovat na teplo nebo elektřinu. Sluneční záření využíváme i pasivními metodami bez použití technických zařízení (tzv. solární architektura). Efektivní využití sluneční energie ovlivňují dva hlavní faktory: intenzita slunečního záření (v tuzemsku je průměrná intenzita slunečního záření 950 – 1 340 kWh na m² za rok) a doba slunečního záření (v ČR je to v průměru 1 300 – 1 800 hodin ročně). V našich podmínkách je rozdíl mezi množstvím slunečního záření v jednotlivých ročních obdobích podstatný, a proto zasahuje výrazně do hodnocení ekonomické efektivity solárního systému.

Větrná energie

Větrná energie je formou přeměněné sluneční energie. Vzniká při nerovnoměrném ohřívání Země, což způsobuje tlakové rozdíly v atmosféře, které se vyrovnávají prouděním vzduchu. Energie větru je v dnešní době využívána především k výrobě elektřiny. Pro využívání větrné energie je nejdůležitější veličinou rychlost větru. Lokalita vhodná pro výstavbu větrné elektrárny by měla mít průměrnou rychlost větru minimálně cca 5 m/s. V České republice jsou pro výstavbu větrných

elektráren vhodné horské lokality a podle propočtů by 3 – 4 % celkové roční spotřeby elektřiny mohly být pokryty elektřinou vyrobenou ve větrných elektrárnách. Provoz větrných elektráren se ale setkává s negativními názory, kdy jejich odpůrci argumentují především narušením krajinného rázu.

Vodní energie

Vodní energie vzniká při koloběhu vody na Zemi působením sluneční energie a gravitační síly Země. Vodní energie je využívána pro výrobu elektřiny ve vodních elektrárnách. Pro výrobu elektřiny se využívá proudění vody (kinetická energie – rychlost a spád toku) a tlaku (potenciální energie – gravitace a výškový rozdíl hladin), popř. spolupůsobení těchto veličin. Podle výkonu rozlišujeme tzv. velké vodní elektrárny a malé vodní elektrárny. V České republice se za malou vodní elektrárnu považuje zdroj s instalovaným výkonem do 10 MW, v Evropské unii do 5 MW). Potenciál velkých vodních elektráren je v ČR prakticky vyčerpán. Síť malých vodních elektráren je možné rozšiřovat zejména v místě bývalých mlýnů, jezů, popř. pil. Vodní elektrárny jsou v tuzemsku v současnosti mezi obnovitelnými zdroji dominantním zdrojem elektřiny. Významný podíl na tom mají především velké zdroje na tzv. Vltavské kaskádě (tři největší elektrárny – Orlické Slapy a Lipno). Malých vodních elektráren je v současnosti na našem území více než 500, potenciál těchto zařízení není vyčerpán, ale zprovoznění nových malých elektráren je omezeno ekonomickou nevýhodností projektů a dlouhou návratností vložených financí. Situaci zlepšuje možnost využití dotačních programů.

Energie biomasy

Biomasa je hmota organického původu (rostlinná i živočišná). Energie biomasy má původ ve slunečním záření, proto bývá řazena mezi obnovitelné zdroje energie. Pro energetické účely se využívá cíleně pěstovaná rostlinná biomasa (tzv. energetické plodiny) a odpady zemědělské, lesní, popř. potravinářské produkce. Biomasa může být využita pro výrobu elektřiny a může sloužit k pohonu vozidel. Energii z biomasy lze získat chemickými, popř. bio – chemickými procesy. Základní technologií je spalování. Doplňují ho další technologie, jako jsou zplyňování, pyrolýza, zkapalňování, fermentace, lisování, kvašení aj.

Geotermální energie a energie prostředí

Geotermální energie je tepelnou energií jádra Země. Využívá se ve své základní formě pro vytápění nebo je v geotermálních elektrárnách transformována na energii elektrickou. Geotermální elektrárny fungují na principu suché páry (pára ze země pohání turbínu), mokré páry (voda je přeměněna na páru a ta pohání turbínu) a dále existuje horkovodní systém (zapojení výměníku – voda s nízkou teplotou předá teplo organické kapalině). Řada států využívá geotermální energii k různým účelům, v České republice se geotermální energie používá na vytápění a projekty geotermálních elektráren jsou ve fázi příprav.

Mezi obnovitelné zdroje energie je zvykem zařazovat i energii okolního prostředí (vzduch, voda, půda), kterou lze využívat pomocí tepelného čerpadla. Tepelná čerpadla mohou být součástí ústředního vytápění, teplovzdušného vytápění a klimatizace. Běžně tepelné čerpadlo spotřebuje třetinu až čtvrtinu energie, kterou do systému dodá, což je rozhodující faktor pro úsporný provoz.

Podpora obnovitelných zdrojů energie ve světě a u nás

Obnovitelné zdroje energie jsou v rozvinutých státech v současnosti zvýhodňovány vůči převládajícím tradičním fosilním zdrojům energie (uhlí, ropa). Podporou obnovitelných zdrojů energie má dojít v blízké budoucnosti ke snížení emisí skleníkových plynů, a tím ke zmírnění

globálního oteplování. Také Česká republika přistoupila na opatření podporující obnovitelné zdroje energie, a to jednak garantovanou výkupní cenou elektřiny, dále pomocí tzv. zelených bonusů a dotacemi na úrovni mezinárodní i národní [9].

2.1 Využití OZE v České republice

Důležité je také zmínit, které druhy OZE a v jakém množství se v České republice využívají. Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů se v roce 2016 podílela na celkové tuzemské hrubé výrobě elektřiny 11,3 %. Odhad podílu obnovitelné energie na primárních energetických zdrojích (PEZ) v roce 2016 činil cca 10,6 %. Tento předběžný odhad se vztahuje k energii obsažené v použitém palivu a nezohledňuje účinnosti zařízení. Podíl obnovitelné energie na konečné spotřebě energie podle metodiky EUROSTAT – SHARES se v roce 2016 pohyboval okolo 15 %. Detailní rozdělení OZE je uvedeno v tabulce 1 [10].

Tabulka 1: Využití OZE v České republice v roce 2016 [10]

	Hrubá výroba elektřiny (MWh)	Podíl na elektřině z OZE (%)	Podíl na hrubé výrobě elektřiny (%)
Vodní elektrárny	2 000 488	21,32 %	2,40 %
MVE <1 MW	482 563	5,14 %	0,58 %
MVE 1 až <10 MW	570 537	6,08 %	0,68 %
VVE > 10 MW	947 388	10,10 %	1,14 %
Biomasa celkem	2 067 745	22,03 %	2,48 %
Palivové dříví	158	0,00 %	0,00 %
Štěpka apod.	1 053 513	11,23 %	1,26 %
Celulózové výluhy	666 379	7,10 %	0,80 %
Neoblom. rostlinné materiály	106 635	1,14 %	0,13 %
Pelety a brikety	237 630	2,53 %	0,29 %
Ostatní biomasa	0	0,00 %	0,00 %
Kapalná biopaliva	3 429	0,04 %	0,00 %
Bioplyn celkem	2 589 023	27,59 %	3,11 %
Komunální ČOV	91 107	0,97 %	0,11 %
Průmyslové ČOV	17 816	0,19 %	0,02 %
Bioplynové stanice	2 385 826	25,42 %	2,86 %
Skládkový plyn	94 275	1,00 %	0,11 %
Biologicky rozložitelná část TKO	98 563	1,05 %	0,12 %
Větrné elektrárny	496 957	5,30 %	0,60 %
Fotovoltaické elektrárny	2 131 455	22,71 %	2,56 %
Celkem	9 384 230	100,00 %	11,26 %

2.2 Vhodné zdroje elektrické energie pro sdílenou ekonomiku

Vhodné zdroje jsou takové zdroje, které jsou určeny pro použití v rodinných domech, bytových a průmyslových komplexech. Z tohoto nám vyplývají malé vodní elektrárny do výkonu 35 kW, fotovoltaické elektrárny do výkonu 10 kW a větrné elektrárny do výkonu 10 kW. Protože je potřeba sdílet tyto zdroje, což lze v jen hustě osídlených oblastech měst je využití vodních a větrných elektráren velice komplikované a nepravděpodobné. Proto se v této práci zaměřím jenom na fotovoltaické elektrárny do výkonu 10 kW, které jsou ve velkých městech celkem běžné.

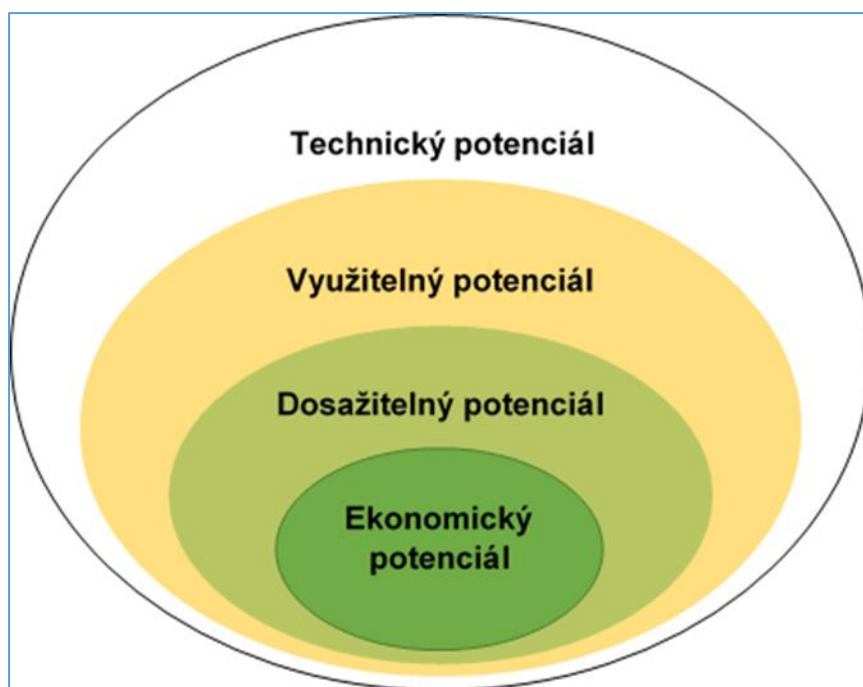
2.3 Fotovoltaické elektrárny do výkonu 10 kW

V následující části se zaměřím na prodej a instalaci malých fotovoltaických elektráren, jejichž instalovaný počet se po solárním boomeru skoro zastavil. Malé fotovoltaické elektrárny v roce 2017 vykázaly trojnásobný meziroční růst. Díky tomu instalovaný výkon překročil pět megawattů. Dokonce se říká, že Česko v roce 2017 zažilo solární miniboom. Po letech bez podpory nastartoval státní program Nová zelená úsporám zájem domácností a firem o malé fotovoltaické elektrárny, které uživatelé stále častěji kombinují s akumulátory. V roce 2017 byl jeden tisíc fotovoltaických elektráren postaven na střeších rodinných domů, což je oproti roku 2016 nárůst na trojnásobek. Drtivá většina byla postavena s podporou programu Nová zelená úsporám. O dotaci z programu na pořízení solární elektrárny požádalo 788 domácností. Z nich 251 elektrárnu doplnilo o baterie. Loni si baterie pořídilo z 254 žadatelů o dotaci šedesát domácností. Podpora letos vyšla Státní fond životního prostředí na 52,8 milionu korun, meziročně o 38 milionů korun více. *„Zájem o fotovoltaické elektrárny postupně roste. Podílí se na tom i stále širší nabídka podporovaných systémů. Od letošního září mohou žadatelé získat dotaci až 150 tisíc korun pro elektrárny s výrobou nad čtyři tisíce kilowatthodin za rok. Dotace motivují domácnosti k pořizování hybridních systémů, kdy elektrárnu doplňují akumulátory, aby se vyrobená elektřina lépe využila přímo v domě. Pokud byl loni podíl systémů s bateriemi třicet až čtyřicet procent, letos to bylo určitě přes polovinu.“* připomíná majitel Solar Investu Aleš Hradecký. To odpovídá také zkušenosti společnosti ČEZ. Šuvarský, zakladatel S–Power Energies, vyčíslil zvýšení podílu systémů s akumulátory ze 35 na 42 procent. Větší zájem o akumulátory, které umějí zajistit chod domácnosti i při výpadku elektrické sítě, zaznamenali obchodníci po podzimní vichřici Herwart, kdy byly některé oblasti bez elektřiny i několik dnů. Pro příští rok předpovídají firmy růst poptávky o stovky elektráren. K domácnostem navíc přibudou podniky. Letos už získaly dotace přes 880 milionů korun na 273 elektráren s bateriemi z operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. Namontovat si je nechají většinou až v příštím roce. Další dotační program běží od listopadu 2018 [11].

2.4 Potenciál zdrojů pro sdílenou ekonomiku

V této podkapitole se nachází úvodní objasnění pojmů potenciál obnovitelných zdrojů energie, vysvětlení dílčích druhů potenciálu. Výpočtu potenciálu se budu věnovat v praktické části.

U zdrojů pro obnovitelné zdroje energie a vlastně obecně u všech zdrojů energie je dobré si uvědomit, že jejich potenciál se dělí na několik dílčích potenciálů, z nichž pouze určitá část má pro nás praktický význam. Nyní uvedu charakteristiky jednotlivých druhů potenciálů podle obrázku 5 [12]. Vždy nejprve vysvětlím, co který potenciál znamená, a pak uvedu pro snazší představu příklad. Pro náš příklad použijeme pěstování takzvaných japonských topolů pro vytápění.



Obrázek 5: Rozdělení potenciálu [12]

2.4.1 Technický potenciál

Definice

Technický potenciál jsou veškeré možnosti daného zdroje, které jsou dané přírodním výskytem zdroje, přírodními podmínkami a možnostmi energetických přeměn. Jedná se o pouze teoretickou, v praxi pouze informativní hodnotu.

Příklad

Souhrn výpěstku japonských topolů na všech místech s vhodnou nezastavěnou půdou, která nebude kyselá ani písčitá, nadmořskou výškou do 700 m nad mořem, mírným podnebím s průměrnou teplotou nad 7 °C a srážkami nad 500 mm/rok [13].

2.4.2 Využitelný potenciál

Definice

Využitelný potenciál je část technického potenciálu taková, že ji lze využít současnými technologiemi a při dodržování omezení, kterými nás svazuje makroprostředí. Jedná se o omezení v podobě zákonů, nařízení, ekologických limitů a podobně.

Příklad

V případě japonských topolů je pochopitelné, že jimi nelze osázet absolutně všechny vyhovující plochy v zemi a nepěstovat na nich již nic jiného a ani je nevyužívat například jako louky a pastviny. Další omezení je i kapacita strojů a zaměstnanců, kteří by tyto topoly měli sklízet a zpracovávat. Důležitým faktorem jsou i nařízení, kde lze co pěstovat.

2.4.3 Dosažitelný potenciál

Definice

Stejně jako dříve, dosažitelný potenciál je opět menší částí předešlého, využitelného potenciálu. Je to jeho taková část, která může být využita pro produkci energie.

Příklad

Již máme určité plochy osázené topoly. Počkáme, až vyrostou, a sklídíme je. Ne veškerou hmotu japonských topolů je ale možné zpracovat za účelem výroby energie. Určitá část se při zpracování znehodnotí, například jako prořez.

2.4.4 Ekonomický potenciál

Definice

Ekonomický potenciál je část dosažitelného potenciálu taková, která respektuje ekonomické podmínky projektu, tedy ekonomickou efektivnost vložení peněz do takového projektu pro investora.

Příklad

U tohoto pěstování japonských topolů by ekonomickým potenciálem bylo takové množství produkce, které by se konkrétnímu pěstiteli dlouhodobě vyplatilo.

To, co jsem nyní charakterizoval definicemi a příklady, můžete názorně vidět na obrázku 5.

2.5 Výhody sdílené ekonomiky v prostředí obnovitelných zdrojů elektrické energie

Na základě vysvětlení výše zmíněných pojmů si pojďme definovat sdílenou ekonomiku v prostředí obnovitelné elektrické energie. Jedná se o obnovitelné zdroje elektrické energie, které jsou primárně určeny k výrobě elektřiny a její spotřebě v blízkém okolí v řádech metrů od místa výroby. Typickým příkladem může být fotovoltaická elektrárna na střeše či malá větrná elektrárna na zahradě. Zatímco dnes taková elektrárna dodává energii svému majiteli a přebytek může mířit do sítě velkého poskytovatele, v USA i v Evropě se experimentuje s přímým prodejem elektřiny mezi majitelem solárního panelu a zájemcem třeba o pár ulic dál. Princip je docela prostý. Zájemce o energii si zvolí cenu, za kterou chce elektřinu nakoupit a drobní výrobci elektřiny zase to, za kolik ji chtějí nabízet. Pokud dojde ke shodě, transakce se zapíše do blockchainu a obchod se uskuteční [14].

Výhody:

- menší zapojení prostředníků,
- rychlost a jednoduchost,
- transparentnost,
- tržní principy (nabídka poptávka),
- decentralizace výroby elektrické energie.

Nevýhody:

- pořád existuje prostředník mezi výrobcem a spotřebovatelem,
- vyšší koncová cena elektřiny,
- dostupnost elektřiny v čase a místě.

3 Analýza sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů

Sdílená ekonomika v prostředí malých obnovitelných zdrojů je v současné době v plenkách. O první pokusy se snaží v USA a v Evropě. Tuto kapitolu své práce zaměřím právě na tyto první vlaštovky sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů.

3.1 Příklady fungujících projektů

Zaměřím se hlavně na fungující projekty, které analyzuji a na základě této analýzy budu moci stanovit obchodní model.

3.1.1 LO3 Energy – projekt Brooklyn Microgrid

LO3 Energy je malá americká firma sídlící v New Yorku, tedy konkrétně v Brooklynu. Byla založena roku 2012. Firma vyvíjí platformu, která umožňuje decentralizovaný obchodní model s elektrickou energií a inovativní technologií z oboru energetiky a užitných systémů. LO3 tým má také hluboké zkušenosti v designu, architektuře, prototypování a testování špičkových technologií.



Obrázek 6: LO3 Energy [15]

3.1.1.1 Projekt Brooklyn Microgrid

LO3 Energy se spojila s firmou Siemens a spolu vytvořily pilotní projekt mikrosítě používající blockchain. Obyvatelé se solárními panely mohou prodávat nadbytečnou energii svým sousedům pomocí peer-to-peer transakcí, které používají výhody blockchainu. Podle odhadů je 5 % elektřiny vyrobené v USA ztraceno z důvodu transmise. Mikrosítě minimalizují množství energie ztracené z důvodu transmise. Díky Brooklynské mikrosítě profitují lidé, kteří mají nainstalované solární panely a jejich lokální komunita. Startup LO3 Energy vytvořil mikrosíť, která byla minulý rok testována v jedné ulici v New Yorku. Nyní se síť rozšiřuje do dalších čtvrtí New Yorku do Gowanus a Park Slope. Mikrosíť kombinuje měřič a počítač, který měří jak spotřebu, tak i produkci a poté sdílí informace, na základě kterých se vyhodnocuje nabídka přebytečné elektřiny. Decentralizovaná aplikační platforma, kterou využívá mikrosíť je kryptograficky zabezpečena. Blockchain je napojen přímo na předem zmíněnou platformu. Předpokládá se, že se tento systém stane důležitou částí energetické soustavy. Brooklynský projekt mikrosítě je jedním z prvních

pilotních projektů. Výhodou blockchainu je velká bezpečnost a díky tomu je zajištěna ochrana obchodníka i zákazníka. Společně mikrosítě a blockchain zprostředkovávají komunitě alternativní zdroj zelené elektrické energie. Další výhodou je vyšší spolehlivost lokálních zdrojů. Od super bouře Sandy, která způsobila sérii blackoutů přes celé Spojené státy v roce 2012, je provozuschopnost standartních sítí zpochybňována. Páteřní sítě nejsou potřebné pro mikrosítě, a tudíž nemohou být porušeny z důvodu extrémního počasí. Díky LO3 Energy partnerství se Siemensem je součástí projektu i kontrolní systém mikrosítě, který zabezpečí přesměrování elektrické energie do nemocnic, úkrytů a komunitních center, když je potřeba. Obyvatelé s fotovoltaickými panely byli v předchozí době schopni dodávat elektřinu přenosovým společnostem, ale nemohli z toho profitovat. Místo toho jim přenosové společnosti strhli část z účtu za elektřinu. To znamená, že v případě blackoutu v daném území, přestože existovala kapacita nadbytečné elektrické energie, nemohla být distribuována do míst, kde byla potřeba. S mikrosítí zde není potřeba prostředníka ve formě přenosové společnosti. To dává občanům kontrolu nad jejich přenosovou soustavou. V roce 2015 se solární zdroje podílely výkonem 7,3 GWh ve Spojených státech amerických, přitom v roce 2010 solární elektřina generovala jenom 1 GWh elektrické energie. Přitom čtvrtina solární elektřiny byla vyprodukována fotovoltaickými panely na střechách.

Mikrosítě v Brooklynu je jen malým příkladem toho, co by mohlo být velkou změnou v energetice. V současné době se LO3 chystá expandovat svůj projekt do dalších měst v USA, a dokonce i do dalších zemí. Každý stát má své unikátní podmínky a odlišnou legislativu. Misí společnosti LO3 je vysvětlit regulátorům po celém světě výhody mikrosítí a blockchainu v elektrickém odvětví a vytvoření správného obchodního modelu s dopředu smýšlejícími partnery tak, aby byli připraveni poskytnout služby zákazníkům, které budou vyžadovat v blízké budoucnosti v prostředí distribuce elektrické energie. Jak lidé hledají spolehlivý a ekologický zdroj energie, tak lokální mikrosítě, které přímo profitují výrobce energie a jejich komunity jsou skvělou možností [15]. Na obrázku 7 je vidět pilotní projekt společnosti.

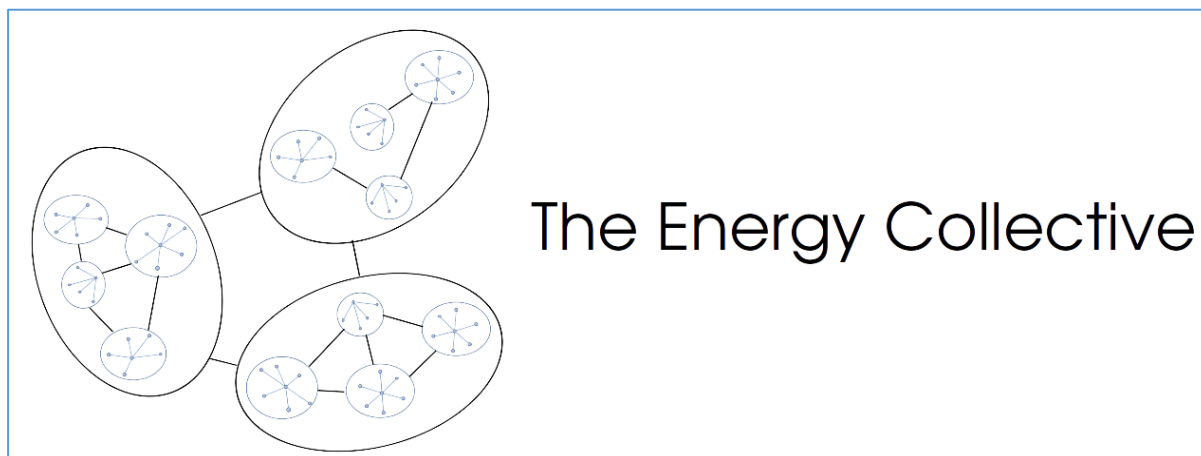


Obrázek 7: Pilotní projekt v Brooklynu [16]

3.1.1.2 Reforming the Energy Vision

Jedním z důvodů, proč vůbec tento projekt mohl vzniknout je i program státu New York s názvem “Reforming the Energy Vision”, která má za cíl změnit současnou elektrickou síť pomocí mikrosítí, zdrojů obnovitelné elektrické energie a chytré sítě [17].

