

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Technologie V2G a její možnost implementace v podmínkách Česka

V2G Technology and Its Possibility of Implementation in the Czech Republic

STUDIJNÍ PROGRAM

Projektové řízení inovací

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. Klesla Arnošt, Ph.D.

KOMÁREK

MIKULÁŠ

2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Komárek** Jméno: **Mikuláš** Osobní číslo: **457011**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávací katedra/ústav: **Institut ekonomických studií**
Studijní program: **Projektové řízení inovací**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Technologie V2G a její možnosti implementace v podmínkách Česka

Název diplomové práce anglicky:

V2G Technology and its Possibility of Implementation in the Conditions of the Czech Republic

Pokyny pro vypracování:

1. Představit technologii V2G
2. Zanalyzovat překážky při používání technologie V2G
3. Zjistit možnost implementace V2G v ČR
4. Zpracovat potenciál této technologie po ekonomické stránce na trhu v ČR

Seznam doporučené literatury:

1. LU, Junwei a Jahangir HOSSAIN, ed. Vehicle-To-Grid: Linking Electric Vehicles to the Smart Grid. V. 79. Stevenage, United Kingdom: Institution of Engineering & Technology, 2015. ISBN 9781849198554.
2. NOEL, Lance, Gerardo ZARAZUA DE RUBENS, Johannes KESTER a Benjamin K. SOVACOOOL. Vehicle-To-Grid: A Sociotechnical Transition Beyond Electric Mobility. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019. ISBN 9783030048631.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Arnošt Klesla, Ph.D., institut ekonomických studií MÚ

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

Datum zadání diplomové práce: **25.01.2021** Termín odevzdání diplomové práce: **13.05.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **19.09.2022**

Ing. Arnošt Klesla, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Mgr. František Hřebík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, 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

KOMÁREK, Mikuláš. *Technologie V2G a její možnost implementace v podmínkách Česka*. Praha: ČVUT 2021. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 29. 04. 2021

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Arnoštovi Kleslovi, Ph.D. za volnost při výběru tématu a následné věcné připomínky. Dík patří i zástupcům společnosti E.ON, kteří mě do problematiky V2G zasvětili. Jmenovitě bych chtěl zmínit Ing. Jakuba Kotta, jenž mi během psaní práce poskytoval potřebné informace. Byl by hřích, pokud bych opomenul podporovatele z řad rodiny, případně mých kamarádů, kteří mi byli oporou a věřili, že úspěšně dokončím toto veledílo. Nechtěl bych konkretizovat, aby se zde mohl každý najít.

Abstrakt

Tato diplomová práce představuje elektromobil jako možný další prvek elektrizační soustavy. Za pomoci technologie V2G lze totiž docílit obousměrného toku elektřiny mezi elektromobilem a nabíjecí stanicí. V teoretické části krom samotného představení technologie V2G a jejího možného využití jsou rozebrány i překážky, jenž brání hromadnému využívání tohoto konceptu v Česku. V budoucnosti se uvažuje o majiteli elektromobilu s V2G jako o potencionální poskytovateli flexibility, jenž bude s agregátorem flexibility nedílnou součástí trhu s elektřinou. Praktická část této práce se, za pomoci studie proveditelnosti, snaží technologii V2G zasadit do prostředí České republiky. Krom vyhodnocení konceptu z pohledu ekonomického, je zde i snaha nastínit celkové směřování této relativně nové technologie.

Klíčová slova

Elektromobilita, technologie V2G, flexibilita, agregátor, studie proveditelnosti

Abstract

This diploma thesis presents an electric car as a possible element of the grid. With the help of V2G technology, it is possible to achieve a two-way flow of electricity between the electric car and the charging station. In the theoretical part, in addition to the very introduction of V2G technology and its possible use, obstacles that prevent the mass use of this concept in the Czech Republic are also analysed. In the future, the owner of a V2G electric car is considered as a potential flexibility provider, which will be an integral part of the electricity market with the flexibility aggregator. The practical part of this work, with the help of a feasibility study, tries to put V2G technology into the environment of the Czech Republic. In addition to evaluating the concept from an economic point of view, there is also an effort to outline the overall direction of this relatively new technology.

Key words

Electromobility, V2G technology, flexibility, aggregator, feasibility study

Obsah

Úvod	5
1 Elektrické automobily	7
1.1 Plug-in elektromobil.....	7
1.2 Technologie nabíjení baterie	7
1.2.1 Bezdrátové nabíjení.....	8
2 Elektromobilita	9
2.1 Elektromobilita ve světě	9
2.2 Elektromobilita v ČR	11
2.2.1 Aktuální stav	11
2.2.2 Budoucí stav	13
3 Vehicle to Grid	19
3.1 Přínosy technologie V2G.....	20
4 Překážky pro používání konceptu V2G	22
4.1 Legislativa.....	22
4.1.1 Trh s elektřinou	22
4.1.2 Výroba a ukládání elektřiny	26
4.1.3 Přenos a distribuce elektřiny.....	26
4.1.4 Agregace	27
4.1.5 Smart grid a microgrid	29
4.1.6 Shrnutí.....	30
4.2 Technologie	30
4.2.1 Přístup k nabíjení	31
4.2.2 Baterie	32
4.2.3 Software	32
5 Implementace technologie V2G v ČR	35
5.1 Studie proveditelnosti.....	35
5.1.1 Úvodní informace	36
5.1.2 Stručné vyhodnocení projektu – manažerský souhrn.....	37
5.1.3 Stručný popis podstaty projektu a jeho etap.....	38

5.1.4	Analýza trhu, odhad poptávky, marketingová strategie a marketingový mix	40
5.1.4.1	PESTLE analýza.....	40
5.1.4.2	SWOT analýza.....	42
5.1.4.3	Marketingová strategie	45
5.1.5	Management projektu a řízení lidských zdrojů.....	46
5.1.6	Technické a technologické aspekty	47
5.1.7	Dopad projektu na životní prostředí.....	48
5.1.8	Zajištění investičního a oběžného majetku	50
5.1.9	Finanční plán a analýza projektu.....	52
5.1.9.1	Výnosnost technologie V2G.....	53
5.1.9.2	Náklady technologie V2G.....	59
5.1.9.3	Shrnutí	60
5.1.10	Hodnocení efektivity a udržitelnosti projektu	60
5.1.11	Analýza citlivosti a řízení rizik	63
5.1.11.1	Analýza citlivosti.....	63
5.1.11.2	Řízení rizik	64
5.1.12	Harmonogram projektu	66
5.1.13	Závěrečné shrnutí hodnocení projektu.....	67
Závěr	.....	71
Seznam použité literatury	.....	74
Seznam obrázků	.....	79
Seznam tabulek	.....	80
Seznam grafů	.....	81
Seznam zkratk	.....	82

Úvod

Trh s elektromobilitou zažívá v posledních letech výrazný růst, což dokládá i zvyšující se prodej samotných elektromobilů. Za jednu z příčin se dá rozhodně považovat sílící tlak na ochranu životního prostředí, kam se řadí i snaha o snižování emisí. V dopravě se to projevuje prosazováním bezemisních vozidel. Do pozice budoucnosti v osobní přepravě byl pasován právě elektromobil. Některé státy mají enviromentální politiku jako prioritu, například dotují nákup elektromobilů v takové míře, že elektrická auta v prodeji překonávají ty se spalovacím motorem. Jiné země, jako je Česká republika, jsou v tomto ohledu konzervativní. Ale i zde, i přes vyšší cenu elektromobilů, zájem spotřebitelů o tento typ pohonu graduje.

Se zvyšujícími počty elektromobilů a celkovým zájmem o tento sektor se rozvíjí i technologie s nimi spojené. Jedna z nich je právě technologie Vehicle to Grid (V2G). Při tomto konceptu elektřina v baterii elektromobilu není použita pouze pro pohon elektrického motoru auta, ale je posílána do elektrizační sítě. Elektromobil tedy funguje jako takový zdroj, lépe řečeno úložiště, elektrické energie, jenž může být dle potřeby použito pro široké spektrum aplikací. V odborných kruzích je tento koncept známý, ale veřejnost se do styku s touto technologií dostává jen sporadicky. Je to hlavně zapříčiněno jejím nepoužíváním v reálném provozu.

Jeden z cílů této práce je právě představit technologii V2G, případně její možné podoby. Poukázat na její nesporné výhody, ale i na nedostatky, na kterých je nutné ještě zapracovat. Energetika je velmi regulované odvětví, zásadní je tedy i vyřešení legislativního rámce, který v aktuálním znění má výrazné nedostatky. Hypotézou práce je předpoklad, že elektromobil s technologií V2G není bez mimořádných legislativních změn schopný reálného provozu na území České republiky. K potvrzení či vyvrácení této hypotézy by měla přispět v praktické části práce studie proveditelnosti. Studie představuje možnou podobu projektu týkající se provozování technologie V2G v ČR. Projekty spjaté s obousměrným tokem elektrické energie z elektromobilu probíhají převážně v zahraničí. Zpracovaná studie proveditelnosti či celá diplomová práce by mohla posloužit jako první krok k uskutečnění projektu na českém území.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Elektrické automobily

Před tím, než se pustím do samotného popisu technologie V2G, je potřeba si aspoň ve stručnosti říct něco obecně o elektromobilitě. Jaké druhy elektromobilů známe, možnosti nabíjení, typy rozhraní nabíjecích stanic, jaké výhody a nevýhody přináší provozování elektromobilu atd.

Elektrická vozidla (electric vehicle – EV) mohou mít mnoho podob. Hlavní kategorie elektromobilů, která nás nejvíce zajímá je plug-in electric vehicle (PEV), neboli automobil, který lze připojit do sítě a díky tomuto nabíjet baterii, která pohání elektromotor. Když se bavíme čistě o elektrických vozidlech bez jiného pohonu, než je elektrický motor, nazýváme je battery electric vehicle (BEV). Mezi elektromobily se řadí i hybridní elektrická vozidla, označována jako plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) nebo čistě hybridní elektrická vozidla (HEV). Hybridních elektrická vozidla jsou poháněna jak elektrickým, tak spalovacím motorem benzínový či naftový. Hybridy s plug-in mají výhodu, že lze nabíjet ze zásuvky oproti HEV kde nabíjení baterie dochází jen při brždění, tzv. rekuperací. Speciální kategorií elektromobilů je fuel-cell electric vehicle (FCEV). Jedná se o elektromobily, kde se jako palivo používá vodík. Je zde využita reakce vodíku s kyslíkem v palivovém článku, ze kterého je následně vyrobena elektřina pro elektromotor. Vodík lze použít i napřímo bez použití elektromotoru, a to jeho přímým spalováním, ale v tomto případě se již nejedná o elektromobil. Do aut s vodíkovým pohonem se vkládají velká očekávání jak veřejnosti, tak z řad odborníků. Automobily na vodíkový pohon jsou tedy další možnou variantou ke klasickým spalovacím benzínovým a dieselovým motorům, ale tato diplomová práce je o elektromobilitě, technologii V2G, a ta se pojí s elektromobily označovány jako PEV. (1, s. 8–10; 2; 3)

1.1 Plug-in elektromobil

Jak již jsem zmínil výše, jedná se o plně elektrická vozidla s možností připojení k síti. Klíčový prvek všech elektromobilů je baterie. Baterie, která dodává elektřinu elektromotoru je mnohem více namáhána než stacionární baterie, která například slouží čistě k uchovávání energie. Je vystavena náročným podmínkám jako je nadměrné vybití, zkrat či vibrace. Krom toho je zde snaha o co nejlepší optimalizaci velikosti a hmotnosti a aby baterie vyhovovala požadavkům automobilu jako je zrychlení, rychlost, brzdná dráha a dojezd. Nejčastější typ baterií, které se používají v elektromobilech jsou lithium-iontové (Li-ion). (1, s. 24)

1.2 Technologie nabíjení baterie

Infrastruktura nabíjecích stanic je zásadní pro provoz elektromobilů. Hlavní komponenty nabíjecí stanice je kontrolní skříň, konektor elektrického vozidla a napájecí kabely. Samozřejmě celá stanice musí být připojena k elektrické síti, pokud není použitý externí zdroj elektrické energie. Zásadní pro rychlost nabití baterie je druh konektoru. Lze nabíjet elektromobil jak stejnosměrným proudem (DC), tak střídavým (AC). Jelikož

baterií v elektromobilu může ve finále proudit jen DC, při použití nabíjení AC musí být v obvodu i usměrňovač, který přemění střídavý elektrický proud na proud stejnosměrný. (1, s. 34–38)

Zásadní pro rychlost nabíjení je výkon nabíječky. Pokud nabíjíme střídavým proudem je nutné počítat s výkonem, který uvádí palubní nabíječka auta, která usměrňuje proud na stejnosměrný. Výkony se mohou pohybovat od 3,6 kW do 22 kW, s tím, že nejčastější modely mají výkon palubní nabíječky 7,2 nebo 11 kW. Výkon stejnosměrných nabíjecích stanic není limitován dalším prvkem v obvodu, proto můžeme počítat rovnou s výkonem, kterým disponuje samotná nabíjecí stanice. Jsou označovány jako rychlonabíjecí stanice nejčastěji s výkonem 50 kW anebo ultrarychlé stanice s výkonem až 350 kW. Nesmíme samozřejmě zapomínat ani na nabíjení pomocí klasické zásuvky. K jednofázové zásuvce o napětí 230 V lze připojit nabíječku o mnohem nižším výkonu, a to v řádech jednotek kW. Většina rodinných domů již disponuje 400 V třífázovou zásuvkou, z které lze dosáhnout po připojení nabíjecího kabelu i výkon o hodnotě 11 kW. Je také nutné si dát pozor s jakými proudy může pracovat domácí jistič. Pro domácí nabíjení je možné nainstalovat zařízení, tzv. wallbox, který je schopný poskytnout výkon i 22 kW. (4)

1.2.1 Bezdrátové nabíjení

Jedná se o indukční přenos energie. Tato technologie umožňuje nabíjet vozidlo bezkontaktním způsobem, jak při pohybu, tak při stání. Pokud by nabíjecí technologie byla umístěna na trase automobilu, lze tím prodloužit dojezd automobilu, aniž by se musel trávit čas zastavováním u dobíjecí stanice. Častější variantou je ale zabudovaná bezdrátové nabíječky na parkovací místo. U tohoto typu nabíjení odpadá nutnost manipulace s kabely a možné problémy s tím spojené. Nevýhodou je ale samotná technologie. Využívá se vysokofrekvenční magnetické pole mezi cívkami na nabíjecí a nabíjenou stranou. Jelikož je mezi cívkami vzduchová mezera, může dojít k úniku toku, což přináší určitá zdravotní rizika. Účinnost a rychlost nabíjení je u bezdrátových nabíječek navíc nižší než u kabelových. Pořizovací cena ji také nehraje do karet.

2 Elektromobilita

Obecně použití elektromobilu přináší ve srovnání s automobilem se spalovacím motorem výhodu v provozních nákladech, ať už se bavíme o ceně za palivo nebo servis, který je u elektromobilu minimální. Na druhou stranu pořizovací cena elektromobilu je mnohem vyšší, je to dáno hlavně cenou za baterii a souvisejícími technologiemi. Pořizovací cena PEV je vyšší v průměru o 5 000–8 000 USD než klasického automobilu. Cenu elektromobilu je stále tlačena dolů, a to hlavně díky poklesu cen baterií, mezi roky 1999 až 2012 klesla cena Li-ion baterií na jednu čtvrtinu původní ceny. (1) V roce 2019 dokonce průměrná cena za baterii byla 156 USD za 1 kWh kapacity baterie. V roce 2024 se očekává, že náklady za baterii se dostanou pod 100 USD/kWh.

Kapacita baterie elektromobilů se velmi liší, pohybuje se v desítkách kWh. Akumulátor elektromobilu Tesla Model 3 má 50–75 kWh, Nissan Leaf nebo BMW i3 mají kapacitu 40 kWh respektive 42,2 kWh. (5; 6; 7)

Může se zdát, že pro automobilky je jedno, jaký automobil prodají, jestli se spalovacím nebo elektrickým motorem. Opak je ale pravdou. Krom možného vlastního přesvědčení, že elektromobilita je například ekologičtější, tak je to hlavně tlak regulačních subjektů. Množství oxidu uhličitého na kilometr přijatá Evropským parlamentem a Evropskou radou aktuálně stanovuje hodnotu 95 g CO₂/km. Jedná se o průměrnou hodnotu, kterou musí splnit automobilky. Pokud se tak nestane, tak nastává penalizace, a to za každý gram navíc. Automobilky se tedy snaží prodat co nejvíce elektromobilů. U některých společností dokonce může být prodej elektromobilu ztrátový. Jeho prodejem se ale vytvoří rezerva v hodnotách oxidu uhličitého a následně je možné prodat automobil se silnějším, více emisním spalovacím motorem, na kterém je větší marže. (8)

2.1 Elektromobilita ve světě

Na papíře sice může být pořizovací cena elektromobilu výrazně vyšší oproti stejnému modelu benzínového auta, ve skutečnosti to ale může být naopak. Jedná se totiž o segment, který je výrazně dotován a protlačován ze strany státního aparátu. Pravidla pro podporu nejsou sjednocena, proto si budoucí majitel musí zjistit jaká zvýhodnění pro něj konkrétně platí.

V Evropě má politiku podpory elektromobility nastavenou každý stát trochu jinak. Přehled pobídek na nákup a daňové zvýhodnění jednotlivých evropských států zpracovala asociace za rok 2020 zpracovala Evropská asociace výrobců automobilů (ACEA).

Ani Spojené státy americké s podporou elektromobility nezaostávají. Pobídky se zde různí stát od státu, ale existují i celonárodní programy. Legislativní pobídky zahrnují opatření jako možnost využití jízdních pruhů s vysokou obsazeností, finanční pobídky na nákup elektromobilů nebo nabíjecí stanic, výjimky na prohlídky vozidel, zkoušek emisí, zvýhodněné parkování, výhodnější tarify elektřiny jako levnější nabíjení mimo špičku. Co se týká slev na dani v USA, tak federální sleva na dani se určuje dle modelu elektromobilu, může dosáhnout úrovně až 7 500 USD, ale je zde limit 200 000 prodaných kusů z jedné automobilky, což již společnosti Tesla a General Motors překonali.

Stát Colorado například nabízí slevu na dani ve výši 4 000 USD. Objevují se zde ale i zvláštní registrační poplatky pro BEV a PHEV. Velikost ročních poplatků se pohybuje mezi 50–200 USD. (9)

Tabulka 1 Pobídky států pro majitele elektromobilů v roce 2020 (vlastní zpracování dle (10; 9))

Země	Pobídka
Rakousko	Odpočet DPH, osvobození od daně u automobilů s nulovými emisemi; bonus na nákup BEV 3 000 EUR, PHEV 1 250 EUR
Belgie	Osvobození od registrační daně, minimální sazba pro vozidla s nulovými emisemi
Chorvatsko	Osvobození od spotřební daně a ekologické daně z elektrických vozidel; BEV 9 200 EUR, PHEV 4 600 EUR
Německo	Snížené DPH z 19 % na 16 %, snížení základu daně z ceny, bonus na nákup dle ceny BEV 7 500–9 000 EUR, PHEV 5 625–6 750 EUR
Dánsko	Snížení registrační daně, odpočet zdanitelného osobního příjmu
Estonsko	Bonus na nákup BEV 5 000 EUR
Francie	Osvobození od daně založené na CO ₂ , bonus na nákup nízkoemisních vozidel dle ceny vozidel, domácnosti 3 000–7 000 EUR, právnické osoby 3 000–5 000 EUR, možnost šrotovného až 5 000 EUR
Finsko	Minimální sazba pro vozidla s nulovými emisemi, pobídka na nákup nebo pronájem BEV pro domácnost 2 000 EUR
Itálie	Daňová výjimka pro elektrická vozidla na pět let, následně snížení o 75 %, Bonus 2 500–6 000 EUR dle emisí vozidla
Polsko	Pobídka pro fyzické osoby na BEV 37 500 PLN (8 200 EUR)
Nizozemsko	Osvobození od registrační daně
Norsko	Osvobození od DPH a daně z nákupu může představovat až 50 % nákladů
Švédsko	Snížená roční silniční daň, bonus na BEV 60 000 SEK (6 000 EUR) a na PHEV 10 000 SEK (1 000 EUR)
UK	Výjimka pro vozidla s nulovými emisemi, bonus na BEV až 3 000 GBP
Slovensko	Daňové výjimky pro BEV, pobídka pro BEV 8 000 EUR a PHEV 5 000 PHEV.
Řecko	Daňové výjimky pro BEV, cashback z ceny BEV (15 %, do 5 500 EUR), za BEV taxíky (25 %, do 8 000 EUR), možnost šrotovného 1 000 EUR, u taxi 2 500 EUR
USA	Federální sleva na dani až 7 500 USD, další pobídky v závislosti na státu