3.1.2 Svalin – Energetický kolektiv



Obrázek 8: Logo projektu ve Svalin [18]

Experiment ve Svalinu v Dánsku je dalším příkladem sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů. Projekt se zabývá spotřebitelským trhem s elektřinou. Základním účelem projektu je navrhnout, zhodnotit a vyvinout opravdový návrh reálného spotřebitelského trhu s elektrickou energií, který bude podpořen množstvím případových studií. Spotřebitelský trh bude založen na energetických kolektivech a využití peer-to-peer uskupení. Experiment využívá stejně jako projekt Brooklyn Microgrid blockchain. Blockchain je podle lidí, kteří se účastní projektu ve Svalinu, základním kamenem pro spotřebitelský trh s elektřinou. Součástí projektu je vývoj řešení na základě blockchainu a zároveň se snaží zakomponovat i regulační aspekty. Tento projekt je reálný a na svém počátku. Důležitým prvkem tohoto projektu je princip energetického kolektivu [18].

3.1.2.1 Energetický kolektiv

Základní myšlenkou projektu ve Svaline je energetický kolektiv. Proto je důležité si tento pojem vysvětlit. Energetický kolektiv je definován jako komunita spotřebitelů energetického systému, která při využívání energetického systému spolupracuje. Energetický kolektiv zajišťuje optimalizované použití společných zdrojů a dohodu, jak interagovat s dalšími energetickými kolektivy a s energetickým trhem. Jednou z možných implementací je mikrosíť, jenž využívá energetický kolektiv, který energii ze sítě zároveň spotřebovává i dodává pomocí obnovitelných zdrojů [18].

3.1.3 Dajie



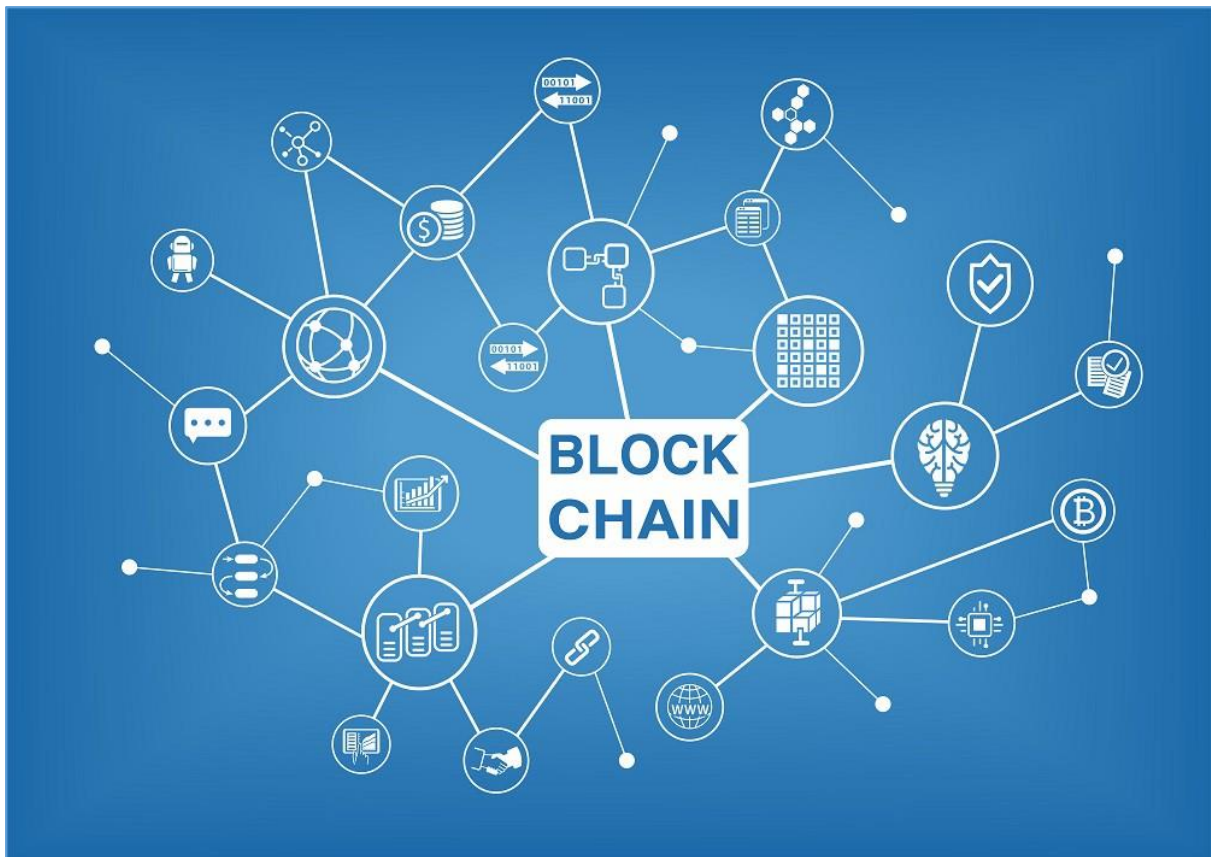
Obrázek 9: Logo projekt Dajie [19]

Dalším startupem je italská firma Dajie. Jejich řešení je založeno na kombinaci internetu věcí a blockchainu. Jejich zařízení vytvářejí síť uzlů v lokální mikrosíti a zprostředkovávají výměnu energie systémem peer to peer. Systém využívá již všech dříve zmíněných výhod blockchainu. Zajímavý je výplatní model od firmy Dajie. Po instalaci jejich zařízení a online registraci dostane výrobce za každou vyprodukovanou kWh jednu “energetickou minci”, která je generována v reálném čase. Všechny mince jsou poté uloženy v elektronické peněžence. Výplatní systém velmi připomíná princip těžby kryptoměn. Tento princip má několik využití, pro demonstraci si můžeme uvést tři.

- V dnešní době nejsou malí producenti kompenzováni za snižování produkce skleníkových plynů. Pomocí mincí v některých zemích mohou malí producenti využít povolenky. Například v Holandsku je 300 tisíc malých producentů elektrické energie a zhruba 6 milionů nevyužitých povolenek.
- Společnosti mohou prodávat své služby a produkty za mince a získávat od svých zákazníků elektřinu. Díky tomu mohou společnosti snížit administrativní náklady.
- Místní komunity budou schopny sdílet energii peer to peer se svým okolím a dostanou za ni lepší ceny, než kdyby elektřinu dodávaly nazpět do sítě [19].

3.2 Blockchain

Na základě analýzy jsem zjistil, že všechny výše zmíněné projekty ve sdílené ekonomice v prostředí malých obnovitelných zdrojů spojuje využití technologie blockchain. Proto v této podkapitole popíši tuto technologii.



Obrázek 10: Blockchain [20]

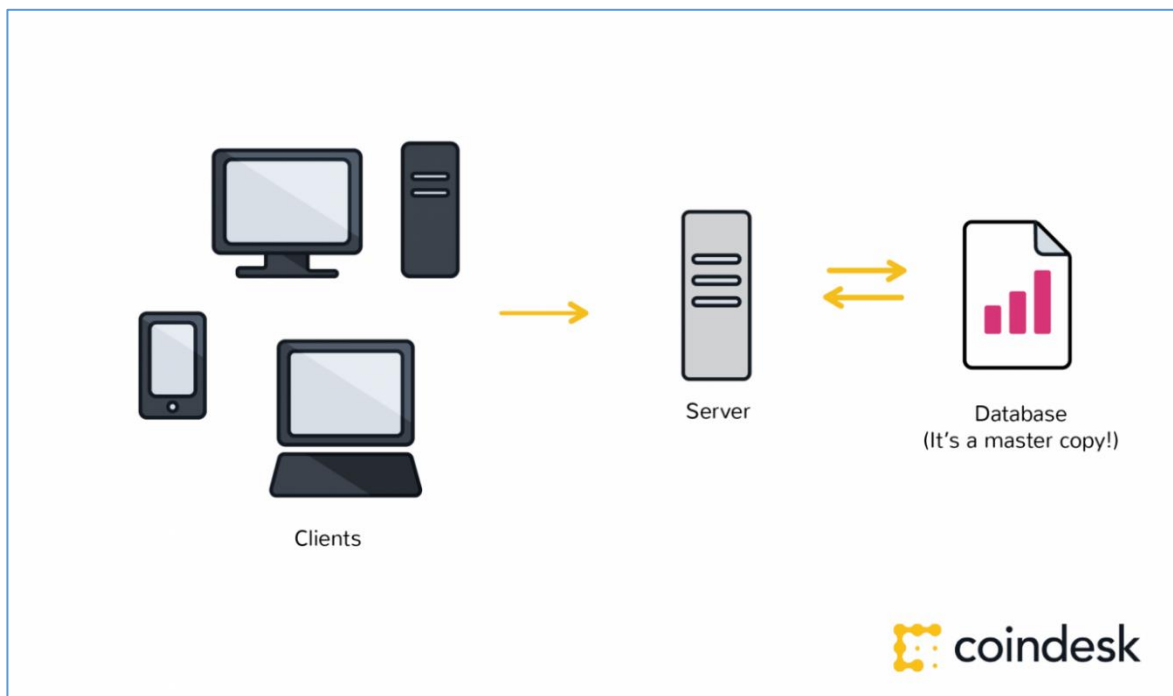
3.2.1 Definice

Blockchain je veřejný seznam (nebo spíše databáze), kde jsou anonymně zaznamenány veškeré transakce, které byly provedeny s daným zdrojem (elektrická energie, bitcoin). Je to chronologický řetězec záznamů (bloků) o transakcích, který neustále roste a je sdílený mezi všemi uživateli – což znamená, že každý systém zapojený do sítě dostane kopii blockchainu, která se automaticky stáhne při dalším přihlášení. Jakmile do blockchainu informace (blok) jednou vstoupí, už nemohou být změněny, jelikož každý jednotlivý zápis ovlivní zápisy následující [21].

3.2.2 Princip

Na první pohled blockchain nevypadá rozdílně od klasických systémů založených na databázích. Pro zjednodušení budu srovnávat blockchain s webovou stránkou, například s Wikipedií.

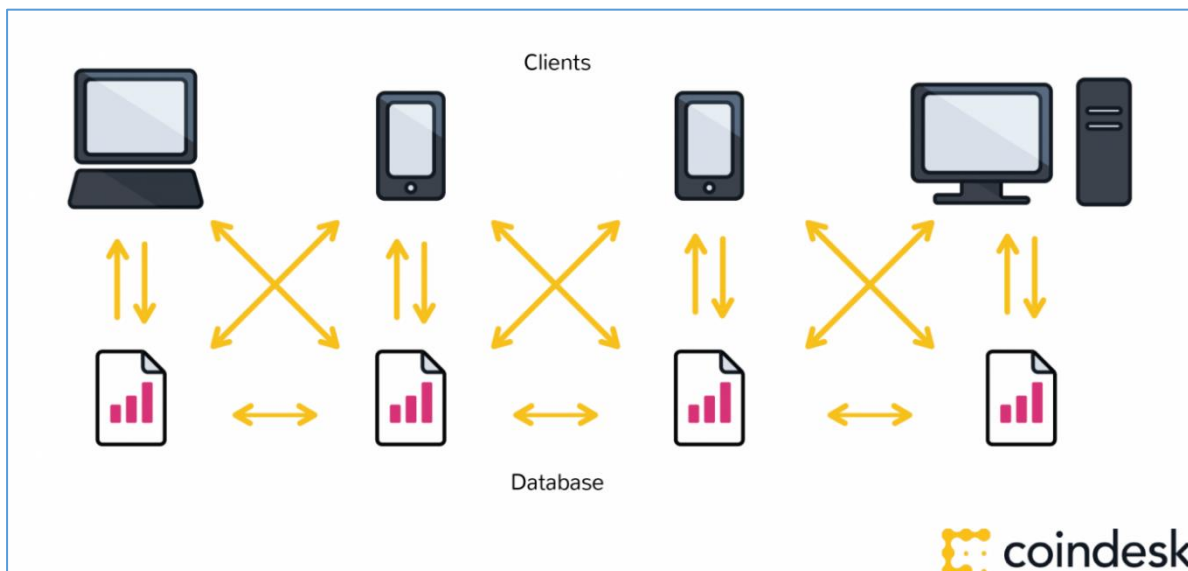
S blockchainem může velké množství uživatelů vytvářet záznamy a vkládat je do systému. Je zde komunita uživatelů, která kontroluje, jak jsou záznamy pozměňovány a aktualizovány. Stejně tak Wikipedie, záznamy zde nejsou výtvořem jediného autora a kontrola nad Wikipedií je také vykonávána více uživateli. Když se podíváme na nižší úroveň abstrakce, rozdíly, které dělají blockchain unikátní, se stávají jasnějšími. Zatímco oba běží na distribuovaných sítích (internet), Wikipedie je integrována do WWW pomocí síťového modelu klient-server. Uživatel (klient) s příslušnými právy může změnit záznam na Wikipedii, který je uložený na centralizovaném serveru v databázi. Kdykoli uživatel přistupuje na stránku Wikipedie, obdrží aktualizovanou verzi "hlavní kopie" záznamu z Wikipedie. Manipulace s databází je vykonávána administrátory Wikipedie. Tento princip je znázorněn na obrázku 11.



Obrázek 11: Klient Server [22]

Princip, který používá Wikipedie je velmi podobný vysoce chráněným a centralizovaným databázím, které vlády, banky či pojišťovny současně používají. Správa centralizovaných databází spočívá na jejich vlastnících, včetně řízení aktualizací, oprávněných přístupů a ochrany proti počítačovým hrozbám.

Blockchain využívá speciálně vytvořené distribuované databáze. Distribuovaná databáze je nejvýraznějším a nejdůležitějším rysem blockchainu. Na rozdíl od Wikipedie, kdy "hlavní kopie" je editována na serveru a všichni uživatelé vidí novou verzi. Tak v technologii blockchain každý uzel v síti edituje záznam. Přičemž každý záznam se aktualizuje nezávisle. Díky tomuto principu se nejčastější verze záznamu stává de facto oficiálním záznamem namísto toho, že by existovala hlavní kopie. Transakce jsou vysílány všem uzlům a každý uzel vytváří vlastní aktualizovanou verzi záznamu. Názorné zobrazení tohoto principu je vidět na obrázku 12.



Obrázek 12: Distribuovaný systém [22]

Toto je rozdíl, který dělá technologii blockchain tak užitečnou a představuje inovaci ve vytváření a distribuci informací, která eliminuje potřebu důvěryhodných třetích stran a díky tomu usnadňuje digitální vazby.

Přesto technologie blockchain není podle dnešních standardů novou technologií. Spíše je to kombinace osvědčených technologií aplikovaných novým způsobem. Jedná se o zvláštní orchestraci tří technologií (internet, kryptografie soukromého klíče a protokol upravujícího pobídky), které učinily myšlenku blockchainu tak všeobecně využitelnou.

Výsledkem je systém pro digitální interakce, který nepotřebuje důvěryhodnou třetí stranu. Práce na zabezpečení digitálních vztahů je implicitní – dodává ji elegantní, jednoduchá, avšak robustní síťová architektura blockchainu sama [22].

3.2.3 Bezpečnost

Bezpečnost je dalším důležitým prvkem blockchainu. Blockchain používá kryptografii soukromého klíče (RSA), což je výkonný vlastnický nástroj, který splňuje požadavky na autentizaci. Vlastníkem vlastnictví je soukromý klíč. Chrání uživatele tím, že nemusí sdílet více osobních informací, než by bylo potřeba k výměně, a nechal je vystavené hackerům. Tato distribuovaná síť musí být rovněž zavázána k vedení a zabezpečování záznamů transakční sítě. Autorizace transakcí je výsledkem celé sítě, která používá pravidla, na kterých byla navržena (blokový protokol). Autentizace a autorizace, které jsou dodávány tímto způsobem, umožňují interakci v digitálním světě bez spoléhání na (drahé) certifikáty. Dnešní podnikatelé v průmyslových odvětvích světa se probudili na důsledky tohoto vývoje – jsou to, co bylo nepředstavitelné, nové a silné digitální vztahy jsou možné. Blockchain technologie je často popisována jako páteř pro transakční vrstvu internetu [22].

3.3 Mikrosítě

Dalším společným prvkem ve sdílené ekonomice v prostředí malých obnovitelných zdrojů je použití mikrosítí. V této podkapitole se proto budu zabývat mikrosítěmi.

Mikrosítě neboli lokální elektrické sítě mají schopnost se od centrální sítě kdykoli odpojit. Elektrické mikrosítě mají také určité environmentální přínosy. Zastánci čisté energie argumentují, že mikrosítě jsou schopné integrovat narůstající počet různých typů energetických zdrojů, včetně solárních či větrných elektráren. Díky tomu, že mikrosítě budou lokální, se zkrátí délka distribučních kanálů. Tím se výrazně sníží náklady na přenos elektřiny. Z uvedeného vyplývá, že mikrosítě mají velký potenciál přispět ke snížení emisí a současně se přiblížit konečným spotřebitelům, a to všechno za nižší cenu elektřiny.

Zkušenosti z americké Illinois, kde mikrosítě vesele expandují, nám ukazují jejich nové netušené možnosti. Jsou to nejen menší a houževnatější systémy pro distribuci elektřiny, ale dokážou propojit širokou škálu faktorů, které podpoří ekonomický rozvoj na lokální úrovni. Jinými slovy, mikrosítě mohou sloužit jako platforma pro „chytrá“ města. Budou umět integrovat přenos elektřiny, ale také například i přenos dat.

Nezanedbatelný přínos mají mikrosítě také na poli hospodářské soutěže. Zatímco velké přenosové soustavy bývají zpravidla vlastněny monopolním subjektem, mikrosítě mají předpoklad pro vytvoření velice soutěživého prostředí. Tím pádem by mohla odpadnout potřeba centrálního

regulátora. Díky tomu bude trh méně podřízen administrativním zásahům a bude schopen samoregulace, což se v konečném důsledku příznivě projeví na ceně pro konečného zákazníka.

Mikrosítě mohou do budoucna znamenat využití nejen pro distribuci elektřiny, ale i pro komunikační technologie. Tím by se mohlo dosáhnout toho, že by do sektoru elektřiny vstoupili další hráči, kteří by paralelně nabízeli například služby související s přenosem dat. Konkrétní podobu, jak to technicky uskutečnit, dnes ještě zcela nejsme schopni domyslet.

Počet mikrosítí se v Illinois zvětšuje. Tento členský stát USA se tak stává lídrem rozvoje této technologie. Tak například největší společnost ve státě Illinois, která vlastní nejrozsáhlejší distribuční soustavu, Commonwealth Edison (ComEd), nyní staví mikrosít' nedaleko Chicaga. Ministerstvo energetiky Spojených států amerických na projekt poskytlo grant ve výši 4 milionů dolarů. Cílem je začlenit do projektu řešení pro skladování energie z fotovoltaických elektráren v bateriích. Současně také došlo k napojení mikrosítě na pouliční osvětlení, která se automaticky rozsvítí, když kolem projíždí policejní nebo záchranný vůz. Není-li naopak osvětlení zapotřebí, světla se sama zhasnou. Mikrosítě mohou být také spojovány ve větší celky, ale zároveň neztratí svou schopnost se izolovat, když je to zapotřebí. To ostatně dokazuje společný projekt ComEd a Illinois Institute of Technology.

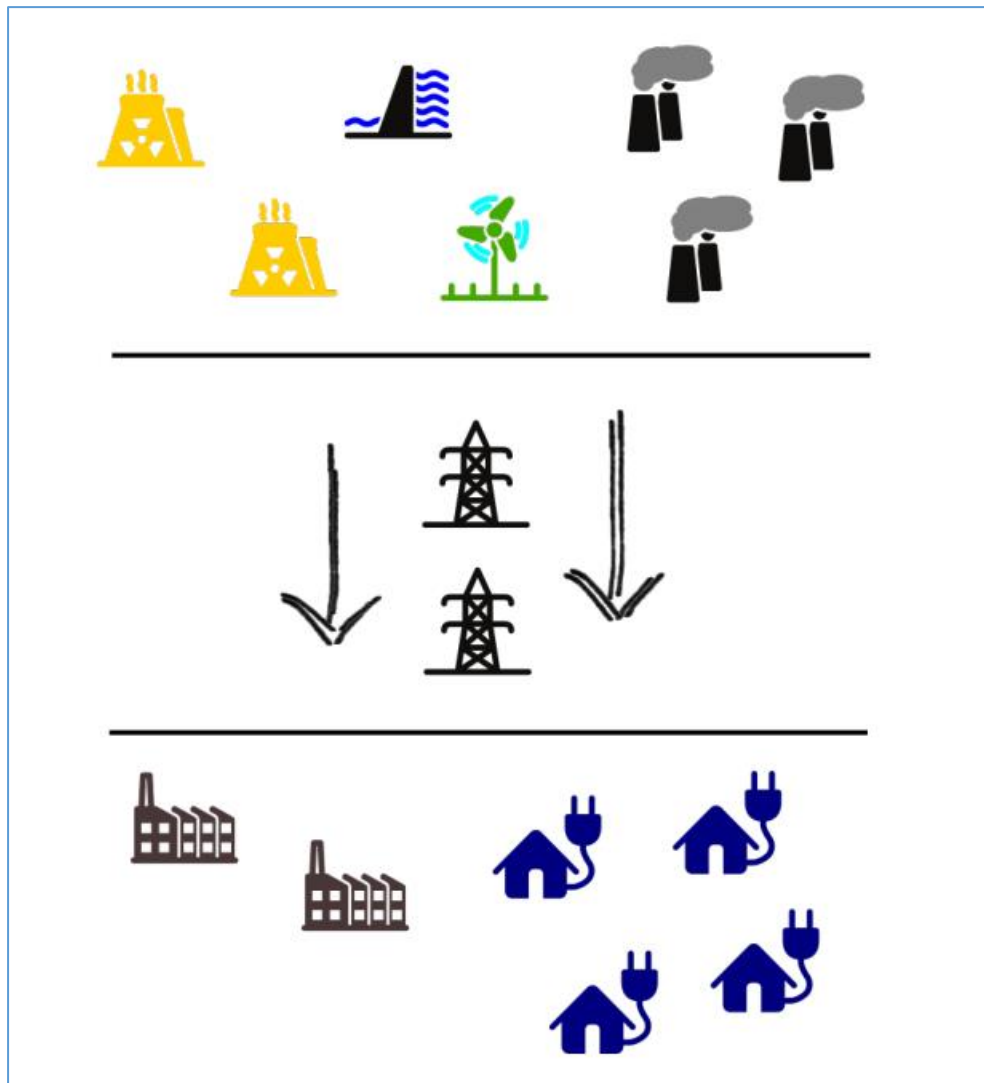
Mikrosítě nabízejí celou řadu benefitů a illinoiské zkušenosti budou sloužit jako zkušební experiment. Někteří majitelé současných utilit vidí v mikrosítích odrazový můstek k dodávání energie přes nové distribuční kanály. Někdo také mikrosítě vidí jako určitý typ zadních vrátek ke konkrétním místům výroby elektřiny. Technologické společnosti v nich spatřují příležitost, jak oslovit nové zákazníky. Ekologové doufají, že mikrosítě budou schopny zajistit rychlejší zvyšování efektivity využití elektřiny a povedou země rychleji vstříc čisté energii [23].

3.4 Změny v topologii energetické soustavy

Díky nástupu sdílení obnovitelné elektrické energie budou muset nastat změny i v přenosových soustavách. Tyto změny pomalu nastávají už v dnešní době, ale díky nástupu sdílení obnovitelných zdrojů vznikne potřeba zavádět tyto změny rychleji. V této podkapitole popíšeme rozdíly mezi centralizovanou a decentralizovanou soustavou.

3.4.1 Centralizovaná výroba elektrické energie

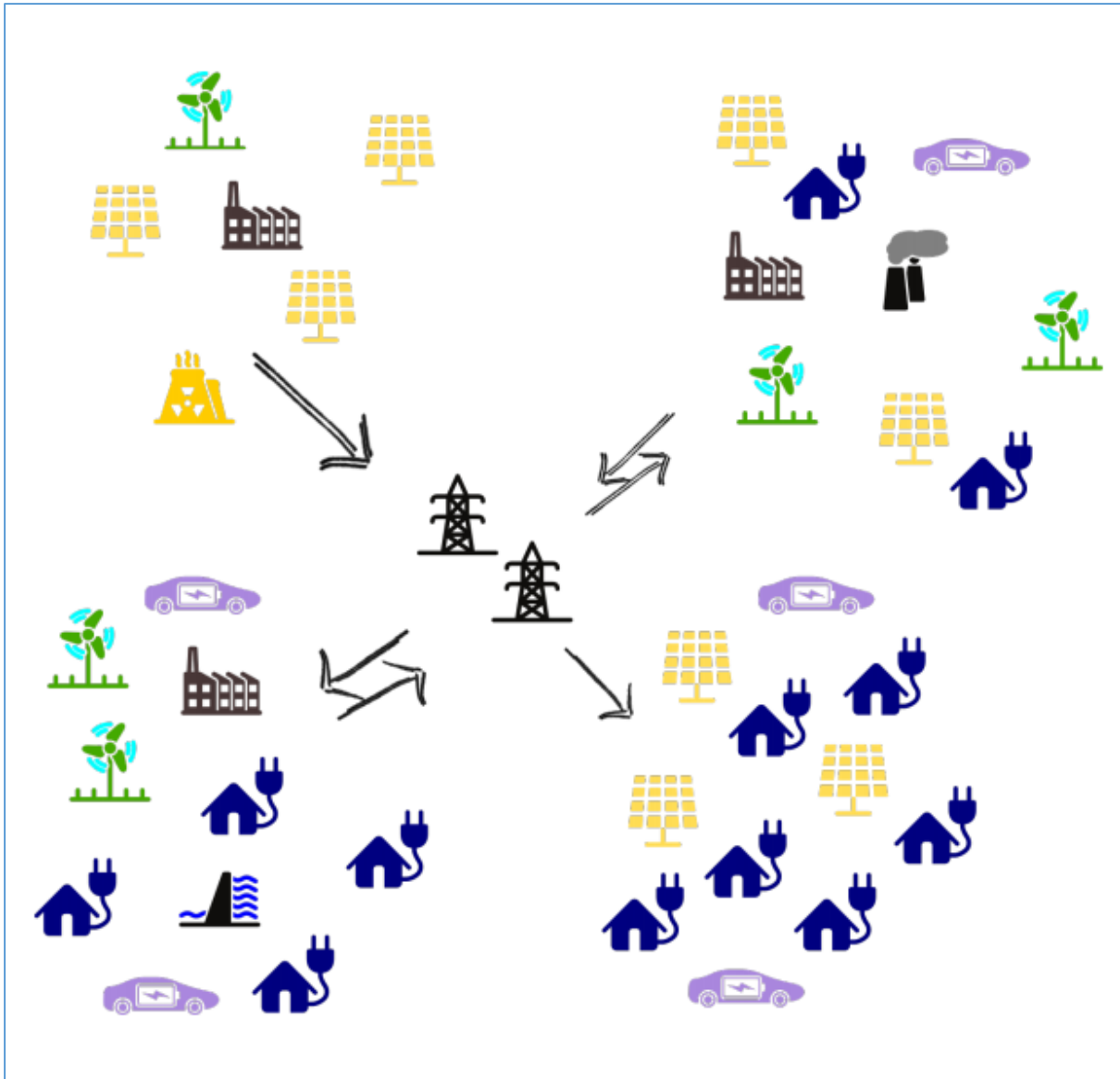
Centralizovaná výroba elektrické energie je charakterizována relativně malým počtem zdrojů elektrické energie o velkém výkonu v násobcích MW. Zdroje mají nízkou výrobní cenu za jeden kW instalovaného výkonu. V případě výpadku či odstávky velkého zdroje je síť negativně ovlivněna. Elektřina je často vyráběna na jiném místě, než je spotřebována, často na velké vzdálenosti dokonce i mezi státy, což znamená větší ztráty a velké výdaje na přepravní soustavu. Mezi výhody patří jednodušší řízení soustavy z důvodu menšího počtu zdrojů. Fungování centralizované soustavy je přehledně znázorněno na obrázku 13.



Obrázek 13: Současný stav [4]

3.4.2 Decentralizovaná výroba elektrické energie

Decentralizovaná výroba elektrické energie je specifická velkým počtem zdrojů o malém výkonu v jednotkách či desítkách kW. Vyšší cena za 1 kW instalovaného výkonu. Výpadek marginálně neovlivňuje stabilitu přenosové sítě a dostupnost elektrické energie v síti. Elektřina je vyráběna v místě spotřeby a díky tomu odpadají přenosové ztráty a není potřeba budovat tak mohutné přenosové soustavy na velké vzdálenosti. Protože je v decentralizovaných sítích velké množství zdrojů, je řízení a regulace sítě složitější. Decentralizace soustavy je spjata s rozvojem obnovitelných zdrojů elektrické energie a jejich sdílením v rámci sdílené ekonomiky. Fungování decentralizované soustavy je přehledně znázorněno na obrázku 14.



Obrázek 14: Budoucí stav [4]

3.4.3 Off-grid

Důležité je i popsat systémy off-grid, které jsou přímou konkurencí pro sdílenou ekonomiku malých obnovitelných zdrojů. Off-grid neboli ostrovní systémy se využívají v místech, kde není možné připojení na síť, například v odlehlých oblastech, v rozvojových zemích, ale také pro karavany, lodě, montážní a záchranářské vozy. Veškerá elektrická energie je spotřebovávána v uzavřeném systému a je ukládána do akumulátorů.

3.5 Potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

Na základě analýzy vhodných zdrojů pro sdílení elektrické energie jsem se rozhodl, že se soustředím na jednu technologii, a to na fotovoltaické elektrárny do výkonu 10 kW. Pro tuto technologii vyčísím, jaký je její potenciál při sdíleném používání v ČR. Potřebuji tedy zjistit, kolik m² fotovoltaických panelů můžeme instalovat a také pro kolik uživatelů.

3.5.1 Předpoklady

Pro snazší a přehlednější vyčíslení potenciálu sdílené fotovoltaiky jsem navrhnul následující předpoklady. Tyto předpoklady použiji jako základ dalších výpočtů.

- Zaměřím se na velká města v ČR s počtem obyvatel nad 90 000, protože u nich předpokládám lepší možnosti startu sdílené ekonomiky díky vyšší hustotě zalidnění a vyššímu příjmu obyvatel měst. Tyto města mohou působit jako jakýsi pilotní segment.
- Budu předpokládat, že v historických centrech měst nebude možné fotovoltaické panely používat kvůli ochraně nenarušeného vzhledu památek.
- Budu předpokládat, že pro fotovoltaické panely se z hlediska slunečního svitu hodí 1/3 plochy střech.
- Značně idealizované a zjednodušené počítání s domy, plochou střech a zákazníky.

3.5.2 Města v ČR a počty domů

Podle předpokladu a dat ČSÚ z roku 2016 a 2011 se výpočet týká těchto měst:

Tabulka 2: Velká města v České republice a počty domů

Město	Počet obyvatel [24]	Počet domů [25]
Praha	1 280 508	99 949
Brno	377 973	40 676
Ostrava	291 634	26 188
Plzeň	170 548	17 865
Liberec	103 853	10 989
Olomouc	100 378	10 657
České Budějovice	93 470	10 789
Ústí nad Labem	92 984	8 348
Hradec Králové	92 929	11 815
Pardubice	90 044	10 462
Celkem	2 694 321	247 738

Co se týče letitosti údajů o sčítání domů a bytů (2011), to je dáno dlouhou periodou sčítání lidu. Počet obyvatel v této tabulce slouží jako kritérium pro výběr měst, ne pro další výpočty.

3.5.3 Domy podle typu domu a osob v nich a podle obydlivosti

Opět jsem využil dat ČSÚ, konkrétně ze Sčítání lidu, domů a bytů roku 2011 a pro účely dalších výpočtů jsem zjistil, kolik domů je obydlených, jaké jsou počty rodinných a bytových domů, jaký je poměr těchto typů domů a jaký počet lidí v nich průměrně bydlí. Toto shrnuje tabulka 3.

Tabulka 3: Typy domů a počet lidí v nich bydlících

	Celkem	Rodinné domy (RD)	Bytové domy (BD)
Domy celkem	2 115 886	1 901 126	214 760
Obydlené domy	1 766 046	1 554 794	211 252
Neobydlené domy	349 840	346 332	3 508
Počet osob	10 304 041	5 043 384	5 260 657
Průměrný počet obyvatel rodinného domu	3,2		
Průměrný počet obyvatel bytového domu	24,9		
Průměrný poměr bytové/rodinné domy	7,36		

Dalším krokem bylo nahrubo stanovit průměrnou plochu střech jednotlivých typů domů. U rodinného domu jsem vycházel z internetových diskuzí a z kalkulaček výrobců střešních krytin. U bytového domu jsem vybral podle mého osobního odhadu typický a velmi rozšířený bytový dům a pomocí online nástroje se pokusil přibližně změřit plochu jeho střechy (viz obrázek 15).

Odhad plochy střechy rodinného domu

Plocha střechy průměrného rodinného domu činí **152,2 m²**.

$$ES = \frac{\sum_1^n S_i}{n} = \frac{120 + 150 + 160 + 175 + 156}{5} = 152,2$$

Kde:

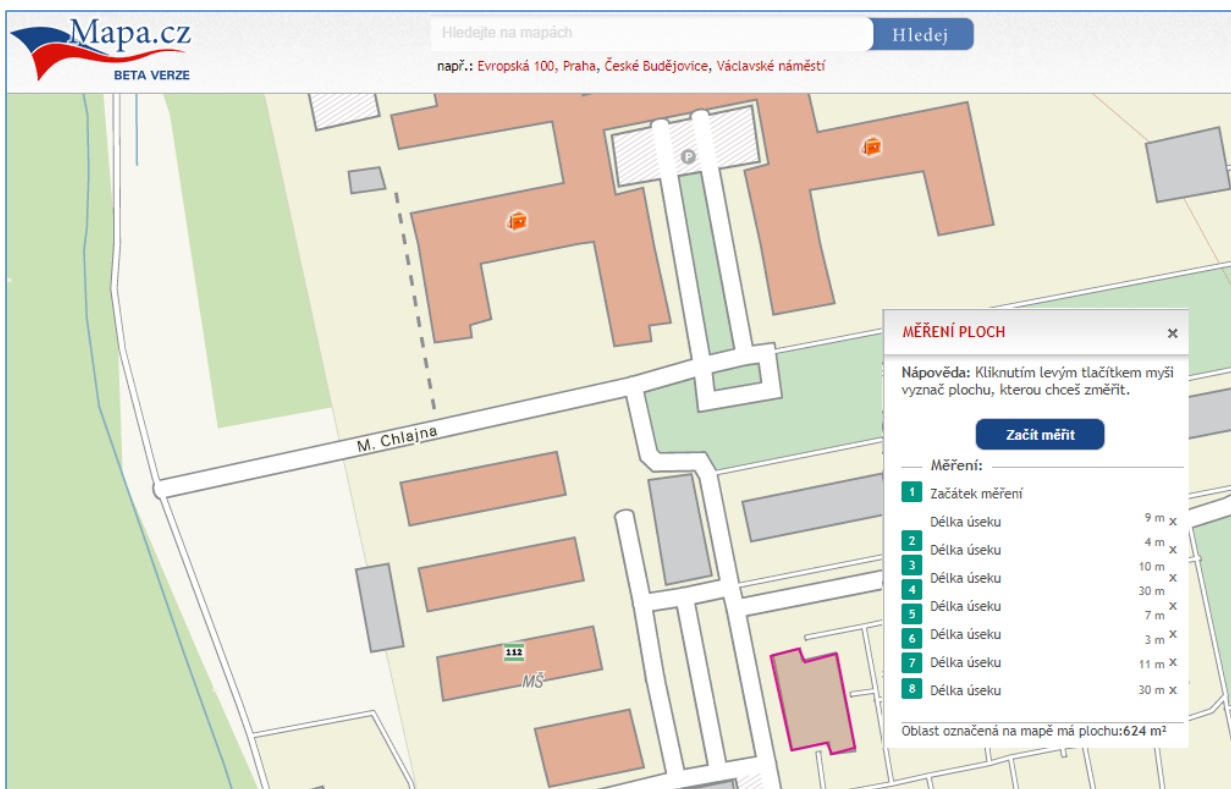
ES ... plocha střechy průměrného rodinného domu

S_i ... plocha střechy *i*-tého obvyklého domu

n ... počet typů obvyklých domů

Odhad plochy střechy bytového domu

Plocha střechy průměrného bytového domu činí **624 m²**.



Obrázek 15: Měření plochy střechy

3.5.4 Technický potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

Technický potenciál sdílené fotovoltaiky je dán domy ve větších městech, jak už jsem zmínil na začátku této části, a plochou jejich střech obrácenou ke slunci. Snížení plochy střech o 1/3 se použije u RD. Průměrné plochy střech BD budou sníženy ještě o 15 % kvůli různým kapličkám nad strojovnou výtahu, kabelům, anténám a plochy střech RD budou sníženy z podobných důvodů o dalších 7,5 %. Potom se ještě spočítají obyvatelé v těchto domech pomocí údajů z předchozí tabulky.

Tabulka 4: Vybraná města a plocha střech

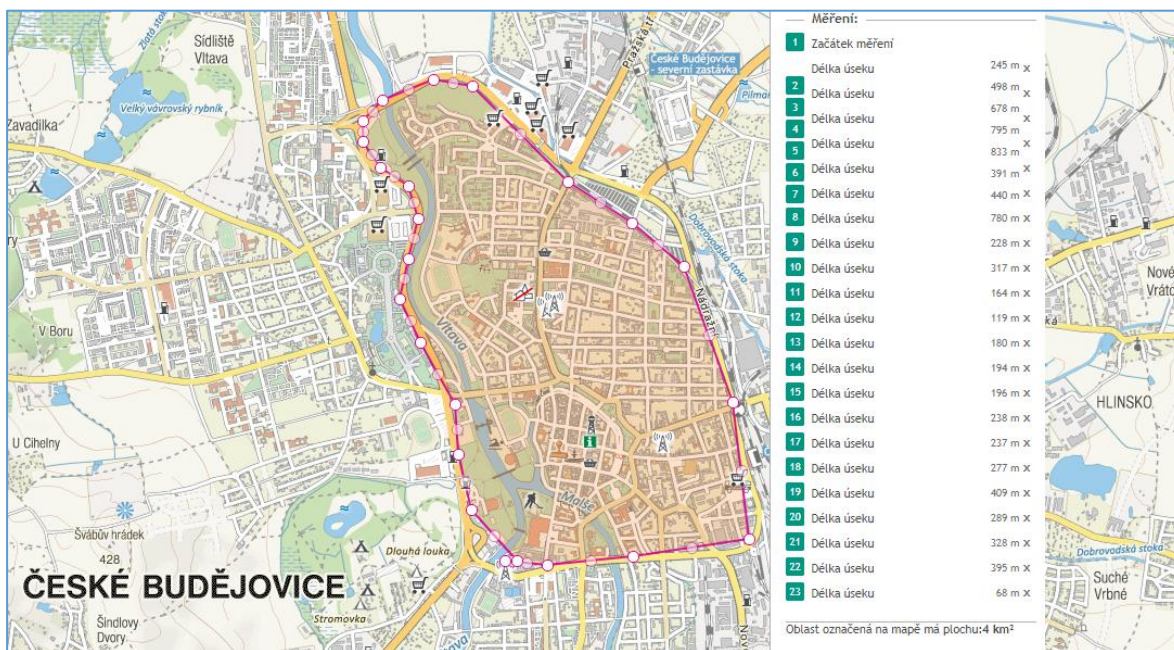
Město	Počet RD (S = 152,2 m ²)	Počet BD (S = 624 m ²)	Plocha střech [m ²]	Obyvatel v domech
Praha	87 993	11 956	14 600 088	583 155
Brno	35 810	4 866	5 941 762	237 325
Ostrava	23 055	3 133	3 825 422	152 795
Pizeň	15 728	2 137	2 609 637	104 234
Liberec	9 675	1 314	1 605 222	64 116
Olomouc	9 382	1 275	1 556 725	62 179
České Budějovice	9 498	1 291	1 576 007	62 949
Ústí nad Labem	7 349	999	1 219 437	48 707
Hradec Králové	10 402	1 413	1 725 881	68 935
Pardubice	9 211	1 251	1 528 241	61 041
Celkem	218 104	29 634	36 188 423	1 445 434

Technický potenciál sdílené fotovoltaiky je:

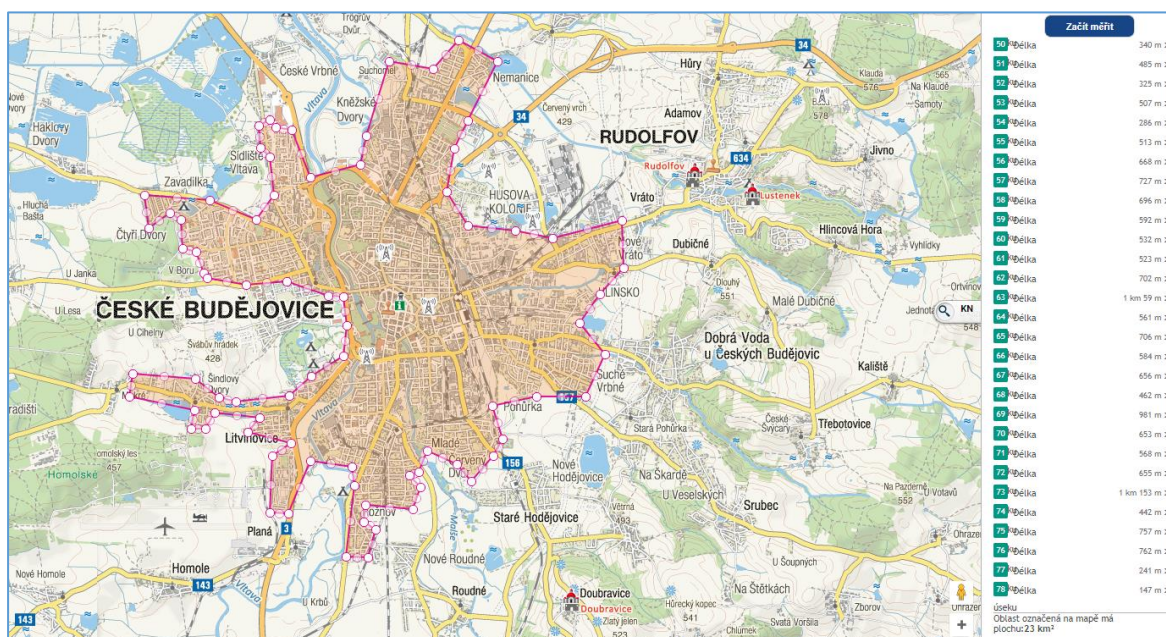
- 36 188 423 m² plochy panelů,
- 1 445 434 uživatelů.

3.5.5 Využitelný potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

Využitelný potenciál představuje v našem případě technický potenciál snížený především o nemožnost montovat panely na střechy v historických centrech měst. Pojďme zjistit, jakou plochu zhruba zaujímá historické jádro z rozlohy města, abychom toto zjištění zjednodušeně aplikovali na všechna města neboli na technický potenciál. Pro výpočet jsem vybral České Budějovice, které znám. Historická část Českých Budějovic zaujímá plochu **4 km²**. Celé město zaujímá plochu **23 km²**. Historická část tedy činí **17,39 %** plochy města. Z toho si vezmeme ponaučení, že využitelný potenciál je **82,61 %** technického. Na následujících obrázcích je postup měření plochy města.



Obrázek 16: Historické jádro Českých Budějovic



Obrázek 17: Plocha Českých Budějovic

Využitelný potenciál sdílené fotovoltaiky je:

- 29 894 784 m² plochy panelů,
- 1 194 054 uživatelů.

3.5.6 Dosažitelný potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

Dosažitelný potenciál sdílené fotovoltaiky je ten, který je určený pro výrobu energie. Pro výrobu energie je určen celý využitelný potenciál. Přenos elektrické energie na nízkém napětí se ale potýká s principiálními ztrátami. O tyto ztráty je třeba zmenšit využitelný potenciál a jsou to:

- ztráty v měniči ~ 10 %,
- ztráty při akumulaci ~ 10 %,
- ztráty na vodičích, svorkách a konektorech ~ 3 %,
- ztráty na řídicích prvcích ~ 5 %,
- dohromady ~ $0,9 * 0,9 * 0,97 * 0,95 = 0,75$.

Tyto ztráty způsobí snížení užítku z fotovoltaiky o 25 % a lze je přeneseně chápat i tak, jako by o takovou část poklesl potenciál měřený v ploše panelů a počtu uživatelů.

Dosažitelný potenciál sdílené fotovoltaiky je:

- 22 421 088 m² plochy panelů,
- 895 540 uživatelů.

3.5.7 Ekonomický potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

Dle kvalifikovaného odhadu experta na energetiku stanovují, že ekonomický potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR činí 55 % dosažitelného potenciálu. Toto snížení lze přeneseně chápat i tak, jako by o odpovídající část poklesl potenciál měřený v ploše panelů a počtu uživatelů, protože jen 55 % uživatelů a panelů se je vyplatí provozovat.

Výsledný a ekonomický potenciál sdílené fotovoltaiky je:

- 12 331 598 m² plochy panelů,
- 492 547 uživatelů.