Příklady jednotlivých zemí a zvýhodnění jsou uvedeny v tabulce 1, z které jednoznačně plyne, jak jsou pobídky států rozdílné napříč celou Evropou. Je nutné připomenout, že ve výčtu jsou uvedeny státy, kde nějaká státní podpora existuje. Jsou i státy jako například Litva, kde pobídky ze strany státu na pořízení elektromobilu nejsou. Pobídky

států se dají rozdělit do několika kategorií, jedná se o přímou podporu, kdy je nabízen jednorázový finanční bonus nebo sleva při nákupu, dále to může být pobídka v podobě osvobození od daní. Často se také využívá soubor možností jako nenutnost emisních testů, parkování zdarma, snížení licenčních poplatků, možnost využívat pruhů s vysokou obsazeností (v automobilu dva a více lidí), nabíjení zdarma nebo příspěvek na domácí nabíječku. Těmito vstřícnými kroky určené pro uživatele elektromobilu se státy snaží podpořit prodej a dostat na trh více automobilů s elektrickým pohonem. Krom podpory nákupu elektromobilů, se také nesmí zapomínat na pobídky na výstavbu nebo nákup nabíjecích bodů. (1, s. 58; 10; 9)

Jedním z největších hybatelů elektromobility je Norsko, díky velkým zvýhodněním od státu a vůli kupovat obyvateli elektromobily je jedničkou nejenom v Evropě, ale také na světě v procentuálním zastoupením elektromobilů na trhu. BEVs drží přes 54 % trhu, hybridní automobily využívá pětina provozovatelů vozidel, což pro elektromobily znamená celkově 74,8 % automobilového trhu. V Norsku vévodí značka Tesla, konkrétně Model 3. (11) U společnosti Tesla nelze koupit jiné než vozidlo než elektromobil, takže přímé srovnání lze s tímto modelem nelze. To se ale nedá říct o společnosti Volkswagen, který nabízí stejné modely, jak se spalovacím, tak s elektromotorem. I vlnkovou loď této automobilky, model Golf, lze v Norsku s elektromotorem pořídit levněji než se spalovacím motorem. Za Volkswagen e-golf zaplatíte o 800 EUR méně. Když se k tomu ještě přičtou nižší náklady na provoz a další zvýhodnění, nelze se divit, že obyvatelé Norska sáhnou raději k této variantě. (12)

2.2 Elektromobilita v ČR

Hlavní cíl této práce je zmapování, implementace technologie V2G do prostředí České republiky. Pro možnost popsání tohoto rozšíření u elektrických aut je nutné si říct pár slov o elektromobilitě v České republice a kde se bude nacházet za pár let.

2.2.1 Aktuální stav

Česká republika v podpoře elektromobility výrazně zaostává, což se následně projevuje na počtu prodaných vozů. Celkový počet čistě elektrických vozů (BEV) prodaných v Česku v roce 2020 byl 3 262 kusů. (13) Pokud do výčtu elektroaut započítáme i PHEV dostáváme se na podíl 2,6 % ze všech registrovaných aut. Oproti předchozím letům, kdy se jednalo o desetiny procenta, tak se rok 2020 z pohledu elektromobility dá považovat za úspěšný. 50 % procent trhu si ukrojila automobilka Škoda Auto, a to díky, již nevyráběnému modelu, Citigo-e iV a novému modelu Enyaq iV, který šel do prodeje až na konci roku. (14)

V roce 2015 byl na základě směrnice 2014/94/EU schválen Národní akční plán čisté mobility (NAP CM). Evropská směrnice ukládala členským státům vytvořit svůj národní rámec politiky na podporu rozvoje alternativních paliv v dopravě. Tímto krokem mělo být docíleno vytvoření prostředí pro možnost uplatnění vybraných alternativních paliv a pohonů v dopravním sektoru. (15) Podle NAP CM mělo být v roce 2020 mělo být v Česku v provozu 6 tis. BEV a 11 tis. PHEV. Ze statistik Centra dopravního výzkumu

(CDV) plyne, že k březnu 2019 bylo registrováno pouze 3 373 bateriových elektrických vozidel. Díky silnějšímu roku 2020 z pohledu prodaných kusů elektromobilů se dostáváme na hranici 6 000. Růst trhu s PHEV není tak výrazný, jak se předpokládalo. Příčina může být v omezené nabídce hybridních vozidel nebo zaměření se dotačních programů na čistě elektrická auta.

Je zde i snaha používání elektrických vozů v městské hromadné dopravě, jejich počet je ale zatím marginální oproti klasickým autobusům, počty jsou v řádech desítek. V městském prostředí ale hovoříme o velkém potenciálu využití autobusů poháněných elektřinou, jelikož zde odpadá nutnost cestovat na dlouhé vzdálenosti a díky kvalitní energetické infrastruktuře by uvedení provozu nemuselo přinést takové komplikace. (16, s. 20)

Nutností pro provoz elektromobilů je dobíjecí infrastruktura. Podle NAP CM mělo být v roce 2020 v provozu 1300 dobíjecích bodů a z toho 500 rychlodobíjecích. Za nabíjecí bod se považuje rozhraní, kde je možno nabíjet v jeden okamžik jedno vozidlo. Dobíjecí stanice je soubor dobíjecích bodů. Oficiální statistiky dobíjecích bodů se neshodují s neoficiálními statistikami. Podle MPO bylo ke dni 30. 3. 2019 celkem 238 dobíjecích stanic s počtem 492 dobíjecích bodů, dle EAFO (European Alternative Fuels Observatory) bylo k lednu 2019 v Česku dokonce 820 dobíjecích bodů. Ani jedna z hodnot, ale nedosahuje plánovaného počtu nabíjecích bodů dle NAP CM.

Hlavními hráči na poli budování dobíjecích stanic jsou v Česku energetické společnosti jako ČEZ, PRE, E.ON. Je to dáno hlavně tím, že mají jako distribuční společnosti ve správě provoz elektrizační soustavy, která je nezbytná pro připojení dobíjecích stanic. S tímto ale souvisí i nedostatečný ucelený informační systém, který by poskytoval komplexní přehled dobíjecích stanic. Jednotlivé společnosti na svých stránkách uvádějí pouze vlastní dobíjecí body. Tento problém se aspoň částečně snaží řešit provozovatelé mapových portálů, na kterých najdeme infrastrukturu nabíjecích stanic napříč společnostmi. Chybí zde záruka, že se jedná o přehled skutečně všech veřejných stanic.

Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) má v plánu zprovoznit informační systém týkající se dobíjecích stanic. Zajištění jak statistických dat, což by znamenalo polohu a podmínky užívání, tak i dat dynamických, která by měla informovat o obsazenosti daného dobíjecího bodu. Tento projekt by měl být realizován do konce roku 2021.

Celkově se dá říct, že nedochází v oblasti elektromobility k plnění NAP CM v plném rozsahu, jedná se jen o dílčí úspěchy. Povedlo se zrealizovat zavedení investiční podpory na budování veřejných dobíjecí infrastruktury. V tomto dotačním programu by mělo být alokováno 1,2 mld. Kč. Jeho spuštění se ale potýkalo s problémy, a to znamenalo téměř roční zpoždění, což posouvá cíl 1300 dobíjecích bodů až na rok 2021–2022. (16, s. 21–23)

Cena za nabíjení elektromobilu se velmi liší, jestli využíváme domácího nabíjení nebo veřejné nabíjecí stanice. V České republice se průměrná cena bez použití speciálních tarifů pohybuje kolem 4,8 Kč/kWh, většina poskytovatelů elektrické energie však nabízí zvýhodněné tarify pro nabíjení elektromobilů. Cena za kWh se v nízkém tarifu dostává na polovinu, navíc tento tarif během tohoto časového okamžiku může využívat celá

domácnost. U veřejných stanic záleží, pokud je zákazník registrovaný či nikoliv. Cena ale může přesáhnout i 10 korunovou hranici za kWh.

Pokud se podíváme, jak vypadají pobídky ze strany státu, tak dojdeme k závěru, že zvýhodnění nejsou výrazná. V České republice lze elektromobil přihlásit s registrační značkou začínající písmeny „EL“, díky ní jste osvobozeni od placení dálniční známky. Krom toho v Praze lze parkovat zdarma. Další výhodou je neplacení silniční daně, ale tato daň se v ČR odvádí jen tehdy pokud využíváte automobil pro podnikání. Podnikatelé a úřady mohly požádat o dotaci při nákupu elektromobilů až do výše 75 % ceny, v roce 2020 to bylo už jen 40 %, v roce 2021 byla dotační výzva zrušena z důvodů pandemie. Je tedy patrné, že pobídky na nákup elektromobilů jsou v České republice. (17; 18)

Ve znění Národního akčního plánu čisté mobility z roku 2015 není nijak zmíněná technologie V2G nebo jiné její podoby. Není tedy i nijak podporována ze strany státu. Jeli-kož se ale jedná o relativně nový směr, kterým by se mohla elektromobilita ubírat, jeho absence není takovým překvapením.