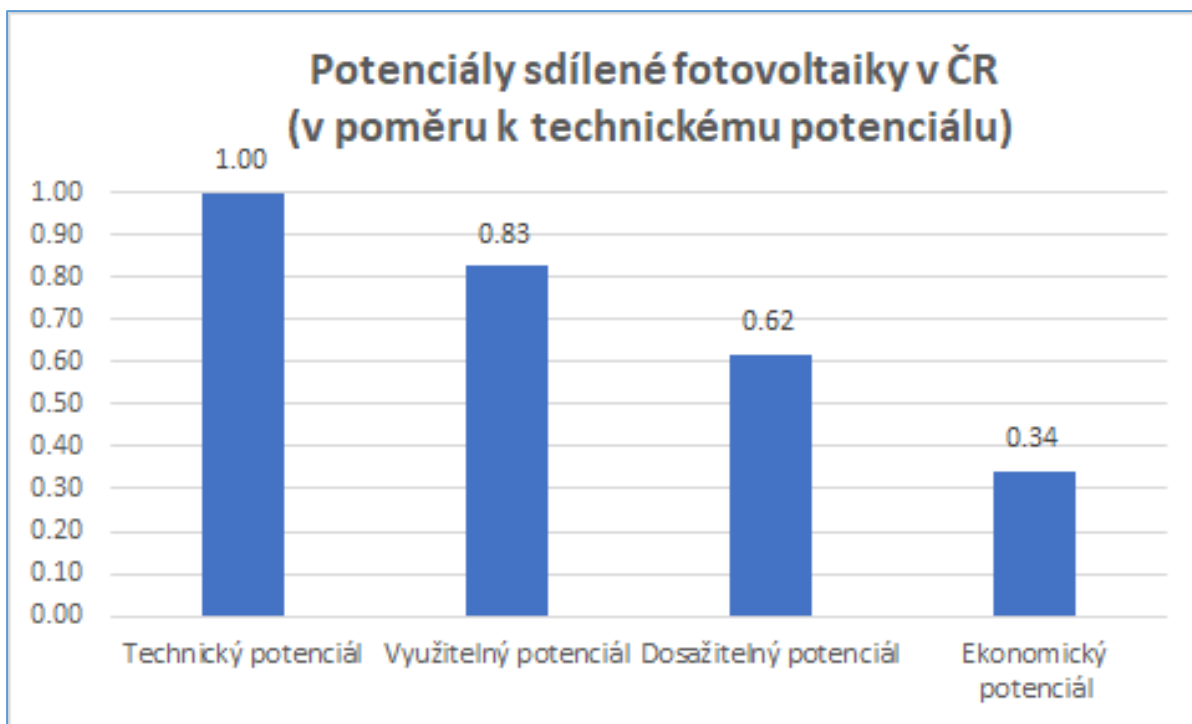
3.5.8 Shrnutí

Výsledné hodnoty potenciálů sdílené fotovoltaiky jsou shrnuty do tabulky 5 a graficky znázorněny na obrázku 18.

Tabulka 5: Potenciál OZE

Potenciál	Plocha střech [m ²]	Obyvatel v domech
Technický potenciál	36 188 423	1 445 434
Využitelný potenciál	29 894 784	1 194 054
Dosažitelný potenciál	22 421 088	895 540
Ekonomický potenciál	12 331 598	492 547

Jak je vidět z tabulky 5, je zde trh necelý půl milion možných dodavatelů OZE a necelý milion možných odběratelů, což je určitě zajímavý potenciální tržní segment.



Obrázek 18: Potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR

3.6 Porovnání výhodnosti akumulátorů a sdílené ekonomiky

Hlavním konkurentem pro sdílenou ekonomiku je ukládání vyprodukované elektrické energie do akumulátorů. V dnešní době je přikoupení akumulátorů ke zdroji obnovitelné energie čím dál častější a oblíbenější. Jedním ze základních předpokladů je, že výkupní cena přes platformu sdílené ekonomiky musí být alespoň stejně výhodná jako investice do akumulátorů.

3.6.1 Akumulátory vhodné pro fotovoltaiku

Akumulátory pro fotovoltaiku na střeše se nejčastěji využívají s kapacitou od 4,8 kWh do 10 kWh. Co se týče technologie, tak se využívá olověných akumulátorů a lithiových jako je LiFePO₄, Li(NiCoAlO₂) nebo Li-Ion. Záruka na akumulátor dosahuje až 10 let a životnost až 10 000 cyklů s tím, že s počtem cyklů klesá kapacita akumulátoru. Ceny vhodných akumulátorů se pohybují od 75 000 Kč do 200 000 Kč.

3.6.2 Referenční skupina akumulátorů

Při výběru akumulátorů jsem se chtěl zaměřit na tržní lídry, kterými jsou Sonnenbatterie a Tesla. V současné době se Tesla PowerWall bohužel neprodává v Česku, takže nelze jasně stanovit cenu. Sonnenbatterie, ve kterých vlastní podíl i skupina ČEZ a nabízí jejich prodej a instalaci, nemá veřejný ceník. Proto jsem musel zvolit akumulátory od společnosti BYD. Tyto baterie mají značné zastoupení v České republice, dále mají volně dostupné technické informace a ceny. Dalším důvodem, proč jsem zvolil tyto akumulátory, bylo, že nabízejí kapacitu od 2,5 kWh do 10 kWh. Tento interval je v průniku s předem zmíněným nejvíce využívaným intervalem. Vybral jsem tři zástupce: BYD B-Box 5.0, BYD B-Box 7.5 a BYD B-Box 10.0. Akumulátory jsou typu LiFePO₄. Základní technické údaje jsou uvedeny v následující tabulce 6.

Tabulka 6: Referenční skupina akumulátorů

	B-Box 5.0	B-Box 7.5	B-Box 10.0
Cena [Kč]	82 404	116 424	150 444
Kapacit [KWh]	4,8	7,2	9,6
Energetická účinnost	97 %	97 %	97 %

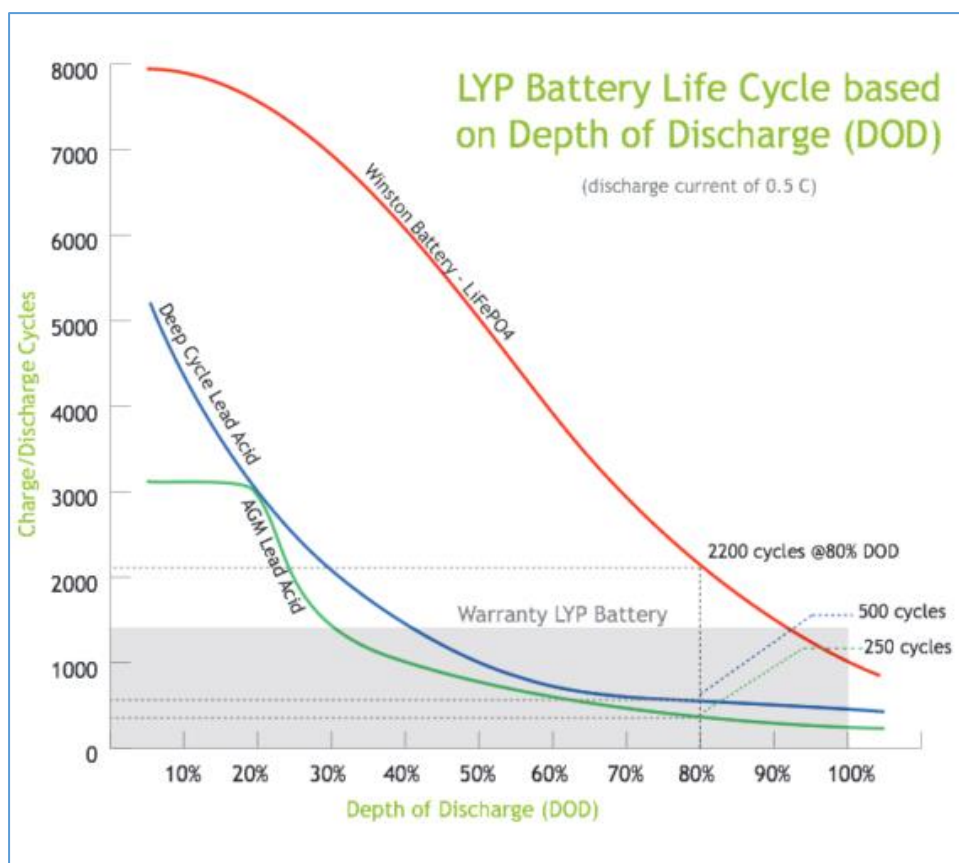
3.6.3 Společnost BYD

Chtěl bych se zmínit pár slovy o společnosti BYD, protože to je podle mě v České republice málo známá společnost, a přitom alespoň co do počtu zaměstnanců se řadí k největším společnostem na světě.

BYD Company Limited je vedoucí high-tech mezinárodní společností založenou v roce 1991 a je kótovaná na Hongkongské burze cenných papírů a burze v Shenzhen. Společnost se zaměřuje na čtyři hlavní sektory: IT, automobilový průmysl, energetika a vlaková doprava. Na počátku společnosti byla jenom výroba dobíjecích baterií. V současné době společnost zaměstnává zhruba 220 000 zaměstnanců a má přes 30 výrobních závodů rozmístěných po celém světě [26].

3.6.4 Degradace akumulátorů

Akumulátory s počtem cyklů ztrácejí svoji kapacitu. I když akumulátory určené pro fotovoltaiku mají životnost podstatně více cyklů než akumulátory určené pro spotřební elektroniku, kde se počet cyklů pohybuje kolem 2 000, tak ale plánovaná životnost fotovoltaické elektrárny je v rozmezí 15 až 20 let. Když si vezmeme jeden cyklus baterie na den, pak počet potřebných cyklů se pohybuje od 5 500 do 7 305, což na první pohled vypadá velmi dobře. Jenomže jsme nezmínili degradaci, kdy kapacita baterie v závislosti na typu a kvalitě bude po 15 letech používání mezi 40 % – 0 % z počáteční kapacity. Pojdme se podívat na obrázek 19, kde je vidět degradace akumulátorů, podle typu. Z obrázku je na první pohled jasné, že typ LiFePO_4 je vhodný pro použití ve fotovoltaice, a to jenom potvrzuje správný výběr referenční skupiny.



Obrázek 19: Degradace akumulátorů [27]

3.6.5 Využití akumulátoru

Využití akumulátoru je specifické pro každou instalaci, kdy závisí na nadvýrobě fotovoltaických panelů, kdy nadvýroba je přímo úměrná délce a intenzitě slunečního svitu. Bohužel v Česku je délka slunečního svitu velmi závislá na ročním období. Dalším faktorem je, že nadprodukce bude v čase klesat z důvodu degradace fotovoltaických panelů.

3.6.6 Výpočet ceny

Předpoklady pro použití baterie: baterii budu používat 15 let, předpokládané využití v měsících je uvedeno v tabulce 7. Předpokládané využití akumulátorů jsem stanovil z průměrného slunečního svitu.

Tabulka 7: Předpokládané denní využití kapacity akumulátoru v měsících

Předpokládané denní využití kapacity akumulátoru v měsících												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Využití kapacity [%]	34	55	92	100	100	100	100	100	100	73	38	34

Baterie bude postupem času degradovat od 100 % do 40 % v posledním roce. Degradace jsem odvodil z grafu degradace LiFePO₄ akumulátorů a z předpokladu jednoho cyklu za den. Degradace je specifická pro každý kus akumulátoru. Kapacita je uvedena v procentech oproti původní kapacitě v roce nula. Přesná čísla jsou uvedena v tabulce 8.

Tabulka 8: Degradace akumulátoru

Degradace akumulátoru															
Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kapacita akumulátoru [%]	100	99	95	90	84	80	76	72	68	64	60	56	52	48	40

Na základě předpokládaného využití v měsíci a degradace akumulátoru jsem stanovil předpokládané využití v určitém měsíci v roce způsobem, že jsem pro daný měsíc v roce vybral minimum z dvojice degradace akumulátoru a předpokládaného využití v měsících.

Tabulka 9: Využití baterie v daném měsíci a rocích

Využití baterie v daném měsíci a rocích												
roky: [%] / měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 [%]	34	56	92	100	100	100	100	100	100	74	39	34
2 [%]	34	56	92	99	99	99	99	99	99	74	39	34
3 [%]	34	56	92	95	95	95	95	95	95	74	39	34
4 [%]	34	56	90	90	90	90	90	90	90	75	39	34
5 [%]	34	56	84	84	84	84	84	84	84	74	39	34
6 [%]	34	56	80	80	80	80	80	80	80	76	39	34
7 [%]	34	56	76	76	76	76	76	76	76	74	39	34
8 [%]	34	56	72	72	72	72	72	72	72	72	39	34
9 [%]	34	56	68	68	68	68	68	68	68	68	39	34
10 [%]	34	56	64	64	64	64	64	64	64	64	39	34
11 [%]	34	56	60	60	60	60	60	60	60	60	39	34
12 [%]	34	56	56	56	56	56	56	56	56	56	39	34
13 [%]	34	52	52	52	52	52	52	52	52	52	39	34
14 [%]	34	48	48	48	48	48	48	48	48	48	39	34
15 [%]	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	39	34

Z předešlé tabulky jsem spočítal počet úplných cyklů, kdy úplným cyklem je myšleno uložených 100 % původní kapacity akumulátoru. Počet úplných cyklů pro daný rok udává, kolik násobků 100 % původní kapacity akumulátoru pro daný rok bylo uloženo a poté dodáno do domácnosti. Počty úplných cyklů pro dané roky jsou uvedeny v tabulce 10. Celkový počet úplných cyklů je za 15 let zhruba 3 397.

Tabulka 10: Počet úplných cyklů za životnost akumulátoru

Počet úplných cyklů za životnost akumulátoru																
Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Celkem
Počet úplných cyklů	288	286	278	269	255	247	238	229	219	209	199	189	178	167	145	3 397

Ted, když jsem všechny podstatné mezikroky představil, mohu přejít na výpočet ceny za uloženou kilowatthodinu, kdy jsem cenu za uskladnění vypočítal podle vzorce:

$$Pk = P/n*k*\eta$$

Kde:

Pk ... cena za uskladnění 1 kWh,

P ... cena akumulátoru,

n ... počet celých cyklů,

k ... kapacita akumulátoru,

η ... energetická účinnost.

Tabulka 11: Výpočet za uskladnění 1 kWh

	B-Box 5.0	B-Box 7.5	B-Box 10.0
Cena [Kč]	82 404,00	116 424,00	150 444,00
Kapacita [KWh]	4,80	7,20	9,60
Počet celých cyklů	3 397,20	3 397,20	3 397,20
Energetická účinnost	0,97	0,97	0,97
Počet KWh za životnost	15 817,36	23 726,04	31 634,73
Cena za uskladnění 1 kWh	5,21	4,91	4,76

3.6.7 Závěr porovnání akumulátoru oproti sdílené ekonomice

Cena za uskladnění elektrické energie v akumulátoru je značná, což by mělo pomoci sdílené ekonomice v jejím počátku. Cena za uskladnění se bude v budoucnu snižovat jak s vývojem nových technologií, tak i pomocí masové výroby velkých akumulátorů pro elektromobily.

+ Výhody akumulátorů oproti sdílené ekonomice

+ nezávislost, kdy akumulátor funguje i v případě výpadku sítě (v případě, že je nabitý).

- Nevýhody akumulátorů oproti sdílené ekonomice

- vyšší pořizovací cena,
- velké rozměry,
- vysoká hořlavost (u některých typů).

4 Návrh řešení

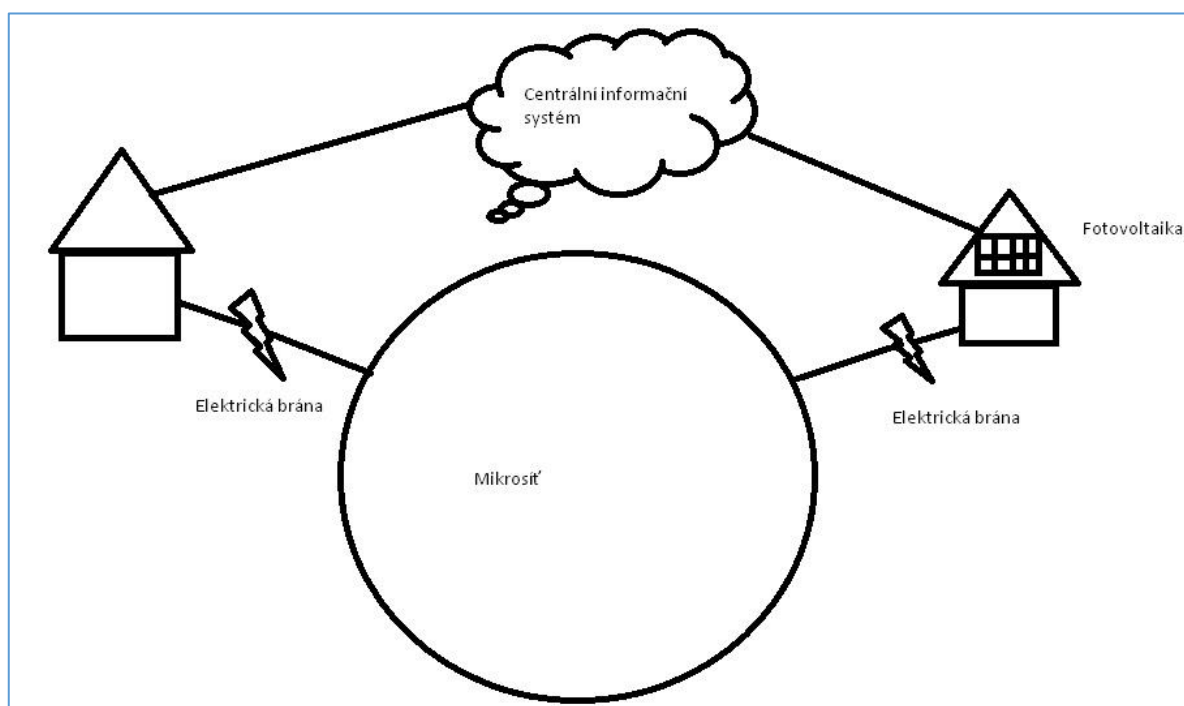
Na základě důkladné analýzy současného stavu sdílené ekonomiky v oblasti elektrické energie navrhnou v této kapitole řešení, které by vyhovovalo v prostředí České republiky.

4.1 Technologie

Z analýzy současného stavu vyplynulo jako nejlepší řešení stavba mikrosítě, která by spojovala výrobce se spotřebiteli. Výrobce i spotřebitel by měli inteligentní elektroměry, které by měřily elektřinu do sítě dodanou a odebranou. To by dalo výrobcovi být zároveň i spotřebitelem, což by zvýšilo počet odběratelů a tím pádem i poptávku po elektřině.

4.2 Byznys model

Na základě analýzy mi vyšel nejlepší model, který teď popíši. Tímto modelem je tržní systém, kde se setkává nabídka s poptávkou. Mezi prodejcem a kupujícím bude propojení pomocí mikrosítě. Přípojka bude postavena na náklady zákazníka. Mikrosíť bude vedena tak, aby byla co nejmenší vzdálenost od sítě k domu, kde bude vedena přípojka za účelem minimalizace ceny přípojky. Součástí přípojky bude i tak zvaná elektrická brána, pomocí které budou realizovány konkrétní dodávky. Pojem elektrická brána popíši v následující podkapitole. Princip fungování bude následující, prodejce si stanoví cenu, za kterou by chtěl prodávat svoji elektřinu a odběratel za jakou cenu chce elektřinu nakupovat. Tyto ceny si odběratel i dodavatel nastaví v centrálním informačním systému. V případě, že by se protkla nabídka s poptávkou, tak centrální informační systém dá pokyn elektrické bráně, aby se uskutečnila dodávka elektřiny mezi odběratelem a výrobcem. Zprostředkovatel si za každou transakci naúčtuje distribuční poplatek za dodané kWh. V případě, že by nabídka elektřiny byla vyšší než poptávka, přebytečná elektrická energie by byla dodána a prodána do klasické sítě. Fungování modelu je znázorněno na obrázku 20.



Obrázek 20: Schéma byznys modelu

4.3 Předpoklady

V současné době by z důvodů legislativních, regulačních a politických takový projekt nemohl ani vzniknout. V této podkapitole popíši, co by se muselo změnit, aby vůbec takový projekt mohl vzniknout.

4.3.1 Legislativní rámec

Z pohledu legislativního budu předpokládat, že mikrosíť nemůže být považována za lokální distribuci, protože mikrosíť nezajišťuje dodávky elektrické energie, ale zajišťuje sdílení elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Z tohoto důvodu nespadá pod legální rámec lokální distribuční soustavy. Tento předpoklad je založen na mém výkladu elektrického zákona. Případně by musel být zákon upraven.

4.3.2 Regulační rámec

Na základě předpokladu legislativního rámce jasně vyplývá to, že když se nejedná o lokální distribuci, tedy nemá být sektor regulován. Podle mě není potřeba vůbec regulovat toto odvětví, protože přístup k němu je dobrovolný a cena je jasně definována poptávkou a nabídkou. Dále to není jediný zdroj elektrické energie pro odběratele.

4.3.3 Politický rámec

Dalším předpokladem je všeobecná politická podpora pro dané odvětví. Stejně jak se děje ve státě New York, což jsem popsal v předešlé kapitole. Kdy předpokládám, že by výstavba mikrosítě byla povolena stavebním úřadem. Zároveň by daný obor nesměl být považován jako ohrožení postavení pro současnou distribuční síť.

4.3.4 Shrnutí předpokladů

Už na základě výše zmíněných předpokladů je vidět, že realizace předem zmíněného byznys modelu by byla problematická, v současné době asi dokonce nerealizovatelná. Největším problémem by bylo stavební povolení, které je v současné době všeobecným problémem nejenom pro energetiku. Abych mohl vůbec ve své práci pokračovat, tak budu všechny předpoklady považovat za splněné. I když musím uznat, že splnění všech předpokladů může zabrat i léta.

4.4 Pilotní projekt

Všechny tyto teoretické úvahy budu nejlépe demonstrovat na pilotním projektu. Kde budu moci zkoumat vhodnost mých návrhů. Pilotní projekt budu uvažovat v horizontu 10 let. V tomto horizontu budu zkoumat jeho proveditelnost, udržitelnost a ziskovost. Zároveň jsem se snažil co nejvíce řešení upravit na základě pravidel provozování lokální distribuční soustavy.

4.4.1 Legislativní zastřešení pilotního projektu

Pilotní projekt bude veden jako společnost (dříve sdružení). Společnost, stejně jako dříve sdružení, nemá právní subjektivitu, a proto není poplatníkem daně z příjmů. Daně platí každý společník sám za sebe. Zisk není hlavním účelem pilotního projektu [28].

4.4.2 Lokalita

Pro výběr lokality jsem se rozhodl použít metodu vícekritériálního hodnocení. Zaměřím se na města, které jsem již zmínil v podkapitole 3.5 Potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR.

Parametry pro výběr lokality jsem stanovil:

- Oblast převážně s výstavbou rodinných domů
 - U rodinných domů je větší pravděpodobnost využití instalace fotovoltaických panelů, protože je zde lepší poměr velikosti střechy ku spotřebě elektrické energie. Tím pádem je zde pravděpodobnější přebytek elektrické energie vyrobené fotovoltaickými panely.
- Hrubý příjem
 - Kupní síla je rozhodujícím faktorem. Instalace fotovoltaických panelů a potřebné elektroinstalace je vcelku nákladná investice.
- Roční úhrn globálního slunečního záření [W/m^2]
 - Sluneční záření je jedním z hlavních předpokladů pro výhodné fungování fotovoltaických panelů a tím pádem i trhu se sdílenou elektrickou energií.