2.2.2 Budoucí stav

Kam bude elektromobilita směřovat nebo spíše pohled státu na toto odvětví se dá usuzovat z aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility, která byla zpracována v roce 2019 a schválena vládou 27. dubna 2020. Aktualizace plánu byla nezbytná, jelikož došlo ke schválení tzv. Pařížské dohody o změně klimatu. Signatáři této dohody, ke kterým se řadí i Česká republika se zavázali ke snížení nárůstu globální průměrné teploty, a to udržet teplotu pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí. Tato dohoda znamená spoustu dílčích kroků, které je potřeba splnit k naplnění tohoto cíle. Evropská unie považuje splnění tohoto závazku za nutnost a snaží se nastavovat ještě smělejší cíle v oblasti snížení uhlíkové stopy. Proto Evropská komise přijala řadu strategických dokumentů, jako zásadní můžeme považovat sdělení Komise „Evropská strategie pro nízkoemisní dopravu“, „Širší využívání alternativních paliv – Akční plán pro zavádění infrastruktury pro alternativní paliva podle čl. 10 odst. 6 směrnice 2014/94/EU“ a „Čistá planeta pro všechny: Evropská dlouhodobá vize prosperující, moderní, konkurenceschopné a klimaticky neutrální ekonomiky“. Některá sdělení jsou krátkodobějšího rázu, jiná obsahují dlouhodobou strategii EU týkající se klimatické neutrality a dekarbonizace. Snížení emisí se dotýká i osobních automobilů, a to v nastavení emisních norem pro lehká užitková vozidla (2019/631) a nově i těžká vozidla (2019/631) ve znění nařízení platné od roku 2020. Je to také směrnice 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel. Další sdělení Evropské komise z roku 2019, tzv. European Green Deal, což je komplexní dokument, který popisuje politiky a opatření díky nimž se dosáhne Evropská unie klimatické neutrality do roku 2050. (15)

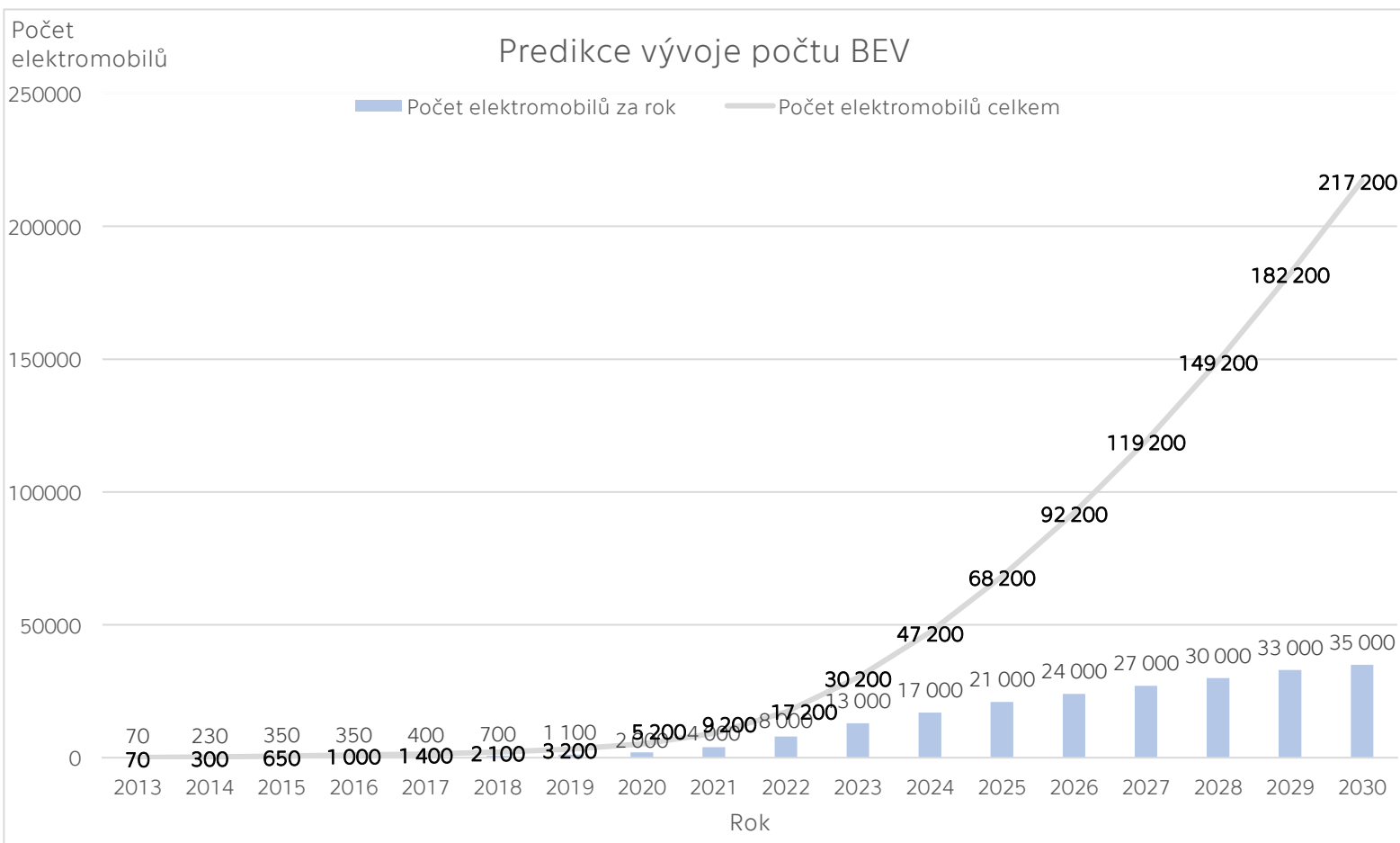
Některé dohody a směrnice se již promítly do Národního akčního plánu čisté mobility z roku 2015, ale jak je nejenom vidět z rétoriky Evropské unie, ale i z přijatých nařízení, tlak na ochranu životního prostředí je enormní. Česká republika byla nucena na základě nařízení Evropské parlamentu a Rady 2018/1999 o správě energetické unie

zpracovat Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu. V platnost vstoupil schválením vlády na začátku roku 2020. Obsahem jsou cíle a politiky ve všech pěti rozměrech energetické unie na období 2021–2030 s výhledem do roku 2050. Z výše zmíněných okolností bylo nutností aktualizovat NAP CM, který byl vládou schválen v dubnu 2020. (15, s. 5–6)

Sektor dopravy je ČR druhým největším zdrojem emisních skleníkových plynů a v rámci dopravy je individuální automobilová doprava největším producentem emisí CO₂. Navíc v souvislosti s dopravou mluvíme o velkém zdroji znečišťujících látek jako jsou pevné částice a NO₂. Z těchto poznatků plyne, že je nutností zaměřit se na tento sektor, a to způsobem podpory nízkoemisních dopravních prostředků.

Strategie čisté mobility nespočívá pouze v nákupu elektromobilů nebo jiných nízkoemisních vozidel. Je zde spousta výzkumných témat, kterým je potřeba se věnovat a náležitě je profinancovat, ať už je to rozvoj inteligentních sítí – smart grids, případně zaměření se jednotlivé prvky elektromobilu jako je baterie. K tomuto účelu existuje dotační program DOPRAVA 2020+, který si klade za cíl podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy. Na evropském poli se těmito tématům věnuje Horizon Europe, který navazuje na již existující Horizon 2020. Finanční podpora elektromobility je zásadní a v blízké budoucnosti nic nenaznačuje tomu, že by měla upadat, spíše naopak. Evropské fondy financují operační programy, které jsou připraveny podpořit jak nákupy vozidel na alternativní paliva, tak na budování infrastruktury. Financování může probíhat také přes Nástroj pro propojení Evropy (CEF – Connection Europe Facility). Nové nařízení CEF II počítá s výraznou podporou infrastruktury pro alternativní paliva. V přípravě je také modernizační fond, který vychází ze směrnice s povolenkami za období 2021–2030 s alokací okolo 120 mld. Kč, zaměření se ještě diskutuje, ale mělo by se to týkat nákup nízkoemisních vozidel. Krom přímé finanční podpory se začíná uvažovat o zpoplatnění a zdanění vozidel, což by byl samozřejmě další výrazný krok k podpoře prodeje elektromobilů. (15, s. 6–8)

Co se týká počtu elektromobilů a dobíjecích stanic figurující v NAP CM, tak rozptyl je výrazný. V roce 2030 by počet elektromobilů v České republice měl být 220 000–500 000 a dobíjecích stanic by se měl pohybovat mezi 19 000–35 000. Cílem čisté mobility by se mělo být snižování spotřeby energie, emisí oxidu uhličitého a zdraví škodlivých látek. Pokud se podíváme na to, co uvádí NAP SG (Národní akční plán pro chytré sítě), tak rozptyl u osobních elektromobilů je ještě výraznější. Hodnoty se pohybují u nízkého scénáře u hodnoty 74 000 kusů a počet u vysokého scénáře se dostává až k 800 000 elektromobilů. Predikci zpracoval i Svaz dovozců vozidel, který se u BEV dostal na úroveň 217 200 v roce 2030, což by představovalo cca 3 % vozového parku a při počtu 35 000 registrovaných BEV by to znamenalo v roce 2030 až 15 % všech ročních registrací. Tato hodnota odpovídá se shoduje se středním scénářem u NAP SG. Nákup nových automobilů je ze tří čtvrtin realizován podnikateli, u elektromobilů je tento trend dokonce ještě výraznější, uvádí se hodnota 95 %. Tento stav se pravděpodobně nebude výrazně měnit ani v budoucnosti.



Graf 1 Predikce vývoje počtu elektromobilů (vlastní zpracování dle (15))

V NAP CM je věnován prostor i autobusové dopravě. Nákup autobusů se většinou řeší přes veřejné zakázky a je zde tedy možnost uplatit různé podmínky ve prospěch čisté mobility. Nastavení dotační politiky jak pro autobusy, tak pro budování infrastruktury, přijmutí legislativních i nelegislativních kroků týkající se podpory nízkoemisních dopravních prostředků bude pro tento segment zásadní. Pokud neuvažujeme trolejbusy,

tak počet elektrických autobusů v Česku v roce 2030 by se měl pohybovat na hodnotách 800 až 1200 kusů. (15, s. 17)

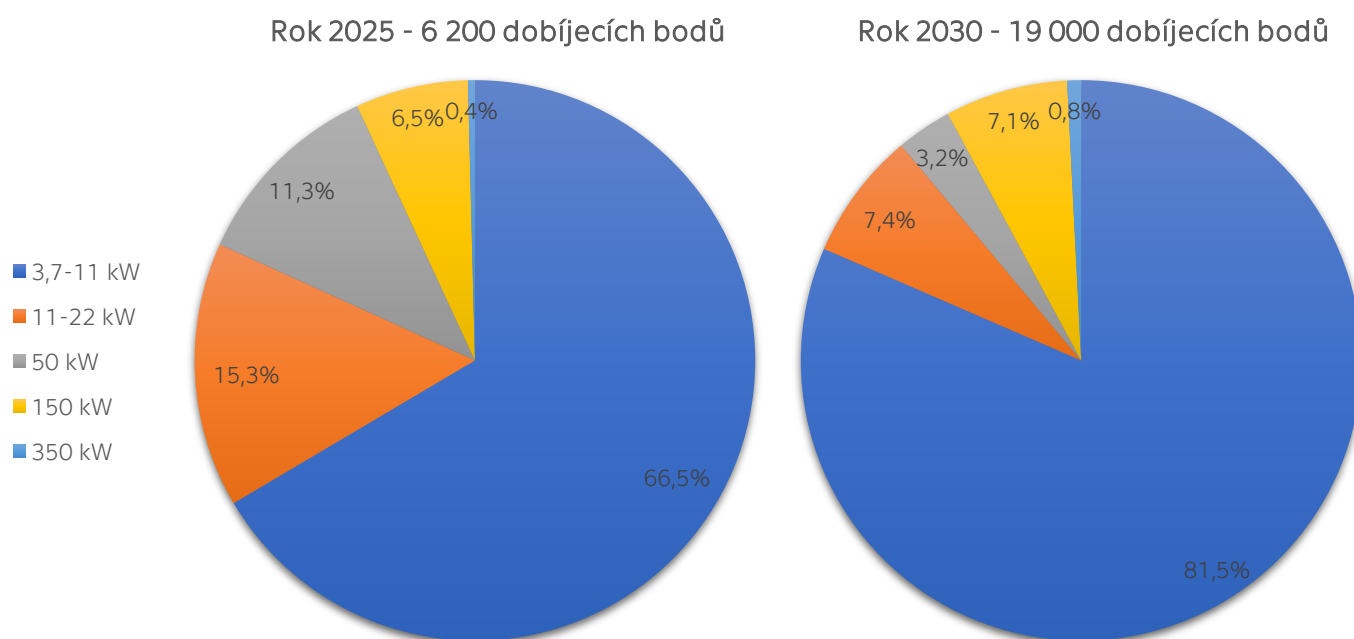
Co se týče zavádění elektromobility v nákladní dopravě je potřeba brát v potaz nedostatky po technické i technologické stránce. Legislativa EU tlačí na snižování oxidu uhličitého i v nákladní silniční dopravě, ale je potřeba udělat ještě dost zásadních kroků, aby mohlo dojít k zavedení elektricky poháněných nákladních automobilů. Je nutné vybudovat dobíjecí infrastrukturu. Pro tento typ vozidel budou muset být instalována ultrarychlé dobíjecí body o výkonech stovek kW. Spíše, než o kamionové dopravě se prvně klade důraz na menší nákladní vozidla působící ve městech, které neabsolvují tolik kilometrů. Pro dálkovou dopravu je zajímavý koncept eHighway, u kterého se využívá dynamického dobíjení. Elektrifikovaná komunikace s kombinací hybridního pohonu nákladního vozidla je trend, na jehož základech vznikají již pilotní projekty. (15, s. 17)

V roce 2030 by mělo být dle NAP SG k dispozici 6 500–60 000 dobíjecích stanic v ČR. Předpokládá se jak s rozvojem spolupráce u provozovatelů veřejných dobíjecích a oddělování role provozovatele dobíjecích stanic a poskytovatelů služby dobíjení. Další variantou dobíjecích bodů či stanic je provozování soukromým subjektem, umístění například ve firmách a domácnostech bude čím dál tím častější. Počítá se i s možností poloveřejných dobíjecích míst, tento typ stanic není ještě legislativně definován, ale mělo by jít o stanice s vymezeným přístupem. S přibýváním infrastruktury pro elektromobily je potřeba počítat i s rozvojem distribuční sítě. U dobíjecích bodů je ještě složitější definovat jejich přesný počet, vstupuje do toho ještě více faktorů než u samotného prodeje elektromobilů. Samozřejmě počet dobíjecích stanic půjde v ruce s počtem elektromobilů na silnicích.

O něco lepší indikátor, než je počet dobíjecích stanic, lze považovat jejich celkový výkon neboli objem dodané elektřiny. Výhodou tohoto parametru je flexibilnější reakce na technologický vývoj a možnost rozvíjet infrastrukturu jen s větším smyslem a nejenom se fixovat na počet stanic daného typu. Spotřeba u nízkého scénáře by roční dodávka elektřina měla být v rozsahu 1 000–1 500 GWh, vysoký scénář by měl být v rozmezí 2 000–3 000 GWh, obě hodnoty udávané na rok 2030.

Počet dobíjecích bodů je odvozen v NAP CM podle scénářů počtu elektromobilů, je zde uvedeno i procentuální rozdělení dobíjecí infrastruktury dle výkonu dobíjecího bodu. Při dolní hranici představuje počtu elektromobilů okolo 220 000 se počítá s 19 000 veřejnými dobíjecími body, u horní hranice 500 000 vozidel je to pak 35 000 dobíjecích bodů v roce 2030. Jako nejčastějšími nabíječkami se počítá s nejmenším výkonem 3,7–11 kW, které by měli být zastoupeny více než 80 %. Následují výkony 11–22 kW okolo 8 %. Nabíjecí body DC 50 kW jsou většinou typu multistandard, to znamená, že jsou vybaveny i AC dobíjecím bodem. Procentuální zastoupení DC 50 kW bude ale klesat z důvodů nahrazování vyšším výkonem a bude se pohybovat pouze okolo 3 %. Právě výkonnější DC nabíjecí body s 150 kW se budou objevovat čím dál tím častěji, jejich zastoupení by se mělo v roce 2030 pohybovat okolo 7 %. V plánu je i instalace nabíjecích stanic možných disponovat 350 kW, půjde zatím o marginální část do jednoho procenta ze všech instalovaných dobíjecích bodů. Důležité je rozmístění těchto

dobíjecích stanic, umístění na dálničních odpočívkách případně vytvoření dobíjecích hubů. (15, s. 14, 18–20)



Graf 2 Veřejná nabíjecí infrastruktura rozdělena dle výkonů (vlastní zpracování dle (15, s. 19))

Graf 2 představuje procentuální zastoupení veřejné nabíjecí infrastruktury dle výkonů jednotlivých dobíjecích bodů. Tyto hodnoty jsou představeny v NAP CM při scénáři 220 000 vozidel v roce 2030. Znamenalo by to 6 200 respektive 19 000 dobíjecích bodů v roce 2030. Druhý uvedený scénář v NAP CM počítá s 500 000 vozidly, procentuální rozdělení dobíjecích stanic je podobné. V budoucnu budou nejvíce zastoupeny dobíjecí stanice o výkonu 3,7–11 kW. Konkrétně v roce 2025 66,5 % a 81,5 % v roce 2030. Podíl dobíjecích stanic DC 50 kW bude klesat, jelikož budou nahrazovány výkonnějšími jako 150 kW.

Velký rozptyl v predikcích počtu elektromobilů či dobíjecích stanic je dán hlavně nevyzpytatelností elektromobilového průmyslu a množstvím špatně předvídatelných proměnných. Čeho si jsou ale všechny zúčastněné strany vědomi, je velký potenciál tohoto odvětví. I při nízkém scénáři, z pohledu elektromobility pesimistickém, počet okolo 250 000 elektromobilů v provozu v roce 2030 by například splnil požadavek na příspěvek elektřiny z OZE v dopravě. Dle analýzy, která je součástí Vnitrostátního plánu v ČR je předpokládán příspěvek elektřiny z OZE v dopravě na úrovni 0,8 %.

Pro splnění závazků, s kterými Česká republika souhlasila, jako je podpora snižování emisí oxidu uhličitého, je nutnost v sektoru dopravy udělat co nejlepší podmínky pro koupi a provoz nízkoemisních prostředků, kam se elektromobilita bezesporu řadí. Není to ale jen o vytvoření prostředí pro kupující stranu, státní aparát se musí zaměřit i na stranu prodeje neboli automobilky. Ty jsou sice nuceny plnit emisní limity a s tím spjatý prodej elektromobilů, ale není stanoveno, na jakém trhu se musí elektromobil prodat.