4.4.2.1 Vypracování

Matematický model problému se svými kritérii vychází z parametrů, které jsem stanovil. Model má následující kritéria:

Tabulka 12: Kritéria pro lokalitu pilotního projektu

Značka	Kritérium	Typ kritéria	Data	Bodování důležitosti na stupnici (0–10)
K1	Počet rodinných domů	MAX	poměrová stupnice	9
K2	Hrubý příjem	MAX	poměrová stupnice	10
K3	Sluneční záření	MAX	pořadová stupnice	7

Bodování důležitosti jsem stanovil na základě analýzy projektů ze zahraničí.

4.4.2.2 Přepočítání bodů důležitosti na váhy

Přepočítání bodů důležitosti na váhy jsme provedli podle následujícího vzorce:

$$VJ = KJ \cdot 100 / (K1 + K2 + K3),$$

Kde:

KJ ... bodová důležitost j-tého kritéria,

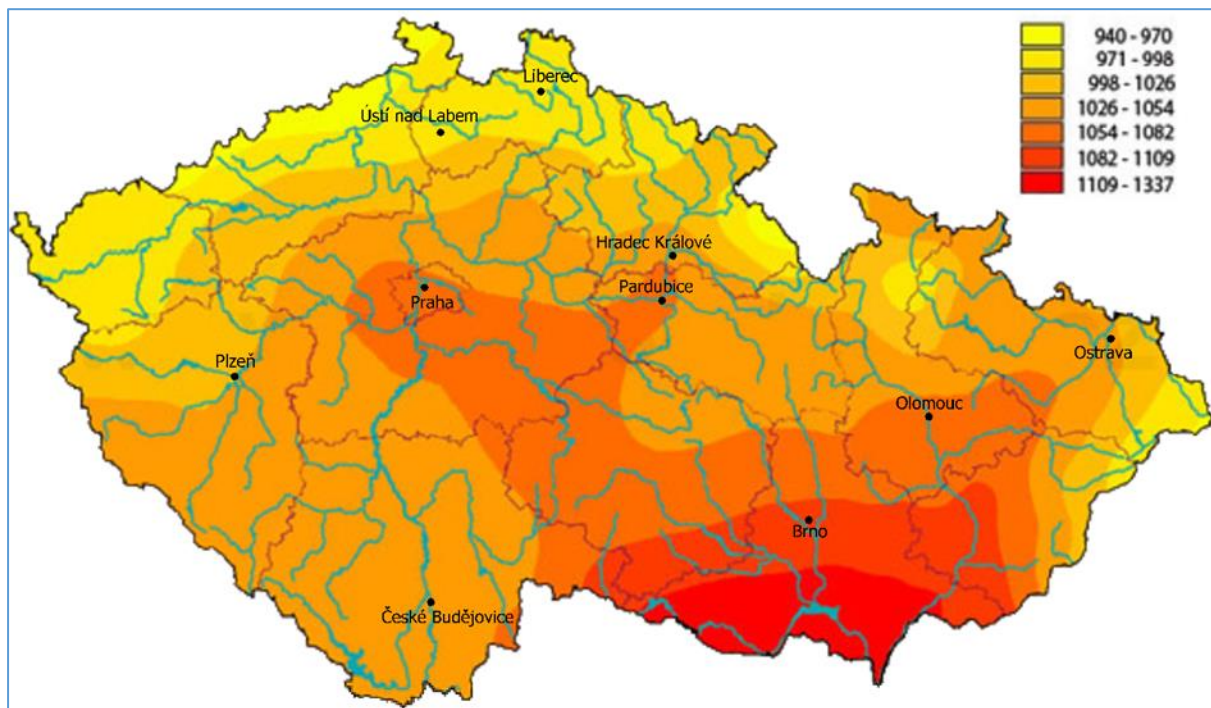
VJ ... váha j-tého kritéria.

Tabulka 13: Kriteriační ohodnocení

Kritérium	K1	K2	K3
Váha ($\Sigma = 100$)	34,62	38,46	26,92
MIN/MAX	MAX	MAX	MAX
Typ kritéria	poměrové	poměrové	pořadové
Praha	99 949	37 288	2.
Brno	40 676	28 549	1.
Ostrava	26 188	26 735	3.
Plzeň	17 865	28 676	3.
Liberec	10 989	27 393	4.
Olomouc	10 657	26 372	3.
České Budějovice	10 789	26 514	3.
Ústí nad Labem	8 348	27 085	4.
Hradec Králové	11 815	27 087	3.
Pardubice	10 462	26 584	2.

4.4.2.3 Zdroje slunečního záření

Hodnotu K3 jsem odečetl z níže uvedené mapy.



Obrázek 21: Sluneční záření v ČR [29]

4.4.2.4 Řešení matematického modelu

Na řešení matematického modelu jsem použil software VHV, který byl vytvořen studenty katedry ekonomiky, manažerství a humanitních věd v rámci bakalářských prací. Software má webové rozhraní a je dostupný zdarma z <http://ekonom.feld.cvut.cz/vhv>. Software je velmi intuitivní a jednoduchý na použití.

4.4.2.5 Výpočty

Pro získání výsledků jsem použil metodu Pavučinového diagramu, metodu Globálního kritéria a metodu PATTERN. Důvody, proč jsem použil danou metodu, jsou uvedeny pod názvem konkrétní metody.

4.4.2.6 Mezivýsledky

Pro přehlednost uvádím i mezivýsledky.

Tabulka 14: Normované hodnoty

Kritérium	K1	K2	K3
MIN/MAX	MAX	MAX	MIN
Typ kritéria	poměrové	poměrové	pořadové
Praha	1	1	0,6667
Brno	0,407	0,7656	1
Ostrava	0,262	0,717	0,3333
Plzeň	0,1787	0,769	0,3333
Liberec	0,1099	0,7346	0
Olomouc	0,1066	0,7073	0,3333
České Budějovice	0,1079	0,7111	0,3333
Ústí nad Labem	0,0835	0,7264	0
Hradec Králové	0,1182	0,7264	0,3333
Pardubice	0,1047	0,7129	0,6667

Tabulka 15: Vážené normované hodnoty

Kritérium	K1	K2	K3
MIN/MAX	MAX	MAX	MIN
Typ kritéria	poměrové	poměrové	pořadové
Praha	34,62	38,46	17,9467
Brno	14,0892	29,4463	26,92
Ostrava	9,0709	27,5753	8,9733
Plzeň	6,188	29,5773	8,9733
Liberec	3,8063	28,254	0
Olomouc	3,6913	27,2009	8,9733
České Budějovice	3,7371	27,3474	8,9733
Ústí nad Labem	2,8916	27,9363	0
Hradec Králové	4,0924	27,9384	8,9733
Pardubice	3,6238	27,4196	17,9467

Tabulka 16: Maximalizované hodnoty kritérií

Kritérium	K1	K2	K3
MIN/MAX	MAX	MAX	MIN
Typ kritéria	poměrové	poměrové	pořadové
Praha	34,62	38,46	17,9467
Brno	14,0892	29,4463	26,92
Ostrava	9,0709	27,5753	8,9733
Plzeň	6,188	29,5773	8,9733
Liberec	3,8063	28,254	0
Olomouc	3,6913	27,2009	8,9733
České Budějovice	3,7371	27,3474	8,9733
Ústí nad Labem	2,8916	27,9363	0
Hradec Králové	4,0924	27,9384	8,9733
Pardubice	3,6238	27,4196	17,9467

4.4.2.7 Výsledky vybraných metod

Pomocí mezivýsledků jsem stanovil výsledky jednotlivých metod.

4.4.2.7.1 Pavučinový diagram

Nejprve jsem použil Pavučinový diagram, který posloužil k základní orientaci mezi městy.

Tabulka 17: Výsledky metody Pavučinový diagram

Pořadí	Název	Hodnota
1	Praha	1,144,4645
2	Brno	687,1272
3	Pardubice	284,2674
4	Ostrava	250,7022
5	Plzeň	218,2208
6	Hradec Králové	173,9669
7	České Budějovice	165,0339
8	Olomouc	163,5116
9	Liberec	46,568
10	Ústí nad Labem	34,9785

4.4.2.7.2 Metoda Globálního kritéria

Poté jsem použil metodu Globálního kritéria, z důvodu její jednoduchosti. Vycházel jsem z normovaných hodnot.

Tabulka 18: Výsledky metody Globálního Kritéria

Pořadí	Název	Hodnota
1	Praha	91,0267
2	Brno	70,4555
3	Pardubice	48,99
4	Ostrava	45,6196
5	Plzeň	44,7387
6	Hradec Králové	41,0041
7	České Budějovice	40,0578
8	Olomouc	39,8656
9	Liberec	32,0603
10	Ústí nad Labem	30,8279

4.4.2.7.3 Metoda PATTERN

Nakonec jsem použil metodu PATTERN, protože tato úloha má převahu kvantitativních kritérií měřených v poměrové stupnici.

Tabulka 19: Výsledky metody PATTERN

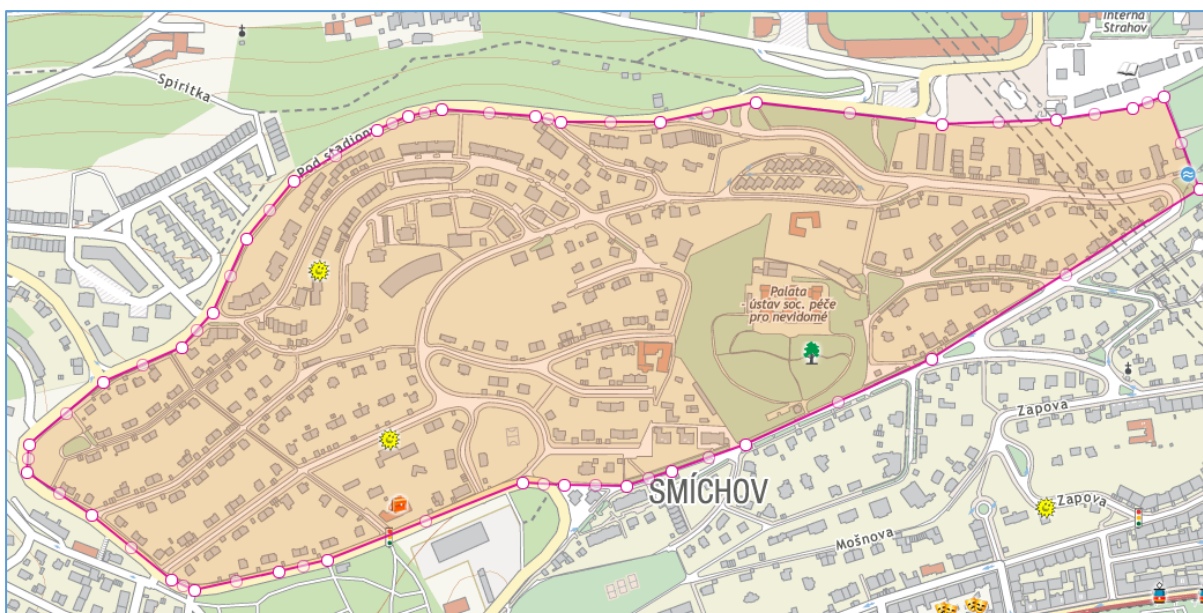
Pořadí	Název	Hodnota
1	Praha	522,7181
2	Brno	318,0023
3	Ostrava	183,487
4	Plzeň	151,8014
5	Pardubice	135,9961
6	Hradec Králové	124,3941
7	České Budějovice	119,3035
8	Olomouc	118,549
9	Liberec	112,4415
10	Ústí nad Labem	101,0398

4.4.2.8 Analýza výsledků řešení

Metoda Pavučinový diagram, metoda Globálního kritéria a metoda PATTERN shodně vybraly jako nejlepší lokalitu Praha. Shodně jako druhou nejlepší vybraly všechny metody lokalitu Brno. Na základě výsledků metod jsem se rozhodl pro lokalitu Praha.

4.4.2.9 Konkrétní lokalita pro pilotní projekt

Díky metodě vícekritériálního hodnocení se mi podařilo určit ideální lokalitu tedy město. Jak ukázala analýza zahraničních projektů, tak pro první fázi pilotního projektu je celé město velikosti Prahy moc velké. Proto jsem se rozhodl vybrat jenom malou čtvrť. Čtvrť jsem se vybral méně erudovaným způsobem. Rozhodoval jsem se hlavně podle toho, jak danou čtvrť znám, a přitom odpovídá všem kritériím popsáných v podkapitole potenciál sdílené fotovoltaiky. Zároveň tato čtvrť nesmí být v historickém jádru, které je chráněné památkovou ochranou. Touto čtvrtí je Smíchov, konkrétně část u Palaty. V této lokalitě v poslední době vzniká hodně nové výstavby na tak zvaných brownfieldech, zároveň je zde lokalita převážně zastavěna rodinnými domy a zároveň je v blízkosti městského centra. Proto je tato oblast ideální pro pilotní projekt. Ohraničení oblasti pilotního projektu je na obrázku 22.



Obrázek 22: Lokalita pilotního projektu

4.4.2.10 Současný stav lokality

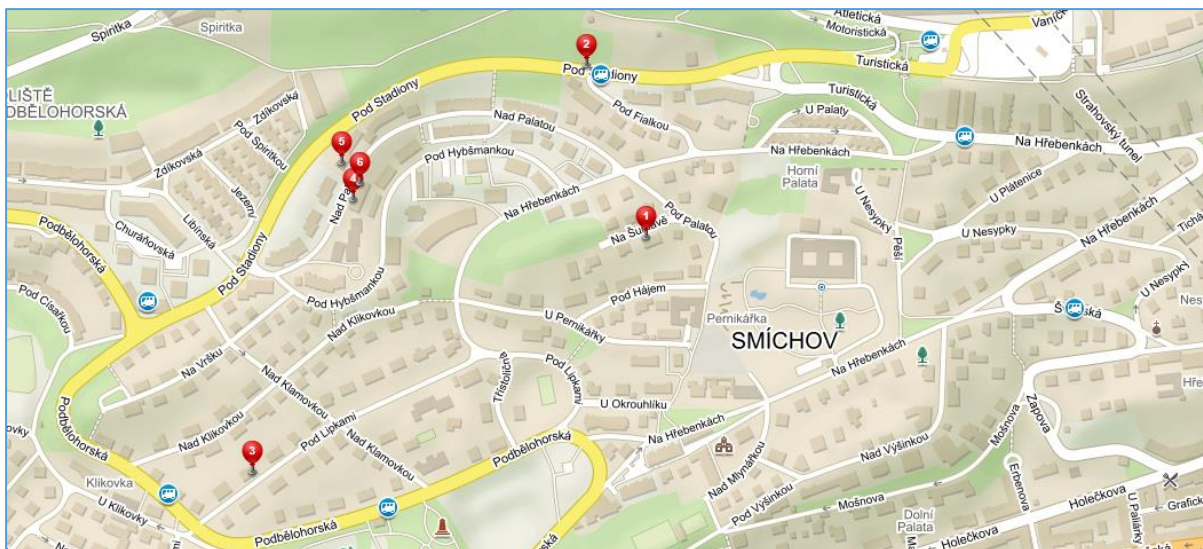
Bohužel neexistuje žádná veřejná databáze fotovoltaických elektráren do 10 kW. Proto jsem se rozhodl pro počet fotovoltaických panelů zjistit podle leteckých map. Rozhodl jsem se využít mapy.cz, které mají letecké snímky z roku 2017 [30].

V dané lokalitě jsem identifikoval šest domů s fotovoltaickými panely.

Adresy daných domů:

- ulice Na Šumavě 1555/5,
- ulice Pod Lipkami 1430/42,
- ulice Nad Palatou 3095/25,
- ulice Nad Palatou 2845/46,
- ulice Nad Palatou 3098/19.

Identifikace domů s fotovoltaickými panely z leteckých snímků nebyla jednoduchá a jasně průkazná. Proto jsem se rozhodl dané adresy ověřit osobní návštěvou. Pro přehlednost jsem vyznačil konkrétní domy do mapy viz obrázek 23.



Obrázek 23: Rozmístění domů s fotovoltaickými panely

Dne 08.04.2018 jsem všechny domy navštívil a vizuálně potvrdil všechny výše zmíněné domy. Dokonce se mi podařilo najít další rodinný dům s fotovoltaickou elektrárnou, který nebyl na letecké mapě. Proto jsem ho zařadil a také zakreslil do mapy. Dům se nachází v ulici Pod Stadiony v novostavbě viz obrázek 24.



Obrázek 24: Novostavba rodinného domu s fotovoltaickými panely

Ve vymezené oblasti je 349 domů, z toho tedy šest domů s fotovoltaickými panely. Což znamená, že ve vymezené oblasti je jenom 1,71 % domů vybavená fotovoltaickými panely. To není mnoho, ale na druhou stranu je zde velký potenciál pro růst.

4.4.2.10.1 Zájem o sdílení obnovitelných zdrojů elektrické energie

Protože současný stav není úplně ideální pro projekt, tak jsem se rozhodl zjistit zájem o sdílení elektrické energie z obnovitelných zdrojů přímo mezi obyvateli vybrané lokality.

Zájem o sdílení elektrické energie z obnovitelných zdrojů jsem se rozhodl zjistit pomocí primárního marketingového výzkumu. Zvolil jsem metodu online dotazníku. Dotazník jsem vytvořil pomocí online nástroje Google formulářů. Nástroj je volně dostupný z této webové adresy: <https://docs.google.com/forms/>. Nástroj je intuitivní, lehce ovladatelný a má přehledné prostředí.

Z důvodu zvýšení pravděpodobnosti vyplnění dotazníku jsem se rozhodl formulovat jenom dvě jednoduché uzavřené otázky a jednu polouzavřenou otázku. Zvolil jsem formulář anonymní.

Otázky a odpovědi jsem definoval následovně:

Otázka 1:

Máte zájem o odběr elektrické energie z obnovitelných zdrojů?

Možné odpovědi na otázku č. 1.

Ano mám.

Ne nemám.

Otázka 2:

Máte zájem o pořízení fotovoltaických panelů?

Možné odpovědi na otázku č. 2.

Ano mám zájem.

Ne nemám zájem.

Ne fotovoltaické panely už mám.

Otázka 3:

Chtěl byste prodávat přebytečný výkon z Vašeho fotovoltaického panelu?

Možné odpovědi na otázku č. 3.

Ano chtěl.

Ne nechtěl.

Dotazník je zobrazen na obrázku 25.

Dotazník obnovitelné zdroje

V rámci své diplomové práce zkoumám zájem o sdílení obnovitelných zdrojů elektrické energie. Předem děkuji Všem respondentům za odpovědi. Bc. Jan Kulhavý

*Povinné pole

Máte zájem o odběr elektrické energie z obnovitelných zdrojů? *

- Ano mám.
- Ne nemám.

Máte zájem o pořízení fotovoltaických panelů? *

- Ano mám zájem.
- Ne nemám zájem.
- Ne fotovoltaické panely už mám.
- Jiné: _____

Chtěl byste prodávat přebytečný výkon z Vašeho fotovoltaického panelu?

- Ano chtěl.
- Ne nechtěl.
- Jiné: _____

ODESLAT

Strana 1 z 1

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.

Obrázek 25: Dotazník obnovitelné zdroje

4.4.2.10.2 Respondenti


Jako respondenty jsem vybral obyvatele zkoumané lokality. O vyplnění dotazníku jsem respondenty požádal pomocí korespondenční formy, kdy jsem vytvořil malý leták, který jsem osobně doručil do jejich poštovních schránek. Leták je zobrazen na obrázku. Počet respondentů jsem stanovil na 349 stejně jako počet rodinných domů ve zkoumané oblasti. Dotazník jsem roznesl 14.04.2018.

Krátký dotazník

Dobrý den, jmenuji se Bc. Jan Kulhavý a v rámci své diplomové práce zkoumám zájem o sdílení obnovitelných zdrojů elektrické energie. Byl/a jste vybrán/a jako respondent/ka. Poprosil bych Vás o **vyplnění krátkého (3 uzavřené otázky) anonymního dotazníku**. Výsledky budu publikovat jenom ve své diplomové práci. Dotazník můžete vyplnit na této adrese:
<https://goo.gl/forms/9mhRzmrZrVhLLhSw1>

Dotazník můžete vyplnit i pomocí svého chytrého zařízení prostřednictvím QR codu.

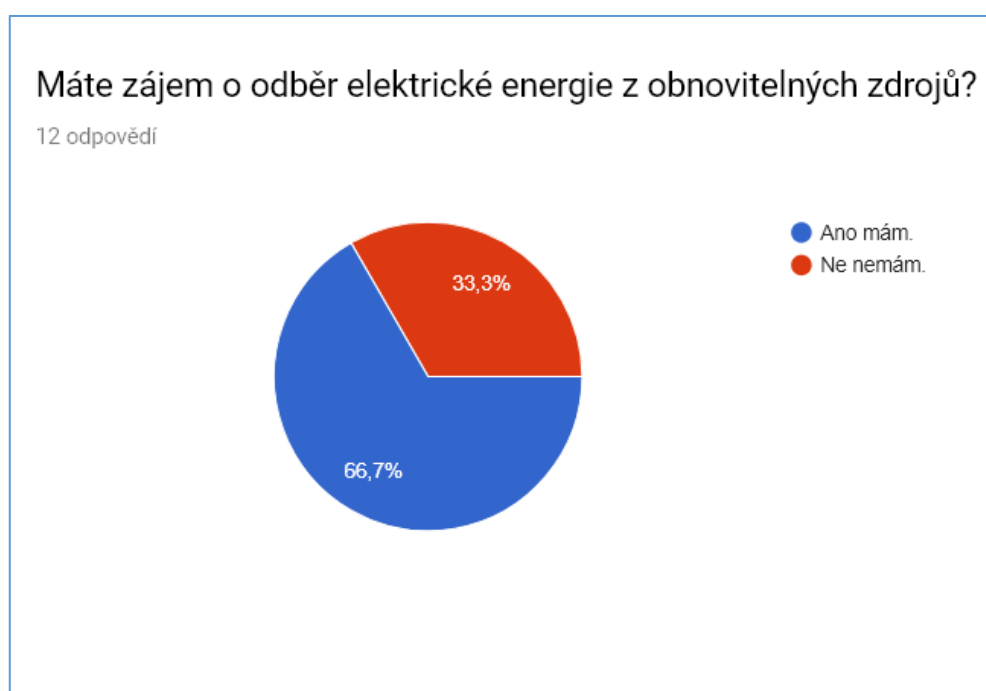
Předem děkuji všem respondentům. V případě dotazů mě neváhejte kontaktovat na této emailové adrese:
kulhaja4@fel.cvut.cz



Obrázek 26: Leták k dotazníku

4.4.2.10.3 Vyhodnocení dotazníku

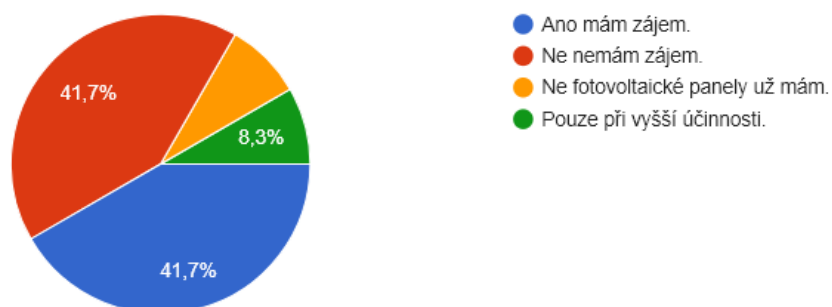
Dotazník jsem vyhodnocoval 08.05.2018. Dotazník vyplnilo jenom 12 respondentů. Myslím si, že to je hlavně z důvodu, že leták, který se jim objevil ve schránce, respondenti považovali za reklamní leták. Proto ho ani nečetli a rovnou vyhodili. Díky malému počtu respondentů jsou výsledky dotazníku spíše hrubým odhadem.