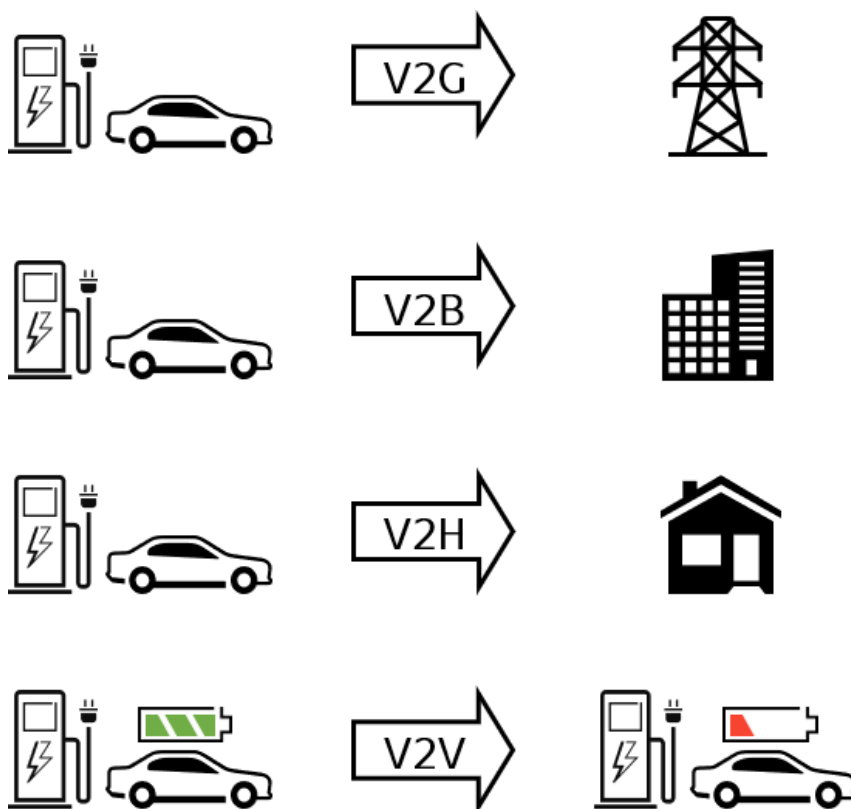
Zvyšující roli bude hrát i sekundární trh s elektromobily, tj. trh s ojetými vozidly. Snížená cena, ale stále dobrý stav součástí elektromobilu jako je akumulátor, může tento trh přivést k vozidlům s alternativním pohonem nové uživatele. Za zásadní efekty plynoucí z nastavených cílů v NAP CM se považuje splnění závazků definovaných ve Vnitrostátním plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu. ČR by se měla snažit srovnat krok s ostatními státy EU v sektoru elektromobility. Podpora navazujících odvětví, vývoje, výzkumu a vzdělávání, inovací a moderních technologií v oblasti elektromobility, snižování znečištění, hluku a dalších negativních vlivů, které pramení ze silniční dopravy. U veřejné dopravy je to především zvyšování kvality a enviromentálních parametrů vozidel. (15, s. 15–16)

Co se týče technologie V2G v České republice, tak žádné konkrétní plány na rozvoj této technologie zatím představeny nebyly. Určitý posun ale byl zaznamenán. V aktualizovaném NAP CM je tento koncept zmíněn, konkrétně V2H a V2G. Nejedná se, ale o žádnou hlubší analýzu, je to pouze jeden z bodů v části dokumentu, který se věnuje výzkumu a vývoje v oblasti elektromobility. Způsob, jak přistoupit k dané technologii, ale v tomto dokumentu chybí. Cílí se na podporu za pomoci resortních, operačních a dalších programů, s tím související spolupráce na mezinárodním poli. V zahraničních je podpora této technologie o něco lepší, ale je to dáno hlavně tím, že projekty na toto téma tam vznikají. V těchto projektech je zásadní kooperace soukromých subjektů při využití finanční pomoci státu.

3 Vehicle to Grid

Technologie Vehicle to Grid, zkráceně V2G, je způsob přenosu elektrické energie v segmentu elektromobility. V2G volně přeloženo do češtiny je „z vozidla do sítě“. Sít se v tomto kontextu považuje elektrická síť a jako vozidlo se myslí automobil poháněn elektrickou energií neboli elektromobil. Častěji se v oblasti elektromobility setkáváme s pojmem G2V. I když tato konkrétní zkratka nemusí být pro veřejnost známá, po rozklíčování, že Grid to Vehicle není nic jiného než konvenční nabíjení elektromobilu z dobíjecí stanice, lze si již pod tím již představit více. Z tohoto zjištění tedy plyne, že pokud automobil, a zároveň dobíjecí stanice, disponuje technologií V2G je zde možnost krom klasického nabíjení auta ze sítě, také posílat elektrickou energii z baterie elektromobilu do elektrické sítě. Lze tedy považovat tento typ elektromobilu za takové pojízdné bateriové úložiště elektrické energie.

Připojení do elektrické sítě není jediná možnost, s čím může elektromobil komunikovat a posílat tam elektrickou energii. Místo „G“ lze dosadit písmena jako „B“ (building), „H“ (home) nebo „V“ (vehicle). Technologie V2B, V2H a V2V nám otevírají další možnosti, kde a jak uplatnit elektromobil. Obrázek 1 názorně představuje možnosti propojení a následné odebírání elektrické energie z baterie vozidla. (1, s. 225)



Obrázek 1 Možné technologie Vehicle-to-X (vlastní zpracování dle (1))

Odběr elektrické energie ze sítě je přirozený proces jak pro odběratele, tak pro subjekty, které stojí na druhé straně jako je provozovatel přenosové soustavy, distributor či obchodník s elektřinou. Posílání elektřiny do sítě je o něco komplikovanější, a proto

musí být vzájemná kooperace ještě intenzivnější než při odběru. Je potřeba udržovat zvýšenou komunikaci odběrného a předávacího místa s místním systémem řízení energie. (1, s. 225)

Samotná technologie V2G má velký potenciál. Na jedné straně je přínosná pro majitele automobilu, na druhé straně přináší výhody například pro provozovatele sítě. Čím více elektromobilů a nabíjecích stanic bude schopno obousměrného toku elektřiny, tím bude větší možná kapacita elektrické energie, což pro elektrickou síť, jako celek, je výhoda. Tato pojízdná baterii se dá využít pro spousty aplikací, využít jako vyrovnání zatížení, regulaci nebo jako výkonová záloha. Každý subjekt na trhu s elektřinou si v technologii V2G může najít to svoje. Možnosti využití budou detailněji rozebrány v dalších kapitolách. Pokud se podíváme na stranu majitelů elektromobilů tak ten hlavní efekt je v možnosti finančního příjmu, jenž sníží celkové náklady na provoz automobilu. Baterii lze nabít při nízkých sazbách v nočních hodinách a následně poslat elektrickou energii do sítě během špičkového zatížení, kdy je výkupní cena vyšší. (1, s. 226; 19, s. 13)

3.1 Přínosy technologie V2G

Jelikož technologie V2G je dodatečná funkce k elektromobilu, obecné výhody pro elektromobil platí tedy i pro vozidla využívající V2G. Výhody u klasických elektromobilů jsou hlavně na straně spotřebitele. U technologie V2G lze najít přínos i pro druhou stranu. Hlavní výhoda při využívání konceptu V2G spočívá v možnosti snížit náklady na provoz elektromobilu. Pokud automobil využívá technologii V2G nebo V2H, může načerpanou energii poslat zpět do sítě případně do domu. Pokud si vezmeme příklad s využitím nízkého tarifu. Lze automobil využít jako externí akumulátor a při vysokém tarifu, to znamená přes den, načerpat elektřinu ze sítě, ale z automobilu, který máme v garáži. Pokud by se jednalo do posílání elektrické energie do sítě. Záleží, jaké podmínky by byly nastaveny mezi majitelem elektromobilu a subjektem na druhé straně. Může být nastavena varianta cena výkupu za kWh nebo jiné zvýhodnění. Toto záleží jen na dohodnutých podmínkách. Rozhodně je to pro uživatele elektromobilu přidaná hodnota ke klasickému provozu bez možnosti V2G. (20, s. 33–59)

Toto je výhoda pro majitele elektromobilu. Jaké benefity ale plynou z V2G pro druhou stranu či strany? Pro subjekty spojené s výrobou, distribucí a prodejem elektrické energie se dostává elektromobilita čím dál tím více do popředí. Krom toho, že se zvyšujícím počtem elektromobilů logicky roste spotřeba elektrické energie, s technologií V2G se dostává možnosti využití nového „zdroje“ elektrické energie. Subjekty elektrizační soustavy mohou využít získanou elektrickou energii na jimi zvolenou činnost. Ať už se jedná na straně přenosové soustavy o podpůrné služby neboli služba výkonové rovnováhy, kterou se zajišťuje rovnováha mezi výrobou a spotřebou. Díky této službě jsou schopny pomocí změny výkonu energetického zařízení regulovat frekvenci v síti, v České republice to znamená držet frekvenci na hodnotě 50 Hz. Další možnost použití elektřiny z elektromobilů může spočívat v použití energie při zvýšené potřebě sítě, v denním diagramu zatížení soustavy se se jedná o pokrytí špičkové zatížení, kdy dochází k maximálnímu odběru elektřiny ze sítě. Jak již název napovídá, špičkové zatížení

je vrcholné zatížení v zátěžovém diagramu, které nastává během dne od rána až do večera a je především pokryt zdroji, které se dají rychle regulovat jako jsou přečerpávací elektrárny. V tomto ohledu je technologie V2G ideální, jelikož se jedná o rychle regulovaný zdroj, samozřejmě, jen když je automobil připojen k síti. Pro společnost, která bude mít uzavřenou smlouvu s majitelem elektromobilu a bude od něj odebírat elektrickou energii, může získanou elektřinu prodat na trhu s elektřinou. Bude tedy záležet i na cenách elektřiny, a to hlavně na krátkodobém trhu, přesněji na denním případně vnitrodenním trhu, kde je obchodovaná perioda jedna hodina. Technologie V2G je prostě další zdroj elektrické energie, který může mít velký prospěch pro všechny účastníky trhu. Využití technologie V2G bude detailněji rozebráno v dalších kapitolách, jelikož je nutné si nejdřív představit fungování trhu, což je mimochodem jedna z velkých překážek samotného konceptu V2G. (20, s. 33–59)

4 Překážky pro používání konceptu V2G

Spektrum překážek, s kterými se musí ještě vypořádat technologie připojení vozidla k síti případně jinému subjektu, je široké. Proto je tomuto tématu věnována celá kapitola. Část překážek jako jsou legislativní úpravy jsou řešitelné ze strany státu, jiné jsou na výrobcích nebo provozovatelích dobíjecích stanic, tam se jedná hlavně o problémy rázu technologického. Proto i v této práci bych se zaměřil na soubor dvou zásadních překážek, které jsou limitující pro běžné používání této technologie. Jsou to tedy nedostatky v legislativě a technologii. Budu se snažit krom nastínění problému, hledat i možná řešení. Jsem si vědom skutečnosti, že tyto dvě kategorie nepokryjí všechny možné překážky. Nebudu se také detailně věnovat obecným úskalím a bariérám elektromobility. Jde čistě o představení specifických překážek pro technologii V2G, a to především v rámci České republiky.

4.1 Legislativa

V České republice jsme bohužel lehce pozadu, co se týče vymezení právního rámce pro fyzické osoby, které se chtějí podílet na dodávkách elektrické energie do sítě. Je potřeba si aspoň ve stručnosti představit, jak trh s elektřinou v České republice funguje. Jedná se především o část, která se týká technologie V2G.

4.1.1 Trh s elektřinou

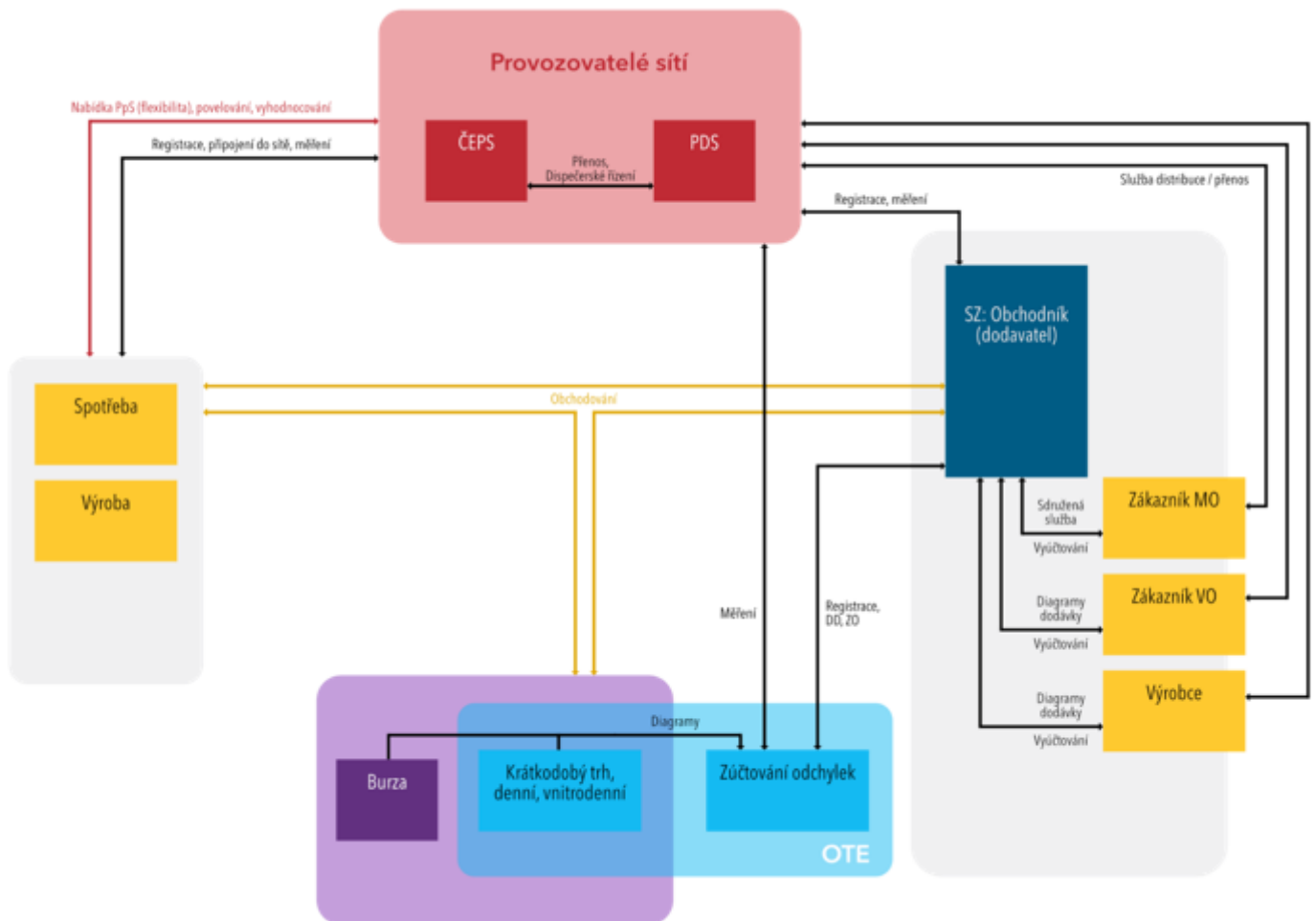
Dodávat do elektrické sítě energii není tak jednoduché jako z ní elektřinu odebírat. S odběrem elektřiny se počítá, ať už jsou to domácnosti, společnosti, továrny nebo další subjekty. Fungují na trhu jako odběratelé. Na obrázku 2 lze vidět zažitý proces od výroby až po odběr elektrické energie. Od výroby elektřiny v elektrárně se dostáváme k provozovatelům sítě – provozovatel přenosové soustavy (PPS), v Česku akciová společnost ČEPS, kdy jediný akcionář je Česká republika. Další stupeň jsou provozovatele distribučních soustav (PDS), v ČR tři hlavní společnosti ČEZ, PRE a E.ON. Dodavatel neboli obchodník s elektřinou uzavírá smlouvu se zákazníkem, v tomto případě odběratelem, což může být například domácnost. Důležitý účastník, který není zaznamenán na schématu je operátor trhu (OTE), který má ve správě například trh s elektřinou.



Obrázek 2 Účastníci trhu s elektřinou (vlastní zpracování)

Pokud bychom otočili směr a chtěli udělat z odběratele výrobce elektřiny, tak celý proces je o něco složitější. Pokud se tedy bavíme o výrobci jako je domácnost. V ČR mají na výrobě elektřiny největší podíl konvenční zdroje jako jsou uhelné a jaderné elektrárny. S vodními elektrárnami tvoří dokonalý mix stálých a lehce výkonově

ovladatelných zdrojů. Jenže se blíží konec uhelných elektráren a do elektrizační soustavy (ES) začínají vstupovat další výrobci energie, jako obnovitelné zdroje energie. Tyto zdroje jsou ale méně předvídatelné a nedosahují takových výkonů a díky jejich velkému počtu se celá soustava stává více decentralizovaná. Ale i při těchto nově nastalých podmínkách je nutné dodržet primární princip trhu s elektřinou, zajištění spolehlivosti, bezpečnosti, stability ES a stále dostupnosti dodávek elektřiny pro zákazníka.



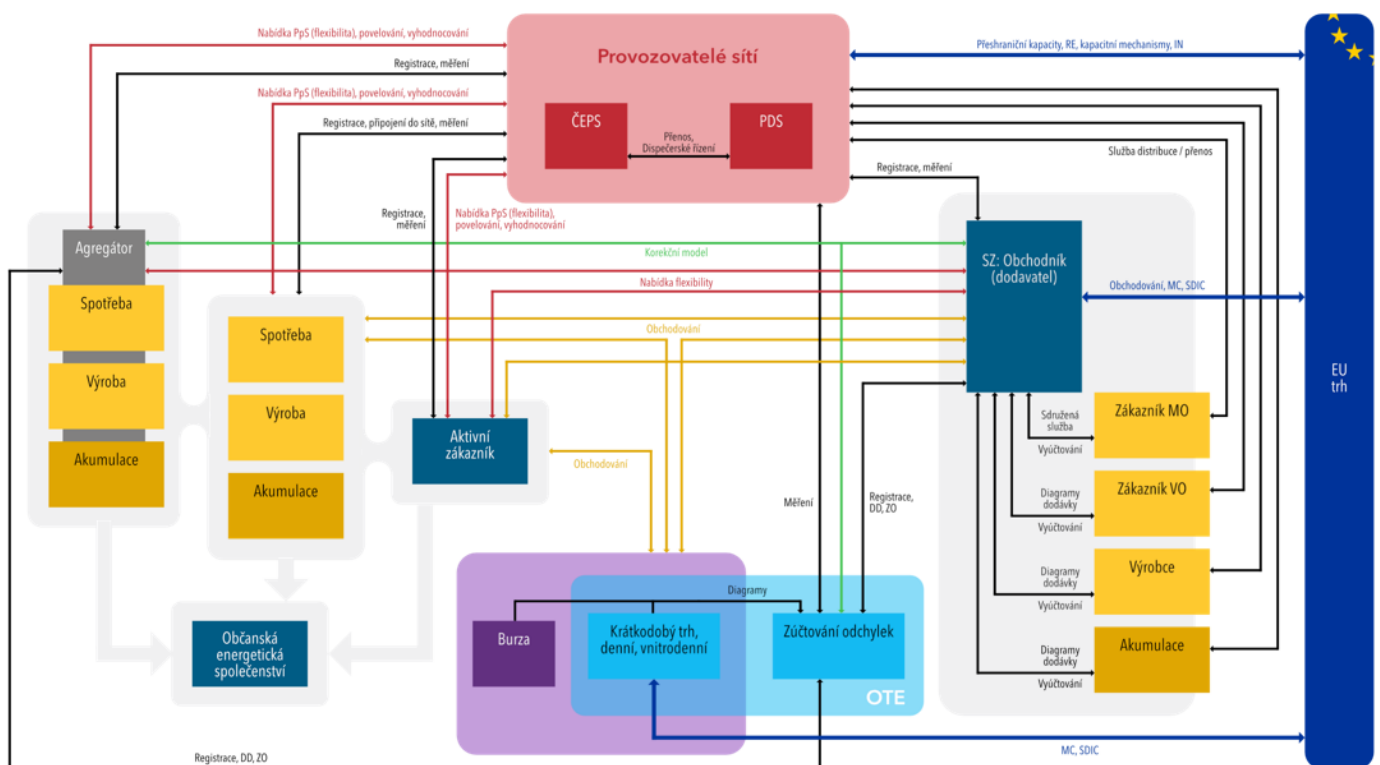
Obrázek 3 Současný model trhu s elektřinou (21, s. 1)

Aktuální nastavení trhu se stává nedostatečné. Jak účastníci trhu, tak státní aparát si toho je vědom, a proto se počítá s novým energetickým zákoníkem (NEZ), který přinese zásadní změny ve fungování celého trhu. Koncem roku 2020 byl schválen vládou věčný záměr tohoto zákona. Nový systém musí počítat se zajištěním flexibility soustavy pro vyrovnání strany nabídky a poptávky po elektřině, integrací nových subjektů a činností trhu. Všechny tyto kroky musí být zastřešeny právním rámcem.