Obrázek 27: Odpovědi na první otázku

Máte zájem o pořízení fotovoltaických panelů?

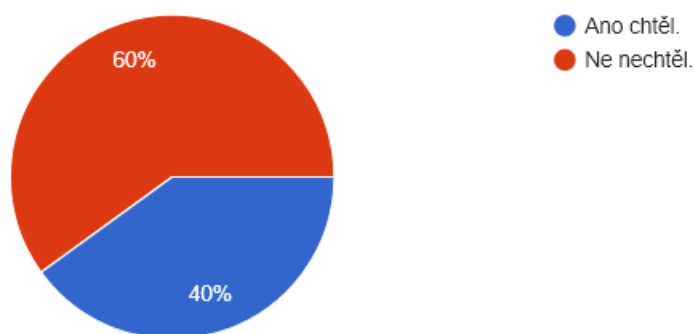
12 odpovědí



Obrázek 28: Odpovědi na druhou otázku

Chtěl byste prodávat přebytečný výkon z Vašeho fotovoltaického panelu?

10 odpovědí



Obrázek 29: Odpovědi na třetí otázku

I když je počet respondentů na hraně statisticky významné množiny, tak mohou učinit určité závěry.

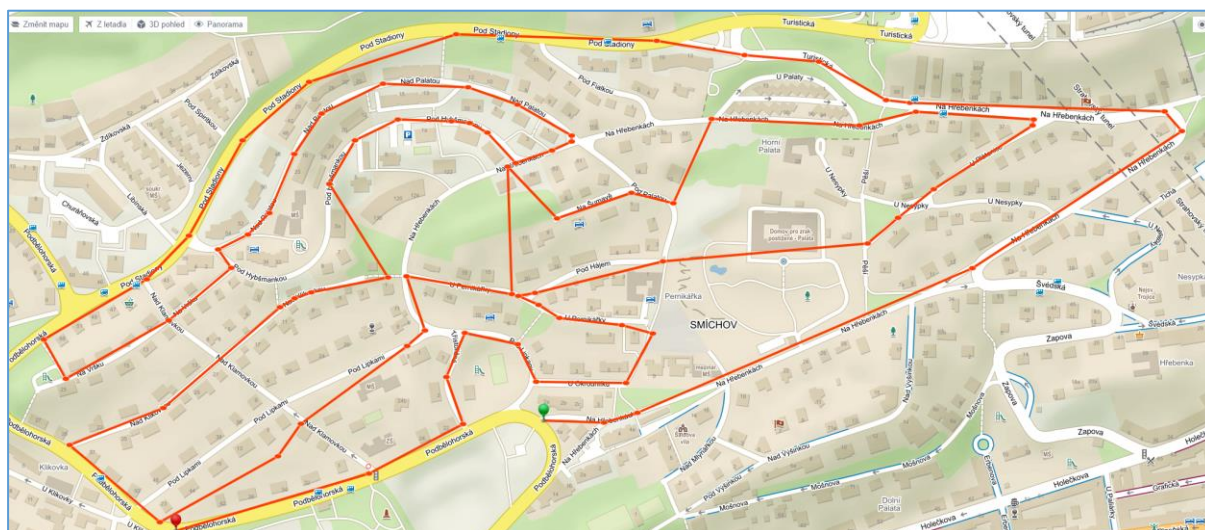
Závěry:

- Více než polovina respondentů má zájem odebrat elektrickou energii z obnovitelných zdrojů.
- Více než třetina respondentů má zájem prodávat přebytečnou elektrickou energii z fotovoltaických panelů.
- Třetina respondentů má zájem si pořídit fotovoltaickou elektrárnu.

Díky těmto závěrům mohu konstatovat, že v dané oblasti je zájem o sdílení obnovitelné elektrické energie. Výsledky jenom potvrzují vhodnost zvolení této lokality. Dále je zde předpoklad, že se v lokalitě bude vyskytovat čím dál tím víc fotovoltaických panelů. Což nahrává sdílení elektřiny z nich vyrobených.

4.4.3 Návrh mikrosítě

Síť bude vedena dle obrázku 30. Rozlehlost plánované sítě je přibližně 8 km. Síť bude optimalizována podle zájmu zákazníků. Pro mé výpočty budu vycházet z této sítě. Do sítě se budou moci připojit jak odběratelé, tak i dodavatelé. Přípojky budou lokální pro jednu budovu. Přípojky budou financovány majiteli budov.



Obrázek 30: Mapa mikrosítě

4.4.3.1 Náklady na mikrosíť

Výkopová jáma bude mít profil hloubky 80 cm a šířky 20 cm. Celkový objem výkopu na 8 km bude $1\,280\text{ m}^3$. Předpokládám, že většina výkopové práce bude vykonána pomocí rýhy, kde se cena pohybuje okolo 260 Kč/m^3 [31]. Což odpovídá nákladům na výkopové práce $332\,800\text{ Kč}$. Kabel bude zasypán pískem 10 cm pod kabelem a 10 cm nad kabelem. To odpovídá 320 m^3 písku. Bude použit písek tříděný 0–4 mm, jež stojí 315 Kč/m^3 [32]. Náklady na písek činní $100\,800\text{ Kč}$. Bude potřeba označit zakopaný kabel výstražnou fólií do výkopu. Jedna fólie měří 250 metrů. Fólie se prodávají v balení po devíti kusech. Pro projektovanou síť bude potřeba 4 balení s jednotkovou cenou 956 Kč [33]. Náklady na výstražné fólie budou $3\,824\text{ Kč}$. Kabel bude potřeba $8\,000\text{ m}$ dlouhý, což odpovídá nákladům na síť na $2\,208\,000\text{ Kč}$ [34]. Odhad na ostatní pomocné zemní práce jako položení elektroinstalace a odvoz suti je $500\,000\text{ Kč}$. Elektroinstalace, ochranné prvky a napojení na síť jsem stanovil na $300\,000\text{ Kč}$. Celkové náklady na vystavění mikrosítě jsem stanovil na $3\,445\,424\text{ Kč}$. Pro přehlednost jsem všechny náklady uvedl do přehledné tabulky.

Tabulka 20: Náklady na mikrosítě prvotní odhad

Činnost	Cena [Kč]
Výkopové práce	332 800
Písek	100 800
Výstražné fólie	3 824
Kabel	2 208 000
Elektroinstalace	300 000
Ostatní pomocné práce	500 000
Celkem	3 445 424

Na základě odborné konzultace jsem zjistil, že můj odhad nákladů je nerealistický, protože moje odhady nepočítaly s tím, že výkopové práce v Praze podstatně nákladnější. Díky tomu, že se provádějí v husté zástavbě, kde jsou problémy s možnými zásahy do vedení plynu, vody a dalších věcí, jako jsou například chodníky. Na základě odborné konzultace jsem zjistil, že reálně v Praze na výkopové práce a ostatní pomocné práce připadá zhruba 80 % nákladů na vybudování sítě. Na základě této informace jsem přepočítal náklady na mikrosítě, které jsem vyčíslil následovně. Náklady na ostatní pomocné zemní práce jsem zahrnul do nákladů výkopových prací. Celkové náklady na vystavění mikrosítě jsem po korekci stanovil na 15 063 120 Kč.

Tabulka 21: Náklady na mikrosítě

Činnost	Cena [Kč]
Výkopové práce	12 450 496
Písek	100 800
Výstražné fólie	3 824
Kabel	2 208 000
Elektroinstalace	300 000
Celkem	15 063 120

4.4.3.2 Přípojky

Přípojka bude vedena buď do hlavní rozvodné skříně v případě odběratele a v případě dodavatele k fotovoltaickým panelům. Kde bude inteligentní měřící zařízení, které bude připojeno na internet a bude zprostředkovávat dodávky elektřiny. Pro jednoduchost budu toto zařízení nazývat elektrická brána.

4.4.4 Elektrická brána

Elektrická brána bude zastávat několik klíčových funkcí. Elektrická brána je specifická pro daný projekt a bude potřeba takové zařízení vyvinout. Přesná technická specifikace přesahuje rámec této diplomové práce.

Funkce elektrické brány:

- měření přebytečné výroby z obnovitelných zdrojů,
- měření odběru a dodání do a z mikrosítě,
- spínání a rozepínání přípojky a mikrosítě,
- ukládání transakcí do paměti,

- komunikace s uzly a centrálním serverem,
- monitorování mikrosítě.

4.4.4.1 Vývoj elektrické brány

Podobné zařízení jako elektrickou bránu používají všechny zmíněné startupy, které jsem zmínil v kapitole 3. Je to jeden z hlavních prvků celého ekosystému. Vývoj bude řešen interním týmem, který by následně řešil i podporu elektrické brány.

4.4.4.2 Složení Týmu

Elektrotechnik – návrh skladby měřících zařízení a jejich zapojení a propojení s minipočítačem,
 Programátor – vytvoření blockchainové aplikace, která bude na základě měřících zařízení provádět operace,

Produkt owner – dohled nad týmem, projektové vedení, vytvoření konkrétních požadavků na elektrickou bránu.

4.4.4.3 Náklady na jednotlivé členy týmu

Elektrotechnik – plný úvazek, 50 000 Kč měsíčně,
 Programátor – plný úvazek, 70 000 Kč měsíčně,
 Produkt owner – poloviční úvazek, 50 000 Kč měsíčně.

4.4.4.4 Nástin technického řešení elektrické brány

Základem bude minipočítač typu Arduino, na kterém bude moci běžet základní linuxová distribuce. Minipočítač bude mít Lan konektor a konektory, přes které bude moci napojit měřící zařízení. Všechny využití prvky budou standardizované a snadno k sehnání.

4.4.4.5 Náklady na elektrickou bránu

Odhad času na vývoj je rok. Odhad jsem učinil na základě analýzy projektů ve světě a mých zkušeností s vývojem softwaru. Dále bude potřeba vytvoření 3 prototypů pro testování. Náklady na součástky jsem stanovil na 200 000 Kč. Dalším nákladem je pronájem ½ kanceláře. Náklady na vyhovující celou kancelář stojí 8 000 Kč měsíčně [35]. Celkové náklady na vývoj elektrické brány jsem stanovil na 1 988 000 Kč. Náklady jsem zobrazil v přehledné tabulce 22.

Tabulka 22: Celkové náklady na elektrickou bránu

Zdroje	Náklady za měsíc [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Elektrotechnik	50 000	600 000
Programátor	70 000	840 000
Produkt owner	50 000	300 000
Součástky		200 000
Kancelář	8 000	48 000
Celkem		1 988 000

4.4.5 Centrální informační systém

Vše bude zastřešovat centrální informační systém. Tam se budou moci uživatelé registrovat, objednávat přípojky, nastavovat výkupní a nákupní cenu, zobrazovat historii a platit faktury.

Centrální systém bude hlavním uzlem, který bude komunikovat s elektrickými branami. Provázanost s elektrickými branami bude jedním z klíčových prvků systému.

Funkce centrálního informačního systému:

- vytvoření profilu,
- objednání přípojky,
- nastavení ceny (nákupní / výkupní),
- nastavení limitu, kolik kWh chce odběratel nakoupit,
- historie odběrů a dodávek,
- elektronické faktury,
- monitorování mikrosítě.

4.4.5.1 Vývoj centrálního informačního systému

Vývoj systému bude spjat s vývojem elektrické brány, proto je nasnadě, aby vývoj byl řešen dalším interním týmem, aby šlo zajistit integraci těchto dvou klíčových systémů a jejich plnou komptabilitu. Proto je vývoj interním týmem tak důležitý.

4.4.5.2 Složení týmu

Frontend programátor – vývoj frontendové části pomocí responzivního webu a standartního frameworku,

Backend programátor – vývoj serverové části na cloudové platformě,

Produkt owner – dohled nad týmem, projektové vedení, vytvoření konkrétních požadavků na centrální informační systém.

4.4.5.3 Náklady na vývoj

Frontend programátor – plný úvazek, 60 000 Kč měsíčně,

Backend programátor – plný úvazek, 70 000 Kč měsíčně,

Produkt owner – poloviční úvazek, 50 000 Kč měsíčně.

Dalším nákladem bude server, na kterém bude běžet centrální informační systém. Jako server se využije cloudová služba typu Amazon Web Service, kdy si nekupujete server, ale službu. Což má velké výhody, jako je jednoduchá škálovatelnost. Platíte jenom za využitý výkon. Kdykoliv je možné odstoupit od smlouvy a zvolit jiné řešení. Amazon Web Service je lídr ve cloudovém světě. Pro určení nákladů jsem nakonfiguroval požadavky na potřebný server. Konfigurace je popsána na obrázku 31. Tato konfigurace vychází z doporučené konfigurace pro větší projekty, které mají jak frontendovou, tak i backendovou část. Tuto konfiguraci sem upravil, aby odpovídala požadavkům na centrální informační systém. Cena je 166,01 dolarů měsíčně. Střed ČNB dne 24.04.2018 byl 20,871 Kč za dolar [36]. Což odpovídá 3 464,79 Kč za měsíc. Abych minimalizoval kurzové riziko, tak budu počítat s cenou 4 000 Kč na měsíc. Předpokládám, že vývoj centrálního informačního systému bude trvat jeden rok. Odhad jsem učinil na základě analýzy projektů ve světě a mých zkušeností z vývoje softwaru.

FREE TIER: For ALB 10 free rules will be applicable.

Compute: Amazon EC2 Instances:

Description	Instances	Usage	Type	Billing Option	Monthly Cost
App Servers	3	100 % Utilized/Mo	Linux on m1.small	On-Demand (No Cor)	N/A
Web Servers	3	100 % Utilized/Mo	Linux on m1.small	On-Demand (No Cor)	N/A

Compute: Amazon EC2 Dedicated Hosts:

Description	Number of Hosts	Usage	Type	Billing Option
Add New Row				

Storage: Amazon EBS Volumes:

Description	Volumes	Volume Type	Storage	IOPS	Baseline Throughput	Snapshot Storage
Customer data	2	Cold HDD (sc1)	500 GB	0	5.859375 MBs/sec	10 GB-month of Storage

Elastic IP:

Number of Additional Elastic IPs: 1
Elastic IP Non-attached Time: 0 Hours/Month
Number of Elastic IP Remaps: 10 Per Month

Data Transfer:

Inter-Region Data Transfer Out: 0 GB/Month
Data Transfer Out: 10 GB/Month
Data Transfer In: 10 GB/Week
VPC Peering Data Transfer: 0 GB/Month
Intra-Region Data Transfer: 0 GB/Month
Public IP/Elastic IP Data Transfer: 0 GB/Month

Classic Load Balancing:

Number of Classic LBs: 1
Total Data Processed per CLB: 10 GB/Month

Obrázek 31: Nastavení AWS [37]

V tabulce 23 přehledně uvádím celkové náklady na vývoj centrálního informačního systému.

Tabulka 23: Celkové náklady na vývoj centrálního informačního systému

Zdroje	Náklady za měsíc [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Frontend programátor	60 000	720 000
Backend programátor	70 000	840 000
Produkt owner	50 000	300 000
Pronájem cloud serveru	4 000	48 000
Kancelář	8 000	48 000
Celkem		1 956 000

Celkové náklady na vývoj centrálního informačního systému jsem stanovil na 1 956 000 Kč.

4.4.6 Marketing

Vyvinout a vystavět pilotní projekt je k ničemu bez toho, aniž by potenciální zákazníci ve vybrané oblasti věděli o projektu a jak sem do něho zapojit. Jedná se o celkem malé a ohraničené území. Díky tomu se mohou zaměřit na osobní marketing a zároveň nevynaložit vysoké náklady na marketingovou propagaci. Proto využijí pro marketingovou kampaň sociální sítě, letáky a postery v cílové lokalitě. Celkové náklady na marketing shrnuje tabulka 24.

Tabulka 24: Náklady na marketing

Nástroje	Cena [Kč]
Letáky a postery	15 000
Sociální sítě	85 000
Celkem	100 000

4.4.7 Celkové náklady na vytvoření pilotního projektu

Celkové náklady na vytvoření pilotního projektu jsem vyčíslil na 19 107 120 Kč. Výhodou je, že 3 944 000 Kč nákladů je investice do know-how. Konkrétně se jedná o vývoj elektrické brány a centrálního informačního systému, díky kterým získá projekt potřebný technologický náskok. Díky tomu budou náklady na rozšiřování do dalších čtvrtí znatelně nižší.

Tabulka 25: Celkové náklady na pilotní projekt

Náklady	Cena [Kč]
Mikrosítě	15 063 120
Elektrická brána	1 988 000
Centrální informační systém	1 956 000
Marketing	100 000
Celkem	19 107 120

4.4.8 Provozní výdaje

Aby byl pilotní projekt dlouhodobě udržitelný, je potřeba projekt provozovat, což sebou nese výdaje. Úkolem této podkapitoly je dané výdaje vyčíslit.

4.4.8.1 Výdaje na provoz mikrosítě

Základem pilotního projektu je mikrosítě a její provoz je zásadní. Proto bude potřeba monitorovat síť a řešit její případné poruchy. Na opravu poruch bude nasmlouvána externí elektrikářská firma, která bude řešit všechny závady a poruchy. Na danou firmu bude vystaveno výběrové řízení. Fond na poruchy jsem stanovil na 200 000 Kč.

Tabulka 26: Výdaje na provoz mikrosítě

Výdaje	Cena [Kč]
Fond na poruchy	200 000
Celkem	200 000

4.4.8.2 Výdaje na provoz elektrických bran

U elektrických bran bude potřeba řešit provozní bugy a podporu. Předpokládám, že většina problémů čili bugů bude hlavně softwarových. Předpokládám, že na řešení bugů bude potřeba jenom jeden full stack programátor na půl úvazku a pomocná administrativní síla na půl úvazku. Podporu zvládne Produkt owner, kde bude alokovan na čtvrt úvazku. V případě, že nebude potřeba řešit bugy, bude programátor alokovan na nové funkce a rozvoj systému elektrické brány.

Dalším provozním nákladem je pronájem ½ kanceláře. Celkové výdaje na provoz elektrických bran jsem stanovil na 44 000 Kč měsíčně.

Tabulka 27: Výdaje na provoz elektrických bran

Zdroje	Využití	MNS [Kč]	Cena [Kč]
Produkt owner	25 %	40 000	10 000
Kancelář	50 %	8 000	4 000
Personální výdaje	50 %	60 000	30 000
Celkem			44 000

4.4.8.3 Výdaje na provoz centrálního informačního systému

U centrálního informačního systému bude třeba řešit provozní bugy a podporu. Předpokládám, že na řešení bugů bude potřeba jenom jeden Full stack programátor na půl úvazku. Podporu zvládne Produkt owner, kde bude alokován na čtvrt úvazku. V případě, že nebude potřeba řešit bugy, bude programátor alokován na nové funkce a rozvoj centrálního informačního systému. Dalším provozním nákladem je pronájem ½ kanceláře a také pronájem cloudového serveru. Doména vyjde na 360 Kč ročně [38]. Celkové výdaje na provoz centrálního informačního systému jsem stanovil na 60 530 Kč měsíčně.

Tabulka 28: Výdaje na provoz centrálního informačního systému

Zdroje	Využití	MNS [Kč]	Cena [Kč]
Produkt owner	25 %	50 000	12 500
Kancelář	50 %	8 000	4 000
Pronájem cloud serveru	100 %	4 000	4 000
Doména	100 %	30	30
Personální výdaje	50 %	80 000	40 000
Celkem			60 530

4.4.8.4 Celkové provozní výdaje

Díky jednotlivým výdajům jsem mohl stanovit roční výdaje na provoz na 1 454 360 Kč/rok.

Tabulka 29: Celkové roční provozní výdaje

Náklady	Cena [Kč]
Výdaje na provoz mikrosítě	200 000
Výdaje na provoz elektrických bran	528 000
Výdaje na provoz centrálního informačního systému	726 360
Celkem	1 454 360

4.4.9 Příjmy pilotního projektu

Stanovit realisticky předpokládané příjmy pilotního projektu je jedním z nejobtížnějších úkolů. Proto jsem se rozhodl sestavit tři scénáře, a to pesimistický, realistický a optimistický.

Díky těmto scénářům budu moci realisticky posoudit možné příjmy. Příjmy budu vyčíslovat na roční bázi. Díky tomu se mi bude jednoduše počítat cash flow pro jednotlivé roky.

4.4.9.1 Počet zákazníků

Počet zákazníků jsem určil na základě výsledků dotazníku, pro jednotlivé varianty.

4.4.9.2 Příjmy přípojka

Jedním z příjmů bude přípojka, která bude zavedena do rodinného domu autorizovanou externí firmou. Zákazník si objedná přes centrální portál přípojku a přípojka bude zrealizována externí firmou. Autorizovaná externí firma bude vybrána na základě výběrového řízení. Cena přípojky bude u každého domu jiná, protože bude záviset na více faktorech, například na vzdálenosti rodinného domu od mikrosítě, umístění přípojky v domě a tak dále. Cena se bude skládat ze dvou částí: z ceny za instalaci, která bude určena externí firmou a z příspěvku na úhradu, na stavbu mikrosítě. Protože cena za instalaci bude zaplácena obratem externí firmě, tak budu počítat jenom s příspěvkem na úhradu. Příspěvek na úhradu jsem stanovil na 3 000 Kč. Tuto částku jsem stanovil takto, aby nebyla zbytečně vysoká, a přitom částečně zaplatila investici do mikrosítě.

Tabulka 30: Příjmy přípojka

PÚ	3 000 Kč	V roce:									
Varianta	Počet přípojek:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Realistická		40	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Optimistická		60	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Celkem Varianta	Příjmy [Kč]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		60 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Realistická		120 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Optimistická		180 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000

4.4.9.3 Příjmy elektrické brány

Jedním z dalších příjmů bude elektrická brána, která bude napojena na přípojku a rozvody domu. Objednávka elektrické brány bude součástí objednávky přípojky, ale pro přehlednost a jednoduchou čitelnost tento příjem uvádím samostatně. Elektrická brána bude naistalována stejnou externí firmou, jako ta, která zřizuje přípojku. Elektrickou bránu bude vyrábět externí výrobní firma, která bude vybrána na základě výběrového řízení. Cena elektrické brány se bude skládat ze dvou částí: z ceny za výrobu elektrické brány, která bude určena externí firmou, a z příspěvku na úhradu na vývoj elektrické brány. Protože cena za výrobu bude zaplácena obratem externí firmě, budu počítat jenom s příspěvkem na úhradu. Příspěvek na úhradu jsem stanovil na 3 000 Kč. Tuto částku jsem stanovil takto, aby nebyla zbytečně vysoká, a přitom částečně zaplatila investici do vývoje elektrické brány.

Tabulka 31: Příjmy elektrická brána

PÚ	3 000 Kč	V roce:									
Varianta	Počet bran:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Realistická		40	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Optimistická		60	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Celkem Varianta	Příjmy [Kč]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		60 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Realistická		120 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Optimistická		180 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000

4.4.9.4 Příjmy z dodávek elektřiny

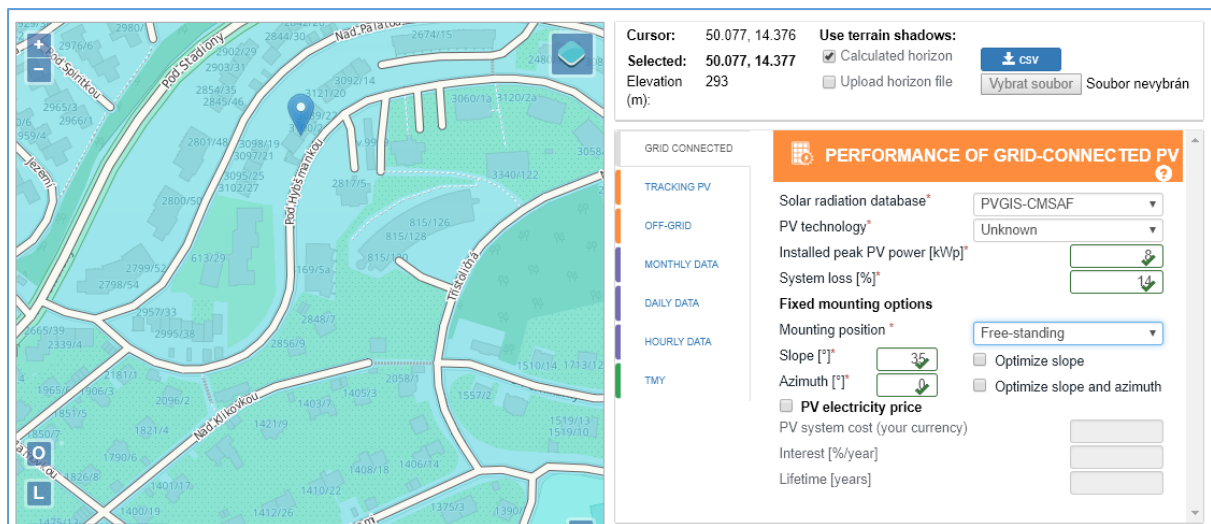
Příjmy z dodávek elektřiny budou hlavním zdrojem příjmů pilotního projektu, budu vycházet z několika předpokladů. Předpoklady budu brát jako pevně dané a neměnné v čase.

Předpoklady:

- průměrný instalovaný výkon bude 8 kW,
- poměr dodavatelů ku odběratelům bude 1:4,
- budu počítat s průměrnou roční spotřebou 6 500 kWh/rok [39],
- budu počítat, že polovina elektřiny se spotřebuje v noci.

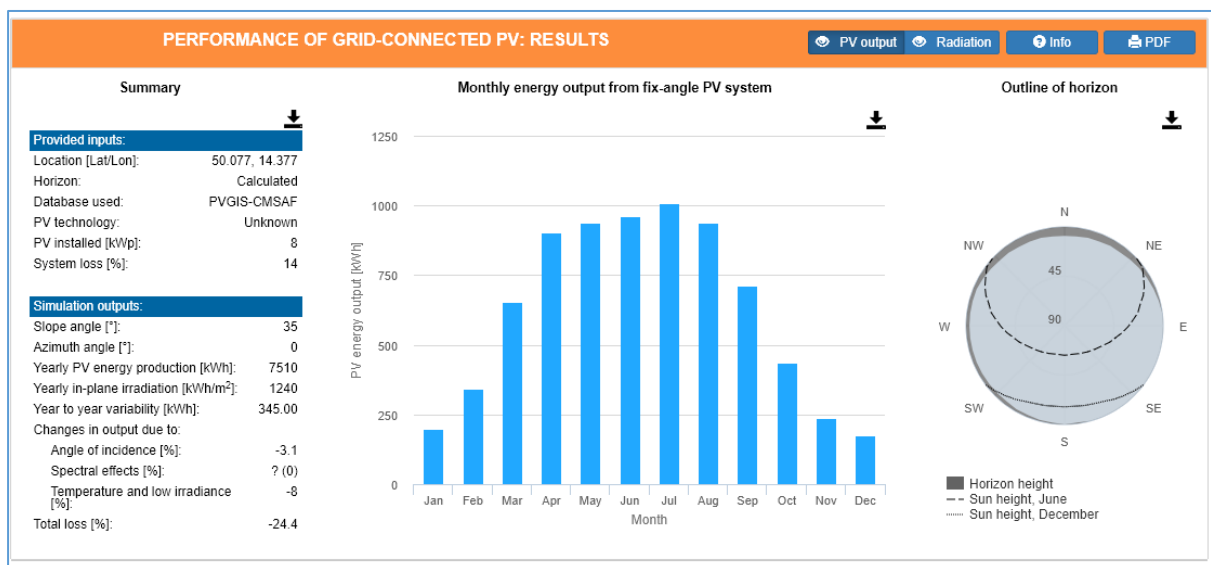
Výši poplatku za distribuci jsem odvodil na základě toho, že zákazníci nebudou chtít platit za distribuci víc, než je tržní cena za distribuci, kterou jsem odvodil následovně. Poplatek za distribuci jsem odvodil z průměrné tržní ceny za elektřinu a procenta, která tvoří distribuce. Současná cena elektřiny pro domácnost je 3,82 Kč/kWh a 38,6 % z ceny elektřiny tvoří distribuce a přenos [40]. Což odpovídá 1,47 Kč za kWh. Určil jsem, že poplatek bude stejný jako tržní cena. Poplatek za distribuci je tedy výrazně nižší než cena za uložení jednoho kWh.

V České republice se sluneční svit velmi mění v měsících, tak jak jsem popsal již v podkapitole 3.6. Proto abych určil, jak bude předpokládaný systém v konkrétní lokalitě vyrábět elektrickou energii, tak jsem použil systém PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, který byl vyvinut na základě požadavků evropské komise. Pomocí předem nastavených předpokladů jsem nastavil simulaci viz obrázek 32.



Obrázek 32: Nastavení simulace výroby elektřiny z fotovoltaických panelů [41]

Díky této simulaci jsem získal předpokládanou průměrnou měsíční výrobu, která je zobrazena na obrázku 33.



Obrázek 33: Výsledky simulace výroby [41]

Abych mohl určit nadvýrobu elektrické energie, která bude dodána, musím určit spotřebu, která je spotřebována během doby, kdy vyrábí fotovoltaický panel elektrickou energii. Při roční spotřebě 6 500 kWh/rok odpovídá denní spotřebě 17,8 kWh. Z toho je 8,9 kWh spotřebováno přes den, kdy produkuje fotovoltaický panel elektrickou energii. Díky tomu jsem mohl spočítat kolik může jeden dům s fotovoltaickou elektrárnou s výkonem 8 kW dodat do mikrosítě. Ročně takový dům může dodat 4 468,3 kWh. Zajímavé je to, že tři měsíce z roku s největší pravděpodobností nebudou zákazníci dodávat přebytky do elektrické sítě. Což znamená, že čtvrt roku bude síť skoro nevyužívaná.

Tabulka 32: Možnosti nadvýroby jednoho domu

Denní spotřeba [kWh]	8,9											
Měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet dnů	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Měsíční spotřeba [kWh]	275,9	249,2	275,9	267	275,9	267	275,9	275,9	267	275,9	267	275,9
Měsíční výroba [kWh]	198	344	654	903	939	962	1010	937	711	438	238	177
K dodání do mikrosítě [kWh]	0	94,8	378,1	636	663,1	695	734,1	661,1	444	162,1	0	0
Celkem k dodání za rok [kWh]	4 468,3											

Díky tomu jsem mohl vypočítat příjmy z dodávek elektrické energie pro všechny zkoumané varianty za použití všech předpokladů. Výsledky pro jednotlivé roky jsou uvedeny v tabulce 33.

Tabulka 33: Příjmy z dodávek elektřiny

Distribuční poplatek za kWh	1,47 Kč	V roce:									
Varianta	Počet zákazníků:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Realistická		40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
Optimistická		60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Celkem Varianta	Příjmy [Kč]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		26 274	39 410	52 547	65 684	78 821	91 958	105 094	118 231	131 368	144 505
Realistická		52 547	78 821	105 094	131 368	157 642	183 915	210 189	236 462	262 736	289 010
Optimistická		78 821	118 231	157 642	197 052	236 462	275 873	315 283	354 694	394 104	433 514

4.4.9.5 Celkové příjmy pilotního projektu

Díky jednotlivým příjmům jsem mohl sestavit celkové příjmy pro daná léta. Celkové příjmy pro dané roky jsem vyčíslil v tabulce 34.

Tabulka 34: Celkové příjmy pro dané roky

v roce:											
Celkem Varianta	Příjmy [Kč]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesimistická		146 274	99 410	112 547	125 684	138 821	151 958	165 094	178 231	191 368	204 505
Realistická		292 547	198 821	225 094	251 368	277 642	303 915	330 189	356 462	382 736	409 010
Optimistická		438 821	298 231	337 642	377 052	416 462	455 873	495 283	534 694	574 104	613 514

Jak lze vidět z tabulky 34, tak ani v jedné variantě předpokládané roční příjmy nedosahují výše provozních výdajů.

5 Návratnost a udržitelnost projektu

V této kapitole se zaměřím na návratnost pilotního projektu. Protože příjmy nedosahují ani výše provozních výdajů, zkusím vyčíslit o kolik a jak by se musely příjmy zvýšit, aby bylo dosaženo NPV rovné nule. Rozhodl jsem se použít metody NPV a IRR, které jsou vyzkoušené a osvědčené metody pro rozhodování o investování do projektu.

5.1 Čistá současná hodnota pilotního projektu

Metoda Čisté současné hodnoty (anglicky Net Present Value), obvykle se používá zkratka NPV nebo ČSH, je jedním z nejhodnějších a nejpoužívanějších finančních ukazatelů. Je v něm zahrnuta celá doba životnosti projektu i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Bere v úvahu časovou hodnotu peněz, závisí pouze na předvídaných hotovostních tocích a alternativních nákladech kapitálu [42].

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Kde:

NPV ... čistá současná hodnota,

CF_t ... peněžní toky v jednotlivých letech,

n ... doba životnosti projektu,

r ... diskontní úroková míra,

DCF_t ... diskontovaný peněžní tok.

5.1.1 Odpisy

Než začnu s výpočtem čisté současné hodnoty, tak popíši, co a jak budu odepisovat. Odepisovat budu mikrosít' po dobu deseti let.

5.1.2 Komplexní náklady příštích období

Náklady roku nula na elektronickou bránu, centrální informační systém a marketing jsem posoudil jako komplexní náklady příštích období. Které budu rozpouštět po dobu životnosti projektu tedy deset let.

5.1.3 Výpočet NPV

Pro všechny zmíněné varianty v podkapitole příjmy pilotního projektu jsem spočítal čistou současnou hodnotu. Rozhodl jsem se odepisovat mikrosít' po dobu 10 let. Přestože předpokládaná životnost mikrosítě je padesát let, tak jsem se rozhodl odepisovat po dobu deseti let, protože úkolem této práce je kritické posouzení životaschopnosti projektu ve sdílení obnovitelné elektrické energie. Diskontní úrokovou míru jsem určil na 6 %. Peněžní toky pro jednotlivé roky jsou znázorněny v tabulce 35. Hodnoty jsou uvedené v milionech Kč z důvodu přehlednosti. Pro všechny varianty vychází NPV záporné. Což znamená, že metoda NPV nedoporučuje investici do daného projektu. I kdybych prodloužil životnost projektu na 50 let, tak by NPV zůstalo záporné ve všech variantách, protože ani v jedné variantě nedosahují příjmy výše provozních výdajů pro daný rok. Příjmy po 10 letech už skoro nebudou růst, protože budou skoro všechny rodinné domy připojeny do mikrosítě. V dané lokalitě je nepravděpodobná nová výstavba.

Konkrétně u optimistické varianty bude v desátém roce připojeno 330 rodinných domů z 349, což je 94,5 % nasycení trhu, a přitom příjmy nedosáhnou ani 50 % provozních výdajů.

Tabulka 35: NPV pilotního projektu

Finanční toky [1 000 000 Kč] / roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Elektrická brána	-1,99											
Centrální informační systém	-1,96											
Marketing	-0,10											
Mikrosítě-pořízení a odpisy	-15,06	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	-1,51	
Aktivace mikrosítě	15,06											
Komplexní náklady příštích období	4,04	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	
Celkové provozní výdaje	-	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	-1,45	
Pesimistická varianta												
Příjmy	0,00	0,15	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	
Zisk-ztráta	0,00	-3,22	-3,27	-3,25	-3,24	-3,23	-3,21	-3,20	-3,19	-3,17	-3,16	
CF	-19,11	-1,31	-1,35	-1,34	-1,33	-1,32	-1,30	-1,29	-1,28	-1,26	-1,25	NPV [Kč]
DCF	-19,11	-1,23	-1,21	-1,13	-1,05	-0,98	-0,92	-0,86	-0,80	-0,75	-0,70	-28 730 871
Realistická varianta												
Příjmy	0,00	0,29	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	
Zisk-ztráta	0,00	-3,07	-3,17	-3,14	-3,11	-3,09	-3,06	-3,03	-3,01	-2,98	-2,96	
CF	-19,11	-1,16	-1,26	-1,23	-1,20	-1,18	-1,15	-1,12	-1,10	-1,07	-1,05	NPV [Kč]
DCF	-19,11	-1,10	-1,12	-1,03	-0,95	-0,88	-0,81	-0,75	-0,69	-0,63	-0,58	-27 650 407
Optimistická varianta												
Příjmy	0,00	0,44	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,61	
Zisk-ztráta	0,00	-2,93	-3,07	-3,03	-2,99	-2,95	-2,91	-2,87	-2,83	-2,79	-2,75	
CF	-19,11	-1,02	-1,16	-1,12	-1,08	-1,04	-1,00	-0,96	-0,92	-0,88	-0,84	NPV [Kč]
DCF	-19,11	-0,96	-1,03	-0,94	-0,85	-0,78	-0,70	-0,64	-0,58	-0,52	-0,47	-26 569 942

5.1.4 Daň z příjmů

Jak vyplývá z tabulky 35, po dobu pilotního projektu je každý rok, kromě nultého roku, generována daňová ztráta, proto daň z příjmů nebude hrazena, a to je důvod proč jsem ji nezahrnul do výpočtu čisté současné hodnoty.

5.2 Vnitřní výnosové procento pilotního projektu

Vnitřní výnosové procento (anglicky Internal Rate of Return), obvykle se používá zkratka IRR, je ukazatel pro relativní výnos (rentabilitu), kterou projekt během svého životního cyklu poskytuje.

Výpočet:

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i}$$

Kde:

IRR ... vnitřní výnosové procento,
 CF_t ... peněžní toky v jednotlivých letech,
 n ... doba životnosti projektu.

Číselně je rovna diskontní sazbě, při které je NPV rovna nule. U investic s dobou životnosti přesahující dva roky se počítá použitím iteračních metod či metodou pokusů a omylů (k výpočtu lze využít tabulkové kalkulátory, např. MS Excel) [43].

Bohužel IRR nelze v Excelu vypočítat, protože neobsahuje žádný kladný peněžní tok pro dané roky, což je omezení Excelu pro výpočet IRR. Dále při tak velkém negativním NPV je vypovídající hodnota malá. Proto jsem na základě peněžních toků pro jednotlivé varianty sestavil odpovídající matematické rovnice, které jsem vyřešil pomocí aplikace Wolfram Alpha.

5.2.1 Wolfram Alpha

Rád bych se zmínil o tomto nástroji, který sice není tak známý, ale podle mě má velký potenciál. Wolfram Alpha není klasický vyhledávací stroj, který by indexoval a následně podle dotazu prohledával webové stránky, které by předkládal uživateli. Wolfram Alpha je výpočetní stroj, který na základě dotazu předloží uživateli odpověď sestavenou z velké znalostní databáze (několik terabytů dat), kterou průběžně vytváří. Jejím zdrojem není jenom povrchový web, ale i různé další blíže nespecifikované zdroje. Na závěr každé odpovědi lze kliknout na informace o zdroji („source information“). Z těchto informací je zřejmé, že jsou používána i různá encyklopedická díla a slovníky (včetně tištěných) nebo naopak volně dostupné zdroje jako je Wikipedia [44].

Wolfram Alpha se zaměřuje na oblast matematiky, statistiky, fyziky, chemie, zeměpisu, ekonomie atd. Dotazů, na které Wolfram Alpha umí odpovědět, je obrovské množství. Dotazy je potřeba v současné době pokládat v angličtině.

5.2.2 IRR pesimistická varianta

Pomocí peněžních toků, které jsem vypočítal v předešlé podkapitole o čisté současné hodnotě pilotního projektu, jsem mohl sestavit rovnici pro výpočet IRR pesimistické varianty. Pro přehlednost uvádím nezaokrouhlené finanční toky v tabulce 36.

Tabulka 36: CF pesimistická varianta pro dané roky

Pesimistická varianta [rok]	CF [Kč]
0	-19 107 120
1	-1 308 086
2	-1 354 950
3	-1 341 813
4	-1 328 676
5	-1 315 539
6	-1 302 402
7	-1 289 266
8	-1 276 129
9	-1 262 992
10	-1 249 855

Na základě výše zmíněných finančních toků jsem vyjádřil rovnici pro výpočet IRR.

Kde:

x ... IRR

Rovnice pro pesimistickou variantu vypadá následovně.

$$0 = -19\,107\,120 - \frac{1\,308\,086}{1+x} - \frac{1\,354\,950}{(1+x)^2} - \frac{1\,341\,813}{(1+x)^3} - \frac{1\,328\,676}{(1+x)^4} - \frac{1\,315\,539}{(1+x)^5} - \frac{1\,302\,402}{(1+x)^6} - \frac{1\,289\,266}{(1+x)^7} - \frac{1\,276\,129}{(1+x)^8} - \frac{1\,262\,992}{(1+x)^9} - \frac{1\,249\,855}{(1+x)^{10}}$$

Obrázek 34: Rovnice pro výpočet IRR pesimistická varianta

Danou rovnici jsem zadal do aplikace Wolfram Alpha. Aplikace určila 5 řešení v oboru iracionálních čísel, viz obrázek 35.

$$\begin{aligned} x &\approx -1.69165 - 0.214735 i \\ x &\approx -1.69165 + 0.214735 i \\ x &\approx -1.45245 - 0.573895 i \\ x &\approx -1.45245 + 0.573895 i \\ x &\approx -1.04855 - 0.743974 i \end{aligned}$$

Obrázek 35: Výsledky IRR pro pesimistickou variantu

Díky tomu mohu konstatovat, že pro pesimistickou variantu neexistuje řešení v oboru reálných čísel. Což je jedna z nevýhod metody IRR, kdy nemusí existovat žádné přípustné řešení.

5.2.3 IRR realistická varianta

Pomocí peněžních toků, které jsem vypočítal v předešlé podkapitole o čisté současné hodnotě pilotního projektu, jsem mohl sestavit rovnici pro výpočet IRR realistické varianty. Pro přehlednost uvádím nezaokrouhlené finanční toky v tabulce 37.

Tabulka 37: CF realistická varianta pro dané roky

Realistická varianta [rok]	CF [Kč]
0	-19 107 120
1	-1 161 813
2	-1 255 539
3	-1 229 266
4	-1 202 992
5	-1 176 718
6	-1 150 445
7	-1 124 171
8	-1 097 898
9	-1 071 624
10	-1 045 350

Na základě výše zmíněných finančních toků jsem vyjádřil rovnici pro výpočet IRR.

Kde:

x ... IRR

Rovnice pro realistickou variantu vypadá následovně.

$$0 = -19\,107\,120 - \frac{1\,161\,813}{1+x} - \frac{1\,255\,539}{(1+x)^2} - \frac{1\,229\,266}{(1+x)^3} - \frac{1\,202\,992}{(1+x)^4} - \frac{1\,176\,718}{(1+x)^5} - \frac{1\,150\,445}{(1+x)^6} - \frac{1\,124\,171}{(1+x)^7} - \frac{1\,097\,898}{(1+x)^8} - \frac{1\,071\,624}{(1+x)^9} - \frac{1\,045\,350}{(1+x)^{10}}$$

Obrázek 36: Rovnice pro výpočet IRR realistickou variantu

Danou rovnici jsem zadal do aplikace Wolfram Alpha. Aplikace určila 5 řešení v oboru iracionálních čísel, viz obrázek 37.

$$\begin{aligned} x &\approx -1.67902 - 0.210955 i \\ x &\approx -1.67902 + 0.210955 i \\ x &\approx -1.44399 - 0.563774 i \\ x &\approx -1.44399 + 0.563774 i \\ x &\approx -1.04713 - 0.730783 i \end{aligned}$$

Obrázek 37: Výsledky IRR pro realistickou variantu

Díky tomu mohu konstatovat, že pro realistickou variantu neexistuje řešení v oboru reálných čísel. Což je jedna z nevýhod metody IRR, kdy nemusí existovat žádné přípustné řešení.

5.2.4 IRR optimistická varianta

Pomocí peněžních toků, které jsem vypočítal v předešlé podkapitole o čisté současné hodnotě pilotního projektu, jsem mohl sestavit rovnici pro výpočet IRR optimistické varianty. Pro přehlednost uvádím nezaokrouhlené finanční toky v tabulce 38.

Tabulka 38: CF optimistická varianta pro dané roky

Optimistická varianta [rok]	CF [Kč]
0	-19 107 120
1	-1 015 539
2	-1 156 129
3	-1 116 718
4	-1 077 308
5	-1 037 898
6	-998 487
7	-959 077
8	-919 666
9	-880 256
10	-840 846

Na základě výše zmíněných finančních toků jsem vyjádřil rovnici pro výpočet IRR.

Kde:

x ... IRR

Rovnice pro optimistickou variantu vypadá následovně.

$$0 = -5\,498\,360 - \frac{2\,521\,851}{1+x} - \frac{2\,662\,441}{(1+x)^2} - \frac{2\,623\,030}{(1+x)^3} - \frac{2\,583\,620}{(1+x)^4} - \frac{2\,544\,210}{(1+x)^5} - \frac{2\,504\,799}{(1+x)^6} - \frac{2\,465\,389}{(1+x)^7} - \frac{2\,425\,978}{(1+x)^8} - \frac{2\,386\,568}{(1+x)^9} - \frac{2\,347\,158}{(1+x)^{10}}$$

Obrázek 38: Rovnice pro výpočet IRR optimistickou variantu

Danou rovnici jsem zadal do aplikace Wolfram Alpha. Aplikace určila 5 řešení v oboru iracionálních čísel, viz obrázek 39.

$x \approx -1.66394 - 0.206393 i$
$x \approx -1.66394 + 0.206393 i$
$x \approx -1.43398 - 0.551579 i$
$x \approx -1.43398 + 0.551579 i$
$x \approx -1.04565 - 0.714959 i$

Obrázek 39: Výsledky IRR pro optimistickou variantu

Díky tomu mohu konstatovat, že pro optimistickou variantu neexistuje řešení v oboru reálných čísel. Což je jedna z nevýhod metody IRR, kdy nemusí existovat žádné přípustné řešení.

5.2.5 IRR shrnutí

Na základě analýz všech výsledků IRR jsem zjistil, že pro tento typ projektu metoda IRR není vhodná.

5.3 Návratnost projektu

Při současném modelu, cenách a lokalitě je návratnost projektu nereálná. V této podkapitole popíši, co by se muselo změnit, aby projekt byl výdělečný.

5.3.1 Poplatek za distribuci

Nejpravděpodobnější a nejlépe proveditelné je zvýšení ceny za distribuci. Kdyby se zvýšil poplatek za distribuci elektřiny, tak by byl projekt ziskový. V této podkapitole vypočítám, kolik by takový poplatek musel být.

5.3.1.1 Výpočet optimální ceny za distribuci

Vypočítal jsem optimální cenu za distribuci na základě předpokladu, že pro danou variantu budu požadovat NPV rovné nule. NPV rovné nule je nejnižší možnou hodnotou, kdy metoda NPV doporučuje investovat do daného projektu.

Nejdříve jsem vypočítal příjmy bez příjmů z distribučních poplatků. Tedy jen příjmy z prodeje elektrických bran a za přivedení přípojky. Příjmy jsem uvedl v tabulce 39.

Tabulka 39: Příjmy bez příjmu z distribučního poplatku

		v roce:									
Celkem Varianta	Příjmy [Kč]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Pesimistická	120 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
	Realistická	240 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
	Optimistická	360 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000

Díky příjmům jsem mohl určit NPV bez příjmů z distribučních poplatků. Protože se výdaje nezměnily, tak uvádím jenom výsledné hodnoty.

Tabulka 40: NPV bez příjmů z distribučních poplatků

Varianta	NPV
Pesimistická varianta	-29 313 127 Kč
Realistická varianta	-28 814 918 Kč
Optimistická varianta	-28 316 709 Kč

Díky tomu jsem mohl sestavit rovnici pro výpočet optimální ceny pro distribuční poplatek.

$$-NPV_V = \sum_{t=0}^n \frac{k_t * d}{(1+r)^t}$$

Kde:

NPV_V ... čistá současná hodnota bez příjmů z distribuce,

k_t ... kWh dodané odběratelům v daném roce,

d ... distribuční poplatek,

n ... doba životnosti projektu,

r ... diskontní úroková míra.

Pro výpočet výše uvedené rovnice jsem potřeboval vyčíslit kWh dodané odběratelům v daném roce pro dané varianty. Data jsou uvedena níže, v tabulce 41.

Tabulka 41: kWh dodané odběratelům v daném roce pro dané varianty

		v roce:									
Varianta	Počet zákazníků:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Pesimistická	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
	Realistická	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
	Optimistická	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Celkem Varianta	kWh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Pesimistická	17 873	26 810	35 746	44 683	53 620	62 556	71 493	80 429	89 366	98 303
	Realistická	35 746	53 620	71 493	89 366	107 239	125 112	142 986	160 859	178 732	196 605
	Optimistická	53 620	80 429	107 239	134 049	160 859	187 669	214 478	241 288	268 098	294 908

Poté už jsem jen dosadil do rovnice a vypočítal cenu distribučního poplatku za kWh (tabulka 42).

Tabulka 42: Hodnota distribučního poplatku

Varianta	Distribuční poplatek za kWh
Pesimistická varianta	74,01 Kč
Realistická varianta	36,37 Kč
Optimistická varianta	23,83 Kč

Jak lze vidět, tak poplatek za distribuci by převýšil ve všech variantách kalkulovanou cenu za uskladnění kWh v akumulátoru. Což by velmi znevýhodnilo tuto možnost. Dokonce by tato cena učinila projekt nekonkurenceschopný. I poplatek v optimistické variantě je více než šestkrát vyšší než současná cena elektřiny pro domácnost.

5.4 Udržitelnost projektu

Na základě vypočtené návratnosti projektu, která je záporná, je jasné, že alespoň z ekonomického hlediska je dlouhodobá udržitelnost nereálná. Vyjádřím hlavní problémy, které v současné době brání projektu v udržitelnosti.

Problémy:

Malá účinnost fotovoltaických panelů. Díky malé účinnosti se na střechu vejde jenom fotovoltaická elektrárna s poměrně malým instalovaným výkonem. Kdyby se zvýšil instalovaný výkon, tak by se zároveň zvýšila nadprodukce a tím pádem příjmy z distribuce.

Délka slunečního svitu je v České republice velmi závislá na ročním období a tím pádem i nadvýroba. Díky tomuto problému bude čtvrt roku mikrosíť skoro nevyužívaná. Což by částečně mohla kompenzovat zvýšená účinnost fotovoltaických panelů, nebo jiný nový zdroj OZE vhodný pro sdílení.

Problém legislativní. Z pohledu legislativního nesmí spadat sdílení obnovitelné elektrické energie pod lokální distribuci, jak už jsem popsal v podkapitole 4.3.1 Legislativní rámec. Musela by vzniknout novela zákona, která bude reflektovat specifika sdílení obnovitelné elektrické energie.

Problém s hustotou zalidnění. Města v České republice mají oproti zahraničí menší hustotu zalidnění. Což by se mohlo vyřešit novými čtvrtěmi s rodinnými domy.

Kdyby se podařilo vyřešit všechny výše zmíněné problémy, tak věřím v to, že by v České republice bylo sdílení malých obnovitelných zdrojů udržitelné.

5.5 Proveditelnost projektu

Na základě analýz, výpočtů a identifikace problémů, kterým v současné době sdílená ekonomika v prostředí malých obnovitelných zdrojů v České republice čelí, jsem stanovil, že takový pilotní projekt, jak jsem ho popsal v minulé kapitole, není v současné době proveditelný.

Závěr

Cílem práce bylo definování a vysvětlení pojmů sdílená ekonomika malých obnovitelných zdrojů elektrické energie. Dalším cílem bylo analyzovat současný stav sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie ve světě s důrazem na konkrétní projekty. Hlavním cílem této práce bylo navrhnout řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí České republiky. Na to navazujícím cílem byla kalkulace návratnosti a udržitelnosti návrhu řešení využití sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie v prostředí České republiky.

Popsal jsem, vysvětlil a definoval pojmy sdílená ekonomika malých obnovitelných zdrojů elektrické energie. Určil jsem vhodný zdroj obnovitelné elektrické pro sdílenou ekonomiku, čímž je fotovoltaika. Provedl jsem analýzu současného stavu sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie ve světě. Stav je takový, že tento sektor je na počátku. Většinou jde o projekty malé velikosti. Projekty využívají dvou principů, a to mikrosítě a technologie blockchain. Navrhl jsem řešení a jeho vhodnost a možnost praktické implementace jsem zkoumal na pilotním projektu. Zjistil jsem, že největším problémem by bylo vůbec sehnání stavebního povolení pro pilotní projekt. Vypočítal jsem návratnost a udržitelnost navrženého projektu. Zjistil jsem že, že pilotní projekt by byl silně ztrátový. Na základě ztrátovosti pilotního projektu je jasné, že alespoň z ekonomického hlediska je dlouhodobá udržitelnost nereálná. Tímto považuji všechny cíle za splněné.

Hlavním výstupem je návrh obchodního modelu a zkoumání možné implementace pilotního projektu. Obecným přínosem práce je analýza současného stavu sdílené ekonomiky v prostředí malých obnovitelných zdrojů elektrické energie ve světě.

Zajímavým navázáním a rozšířením mé práce by bylo využití akumulátorů ve sdílené ekonomice, které jsou v současné době spíš považovány jako konkurence, ale mají potenciál se v daném odvětví uplatnit.

Literatura

- [1] Sdílená ekonomika. *Deloitte* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/deloitte-analytics/Sdilená-ekonomika.pdf>
- [2] Co je sdílená ekonomika. *Ekonomika Online* [online]. 2015 [cit. 2017-11-05]. Dostupné z: <http://ekonomikaonline.cz/357/co-je-sdilená-ekonomika/>
- [3] GRAEBER, David. *Debt: the first 5,000 years*. Brooklyn, N.Y.: Melville House, 2011. ISBN 978-193-3633-862.
- [4] Energy Collectives [online]. Denmark: Technical University of Denmark, 2016 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://pierrepinson.com/31761/Lectures/energycollective.pdf>
- [5] Česko a sdílená ekonomika: Zaměřeno na trh práce. In: *Roklen 24* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://roklen24.cz/a/iJ8D4/cesko-a-sdilená-ekonomika-zamereno-na-trh-prace>
- [6] MAREK, Michal. *Sdílená ekonomika a její místo v moderním hospodářském systému* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130187560>. Bakalářská práce. Univerzita Karlova.
- [7] Počet sdílených aut v ČR v letech 2012-2017. In: *ASOCIACE ČESKÉHO CARSHARINGU* [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <http://ceskycarsharing.cz/carsharing-v-cr-2017/>
- [8] IEA: Obnovitelné zdroje energie loni podle výkonu překonaly uhlí. In: *Tretiruka.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/iea-obnovitelne-zdroje-energie-loni-podle-vykonu-prekonaly-uhli1/>
- [9] Obnovitelné zdroje energie. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2017-11-05]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/obnovitelne-zdroje-energie.dic>
- [10] odbor 32400. Obnovitelné zdroje energie v roce 2016. In: Ministerstvo obchodu a průmyslu [online]. [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/obnovitelne-zdroje-energie-v-roce-2016--233480/>
- [11] Česko kvůli dotacím zažívá solární miniboom [online]. *E15*, 2017 [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cesko-kvuli-dotacim-zaziva-solarni-miniboom-1341029>
- [12] KNÁPEK, Jaroslav. *System Aspects of Renewable Energy Sources and Promotion Schemes*. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2015.
- [13] Rychle rostoucí topoly. Rychle rostoucí topoly – Radim Luňáček [online]. [cit. 2018-01-09]. Dostupné z: <http://www.rychlerostoucipotoly.cz/o-topolech/rychle-rostouci-topoly>

- [14] V Brooklynu se schyluje k energetické revoluci. Newyorčané by si mohli navzájem prodávat elektřinu. VTM [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/bleskovky/v-brooklynu-se-schyluje-k-energeticke-revoluci-newyorcane-by-si-mohli-navzajem-prodavat-elektrinu/sc-871-a-189793/default.aspx>
- [15] LO3 Energy. LO3 Energy [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <https://lo3energy.com/>
- [16] It's Like The Early Days of the Internet, Blockchain-based Brooklyn Microgrid Tests P2P Energy Trading [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://microgridmedia.com/its-like-the-early-days-of-the-internet-blockchain-based-brooklyn-microgrid-tests-p2p-energy-trading/>
- [17] Reforming the Energy Vision [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://rev.ny.gov/>
- [18] The Energy Collective project: Towards direct sharing and trading of electric energy! [online]. 2017 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://the-energy-collective-project.com/>
- [19] Our Solution. Dajie [online]. Dajie, 2017 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.dajie.eu/>
- [20] Advantages of Blockchain Technology. Medium [online]. Cleantech News, 2017 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://medium.com/@grsind19/advantages-of-blockchain-technology-9aaa751cc9ad>
- [21] Blockchain: manuál pro začátečníky. Roklen 24 [online]. Praha: Roklen 24, 2015 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://roklen24.cz/a/wN7gP/blockchain-manual-pro-zacatecniky>
- [22] What is Blockchain Technology. Coindesk [online]. Coindesk, 2017 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.coindesk.com/information/what-is-blockchain-technology/>
- [23] Mikrosítě jsou budoucností distribuce elektrické energie. Ekonomický deník [online]. Praha: Media Network, 2016 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <http://ekonomicky-denik.cz/mikrosite-jsou-budoucnosti-distribuce-elektricke-energie/>
- [24] Česká republika v číslech – 2017. Český statistický úřad [online]. 12. 12. 2017 [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceska-republika-v-cislech-2017>
- [25] Historický lexikon obcí České republiky 1869–2011. Český statistický úřad [online]. 18. 12. 2015 [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/iii-pocet-obyvatel-a-domu-podle-kraju-okresu-obci-a-casti-obci-v-letech-1869-2011_2015
- [26] BYD Company. BYD Europe [online]. Praha [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: <http://bydeurope.com/company/profile.php>
- [27] Battery Lifetime. Cleantech News [online]. Praha: Cleantech News, 2016 [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2016/05/31/battery-lifetime-long-can-electric-vehicle-batteries-last/>

- [28] Sdružení: jak funguje a k čemu se využívá? IPodnikatel.cz [online]. 2017 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://www.ipodnikatel.cz/O-podnikani/sdruzeni-jak-funguje-a-k-cemu-se-vyuziva.html>
- [29] Roční úhrn. ISOFEN ENERGY [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: http://www.isofenenergy.cz/img/rocní_uhrn.png
- [30] ŠTĚPÁN, Honza. Třetina republiky má na Mapy.cz nové letecké snímky. S Blog [online]. 2017 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://blog.seznam.cz/2017/05/tretina-republiky-ma-na-mapycz-nove-letecke/>
- [31] Terénní úpravy. Emporio Exclusive [online]. 2017 [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://blog.seznam.cz/2017/05/tretina-republiky-ma-na-mapycz-nove-letecke/>
- [32] Prodej písku. Uhlí Kočova [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://www.uhlikocova.cz/cenik.php>
- [33] Výstražné fólie a fólie do výkopů. Anticor [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://www.anticor.cz/katalog/technicke-pasky/vystrazne-folie-a-folie-do-vykopu/>
- [34] Silnoproudý kabel NYY-J. Conrad [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/silnoproudy-kabel-nyy-j-lappkabel-15500823-5-x-10-mm-cerna-1-m.k600791>
- [35] Pronájem kanceláře 42 m². S Reality [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.sreality.cz/detail/pronajem/komercni/kancelare/praha-stodulky-/1409810780#img=0&fullscreen=false>
- [36] Kurzy devizového trhu. ČNB [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp?date=24.04.2018
- [37] AWS Pricing. AWS [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: https://aws.amazon.com/pricing/?nc2=h ql_pr&awsm=ql-3
- [38] Ceník CZ domén. Domena CZ [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://puvodni.domena.cz/pricelist.html>
- [39] Jaká je průměrná spotřeba elektrické energie čtyř členné domácnosti v panelovém domě a v rodinném domě? Ministerstva průmyslu a obchodu [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/4686>
- [40] Aktuální (průměrná) cena 1 kWh elektřiny. Energie123.cz [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
- [41] PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM. European Commission [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu>

- [42] Čistá současná hodnota (NPV - Net Present Value). European Commission [online]. 2017 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cista-soucasna-hodnota>
- [43] Vnitřní výnosové procento (IRR - Internal Rate of Return). Management Mania [online]. 2017 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/vnitri-vynosove-procento>
- [44] EHRLICHOVÁ, KLÁRA. Wolfram Alpha. Ikaros [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://ikaros.cz/wolfram-alpha>
- [45] Peer to Peer. It slovník.cz [online]. [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: https://it-slovník.cz/pojem/peer-to-peer/?utm_source=cp&utm_medium=link&utm_campaign
- [46] Co je to startup. Simplyoffice [online]. 2017 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.simplyoffice.cz/clanky/co-je-to-startup>
- [47] Energetický výkladový slovník. Czech Nature Energy [online]. [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/energeticky-slovník/>
- [48] Carsharing. Cyklodoprava [online]. 2013 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.cyklodoprava.cz/slovník/carsharing/>
- [49] Internet věcí IoT (Internet of Things). Managementmania [online]. 2016 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/internet-veci-internet-of-things>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Princip sdílené ekonomiky [5]	18
Obrázek 2: Počet sdílených aut v ČR v letech 2012–2017 [7]	19
Obrázek 3: Podíl streamingu na celkových tržbách hudby v USA [1]	19
Obrázek 4: Obnovitelná energie [8]	23
Obrázek 5: Rozdělení potenciálu [12]	27
Obrázek 6: LO3 Energy [15]	29
Obrázek 7: Pilotní projekt v Brooklynu [16]	30
Obrázek 8: Logo projektu ve Svalin [18]	31
Obrázek 9: Logo projekt Dajie [19]	32
Obrázek 10: Blockchain [20]	33
Obrázek 11: Klient Server [22]	34
Obrázek 12: Distribuovaný systém [22]	34
Obrázek 13: Současný stav [4]	37
Obrázek 14: Budoucí stav [4]	38
Obrázek 15: Měření plochy střechy	41
Obrázek 16: Historické jádro Českých Budějovic	42
Obrázek 17: Plocha Českých Budějovic	42
Obrázek 18: Potenciál sdílené fotovoltaiky v ČR	44
Obrázek 19: Degradace akumulátorů [27]	46
Obrázek 20: Schéma byznys modelu	49
Obrázek 21: Sluneční záření v ČR [29]	52
Obrázek 22: Lokality pilotního projektu	57
Obrázek 23: Rozmístění domů s fotovoltaickými panely	58
Obrázek 24: Novostavba rodinného domu s fotovoltaickými panely	58
Obrázek 25: Dotazník obnovitelné zdroje	60
Obrázek 26: Leták k dotazníku	61
Obrázek 28: Odpovědi na první otázku	61
Obrázek 29: Odpovědi na druhou otázku	62
Obrázek 30: Odpovědi na třetí otázku	62
Obrázek 31: Mapa mikrosítě	63
Obrázek 32: Nastavení AWS [37]	67
Obrázek 33: Nastavení simulace výroby elektřiny z fotovoltaických panelů [41]	72
Obrázek 34: Výsledky simulace výroby [41]	72
Obrázek 35: Rovnice pro výpočet IRR pesimistická varianta	78
Obrázek 36: Výsledky IRR pro pesimistickou variantu	78
Obrázek 37: Rovnice pro výpočet IRR realistickou variantu	79
Obrázek 38: Výsledky IRR pro realistickou variantu	79
Obrázek 39: Rovnice pro výpočet IRR optimistickou variantu	80
Obrázek 40: Výsledky IRR pro optimistickou variantu	81

Seznam tabulek

Tabulka 1: Využití OZE v České republice v roce 2016 [10]	25
Tabulka 2: Velká města v České republice a počty domů	39
Tabulka 3: Typy domů a počet lidí v nich bydlících	40
Tabulka 4: Vybraná města a plocha střech	41
Tabulka 5: Potenciál OZE	43
Tabulka 6: Referenční skupina akumulátorů	45
Tabulka 7: Předpokládané denní využití kapacity akumulátoru v měsících	46
Tabulka 8: Degradace akumulátoru	47
Tabulka 9: Využití baterie v daném měsíci a rocích	47
Tabulka 10: Počet úplných cyklů za životnost akumulátoru	47
Tabulka 11: Výpočet za uskladnění 1 kWh	48
Tabulka 12: Kritéria pro lokalitu pilotního projektu	51
Tabulka 13: Kriteriaální ohodnocení	52
Tabulka 14: Normované hodnoty	53
Tabulka 15: Vážené normované hodnoty	54
Tabulka 16: Maximalizované hodnoty kritérií	54
Tabulka 17: Výsledky metody Pavučinový diagram	55
Tabulka 18: Výsledky metody Globálního Kritéria	55
Tabulka 19: Výsledky metody PATTERN	56
Tabulka 20: Náklady na mikrosíť prvotní odhad	64
Tabulka 21: Náklady na mikrosíť	64
Tabulka 22: Celkové náklady na elektrickou bránu	65
Tabulka 23: Celkové náklady na vývoj centrálního informačního systému	67
Tabulka 24: Náklady na marketing	68
Tabulka 25: Celkové náklady na pilotní projekt	68
Tabulka 26: Výdaje na provoz mikrosítě	68
Tabulka 27: Výdaje na provoz elektrických bran	69
Tabulka 28: Výdaje na provoz centrálního informačního systému	69
Tabulka 29: Celkové roční provozní výdaje	69
Tabulka 30: Příjmy přípojka	70
Tabulka 31: Příjmy elektrická brána	71
Tabulka 32: Možnosti nadvýroby jednoho domu	73
Tabulka 33: Příjmy z dodávek elektřiny	73
Tabulka 34: Celkové příjmy pro dané roky	73
Tabulka 35: NPV pilotního projektu	76
Tabulka 36: CF pesimistická varianta pro dané roky	77
Tabulka 37: CF realistická varianta pro dané roky	79
Tabulka 38: CF optimistická varianta pro dané roky	80
Tabulka 39: Příjmy bez příjmu z distribučního poplatku	82
Tabulka 40: NPV bez příjmů z distribučních poplatků	82
Tabulka 41: kWh dodané odběratelům v daném roce pro dané varianty	82
Tabulka 42: Hodnota distribučního poplatku	83

Seznam použitých zkratk

OZE Obnovitelné zdroje elektrické energie

kWh Kilowatthodina

MW Megawatt

MNS Měsíční nákladová sazba

AWS Amazon web service

CF Peněžní tok

DCF Diskontovaný peněžní tok

NPV Čistá současná hodnota

IRR Vnitřní výnosové procento

Slovníček pojmů

Peer-to-peer je decentralizovaný komunikační model, ve kterém má každá strana stejné možnosti a každá strana může zahájit komunikační relaci. Na rozdíl od klient/server modelu, ve kterém klient zadá požadavek na službu a server splňuje požadavek, P2P síť umožňuje každému uzlu, aby fungoval jak pro klienta, tak i pro server [45].

Startup nebo také start-up je v dnešní době velmi často užívaný výraz a setkáte se s ním téměř na každém rohu. Jedná se o podnikatelský subjekt, tedy firmu, která je nově založena či začíná podnikat a rychle se vyvíjí. Co je to startup? Ačkoliv neexistuje žádná mezinárodní definice stanovující, co je startup, mohli bychom si ho definovat jako nově založenou společnost, často ve fázi tvorby podnikatelského záměru. Snahou startupu je v co nejkratší době vyrůst v rentabilní a stabilní společnost. Například server businessdictionary.com definuje start up jako: Počáteční fáze života podniku, kde jeho zakladatelé usilují o rychlý přechod z fáze nápadu k zajištění financování a pokládající základní strukturu budoucího podnikání [46].

Blackout jinými slovy výpadek soustavy. Stav, při kterém dochází v celé elektrizační soustavě nebo v některé její části, k přerušení napájení uživatelů a beznapěťovému stavu. Výsledkem může být beznapěťový stav na několik hodin, někdy i na několik dní [47].

Car sharing představuje moderní systém společného využívání auta na principu společného vlastnictví. Carsharing je rozšířen zejména v Německu a Holandsku, nejvíce ve městech, která aktivně podporují udržitelnou dopravu. Je určen jednotlivcům, domácnostem i firmám, které potřebují jezdit autem jen zřídka a vlastnit auto při tak malém využití je pro ně ekonomicky neefektivní. Carsharing je účinným nástrojem pro podporu cyklistické dopravy, neboť uživatele sdíleného auta vede k jeho využívání, jen když ho opravdu potřebují [48].

Internet věcí (anglicky Internet of Things, zkratka IoT) je propojení jednotlivých zařízení prostřednictvím internetu bez aktivní účasti člověka. Zařízení mohou být třeba automobily, domácí spotřebiče, nositelné doplňky nebo různé senzory a čidla, které si spolu vyměňují informace nebo spolupracují. Internet věcí je umožněn mimo jiné díky miniaturizaci, snižování spotřeby a ceny čipů a bezdrátových technologií, které se tak mohou obejít bez velké baterie a komunikují spolu s velmi malou spotřebou [49].

Přílohy

DP_Vypocty_Kulhavy_Jan_2018.xlsbvýpočty ve formátu MS Excel