Budoucí směřování v oblasti energetiky, a to znamená i podoba trhu v České republice, je ovlivněno hlavně tzv. Zimním balíčkem (Winter Package), který byl představen Evropskou komisí v roce 2016 a zahrnuje celkem 8 legislativních návrhů. Tento balíček by měl vést ke splněním závazků plynoucích z Pařížské dohody. Zimní balíček zastává 3 hlavní úlohy. Důraz na energetickou efektivitu, dosažení vedoucí pozice EU v oblasti

obnovitelných zdrojů a poskytování spravedlivého obchodu a posílení role spotřebitelů. Jedná se konkrétně o těchto 8 legislativních úprav: Návrh novely směrnice o energetické náročnosti budov, Revize směrnice o obnovitelných zdrojích energie, Návrh novely směrnice o energetické účinnosti, Návrh nařízení pro správu energetické unie, Revize směrnice o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou, Revize nařízení o vnitřním trhu s elektřinou, Návrh nařízení o připravenosti k rizikům v sektoru elektřiny, Revize nařízení o agentuře ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators). Některé návrhy prošly všemi právními náležitostmi a jsou již obsaženy v direktivě EU, jiné z nich ještě na své schválení čekají. (22)

Pravidla, která budou platit pro nový trh vychází z určitých zásad. Jako například rozvoj flexibilnější výroby, účastnění malých podniků na trhu prostřednictvím agregace výroby, integrace elektřiny z OZE, podpora v oblasti energetické účinnosti, možnost přeshraniční transakce na trzích s elektřinou a obchodování s produkty po celé EU, rovné podmínky účastnění trhu výroby, ukládání energie a odezvy ze strany poptávky, rovnost podmínek všech subjektů atd. Změny nastanou jak u výroby, přenosu elektřiny, tak s jejím obchodováním. Operátora trhu a zprostředkovatelská činnost v energetických odvětvích zaznamená také jisté úpravy. Subjekty jako aktivní zákazník, nezávislý agregátor, energetické společenství a činnosti poskytování flexibility, agregace a ukládání energie budou v budoucnu nedílnou součástí trhu s elektřinou. (21)



Obrázek 4 Budoucí model trhu s elektřinou (21, s. 3)

V budoucím stavu se zavádí několik nových pojmů, které v nejsou obecně známá nebo dokonce v současném stavu neexistují, proto je nutné si je objasnit.

- Agregátor je účastník trhu, který agreguje flexibilitu jednotlivých poskytovatelů flexibility za účelem prodeje standardních produktů (definovaných v daném čase na jednotlivých trzích) na trzích s elektřinou a/nebo trhu s podpůrnými službami a případně ostatními službami, nebo pro úpravu vlastní pozice. Za agregátora se nepovažuje provozovatel přenosové soustavy a provozovatel distribuční soustavy. Známe dva druhy agregátorů, v současné době se dá mluvit o působení jednoho z nich na trhu a to integrovaného. V budoucím stavu se počítá se vznikem nezávislého agregátora. (23, s. 3)
 - Agregátor integrovaný spojuje roli agregátora a dodavatele / subjektu zúčtování přebírajícího odpovědnost za odchylku svých poskytovatelů flexibility. (23, s. 3)
 - Agregátor nezávislý je subjekt, který uzavírá smlouvu na využití flexibility s poskytovatelem flexibility, aniž by se stal jejich dodavatelem, respektive převzal odpovědnost za jejich odchylku. Není tedy odpovědný za odchylku svých poskytovatelů flexibility vyvolanou aktivací flexibility. Přímo odpovídá pouze za vlastní odchylku způsobenou případným nedodáním nasmlouvaných produktů na jednotlivých trzích. (23, s. 3)
- Flexibilita představuje změnu množství elektřiny odebírané z PS nebo DS nebo dodávané do PS nebo DS v daném časovém intervalu oproti sjednaným / předpokládaným diagramům odběru nebo dodávky (výchozí diagram) v reakci na cenové signály nebo povel. (23, s. 4)
- Poskytovatel flexibility (PoFI) je subjekt poskytující flexibilitu individuálně nebo prostřednictvím agregátora. (23, s. 4)

I když se budoucí model trhu s elektřinou jeví jako dosti komplikovaný jiná cesta pro úspěšné zavedení změn není možná. Je nutné promítnou spoustu nových právních úprav do právního řádu neboli paragrafového znění NEZ. Jako velmi důležité považuji pro technologie V2G například úpravu odběrného místa, které bude považováno jak za místo odběru, tak i dodavatelské místo soustavy, dále je to zřízení databáze schopných dodávat elektřinu do soustavy a jednotlivé aplikační rozhraní, stanoveny jednoznačné požadavky na vlastnosti dat a jaké subjekty k nim mají přístup, umožnění sdílení elektřiny mezi aktivním zákazníkem, který si sám vyrobí a/nebo uloží elektřinu pro svojí potřebu, a dalšími zákazníky, možnost poskytnutí flexibility v rámci trhu s elektřinou samostatně nebo prostřednictvím agregace. Celkově se dá říct, že dojde k větší otevřenosti trhu a nový model přinese větší množství funkcí samotného trhu s elektřinou, nejenom pro stávající subjekty, ale i nové, menší, jako je aktivní zákazník. Samozřejmostí je fungování trhu s elektřinou za jasně daných podmínek. (21, s. 3–4)

S novým trhem elektřiny bude muset nastat změna i v tarifním systému. Určité změny probíhají již teď, ale zásadních změn se dočkáme v dalších letech, a to převážně po přijmutí NEZ. K tomuto tématu se musí přistupovat obezřetně, aby kroky nebyla

narušena rovnováha trhu. Nesmí dojít k diskriminaci subjektů nebo činností, funkčnost z ekonomického pohledu musí být zachována.

4.1.2 Výroba a ukládání elektřiny

Činnost výroby elektřiny přijetím NEZ zaznamená také výrazné změny. Subjekt vyrábějící elektřinu bude adresátem práv a povinností vztahující se k této činnosti a další změny nastanou se novým modelem trhu. Výrobce elektřiny v aktuálním znění EZ musí mít licencovanou výrobu elektřiny nad 10 kW, bez této licence lze využívat výrobu jen pro své účely. Tento výkon je v dnešní době již nedostatečný. Licence udělovaná ERÚ opravňuje k připojení k elektrizační soustavě, je nutné splnit požadované podmínky a následně plnit obchodní a technické povinnosti. Současný stav nereflektuje změny, které v budoucnu nastanou. Očekává se velký nárůst subjektů, které budou vykonávat činnost výroby elektřiny a budou v různých rolích a s různými cíli. Administrativní oprávnění k podnikání je příliš komplikovaná a je tedy nutné provést změny. Jelikož je za výrobu elektřiny považováno zařízení, které převádí primární energii na elektrickou neměla by se do této definice řadit elektromobily, tudíž jejich provozovatel by neměl být považován za výrobce elektřiny. (21, s. 4–5)

Co je ale zásadnější, tak to jsou změny týkající se ukládání elektřiny. Současný energetický zákon neobsahuje právní úpravu pro ukládání elektřiny, není zde uvedena definice zařízení pro ukládání energie ani ukládání elektřiny jako samostatná činnost. Z toho plyne nedostatečné vymezení práv a povinností. Existují jen technické podmínky pro připojení zařízení pro ukládání energie do odběrných míst, jenž stanovují pravidla provozování distribuční soustavy. Tyto okolnosti snižují možnost využívat zařízení pro uložení energie na trhu s elektřinou. (21, s. 4–5)

V novém znění EZ bude definováno ukládání elektřiny jako samostatná činnost elektroenergetiky a zařízení pro ukládání elektřiny. Pro podnikatelskou činnost bude nutné licencovat subjekt na dodávku do soustavy. Tato činnost bude moci být vykonávána i s dalšími činnostmi jako je výroba elektřiny, její obchodování, zprostředkování, agregace či určitá míra distribuce. Možnost ukládání energie bude mít i zákazník a energetická společenství. Pravidla pro vlastnění a provozování zařízení pro ukládání elektřiny budou ve shodě se směrnicí Evropského parlamentu a rady EU 2019/944 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou. V rámci trhu se nebudou zavádět speciální podmínky, bude se jednat buď o výrobu elektřiny nebo zákazníka, podle směru toků elektřiny. Možnost obchodování na všech trzích v elektroenergetice, a to i poskytování služeb výkonové rovnováhy. Dle definice zařízení pro ukládání elektřiny by za toto zařízení měl být považován i elektromobil. Mělo by se tedy vymežit i právně používání technologie V2G. (21, s. 4–5)

4.1.3 Přenos a distribuce elektřiny

Co se týká nedostatků a plánovaných změn u přenosu a distribuce elektřiny, bude to převážně reagování na trendy v sektoru energetiky. Aktuálně se technologie V2G nepovažuje za hybatele celého odvětví, ale plánované změny budou znamenat následné

lepší zainteresování tohoto konceptu. Do budoucnosti je potřeba počítat s většími nároky a novými povinnostmi. Příčin je více jako zapojení výroben z obnovitelných a decentralizovaných zdrojů, nové technologie a trendy v energetice, kam se například řadí elektromobilita, či vstup nových subjektů a zvýšení množství uživatelů trhu s elektřinou. Je vyžadována hlubší spolupráce mezi provozovateli soustav jak přenosovými, tak distribučními v rámci evropské soustavy a s tím související podpora jednotného trhu s elektřinou v rámci EU. (21, s. 6–8)

Pokud se zaměříme čistě na distribuční činnost, bude zde sílit tlak na digitalizaci, to znamená zavedení inteligentních měřících systémů (smart meters) a smart grids, což je důležitý krok pro možné fungování technologie V2G ve větším měřítku. Budoucím směřováním energetiky budou distributoři nuceni se zaměřit na zvládnutí situace s decentralizovanými zdroji, zajištění infrastruktury pro čistou mobilitu a ukládání energie, schopnost aktivního řízení sítě dle aktuální provozní situace a v neposlední řadě se zaměřit na rozvoj a výstavbu datových sítí včetně datové infrastruktury. (21, s. 8–11)

4.1.4 Agregace

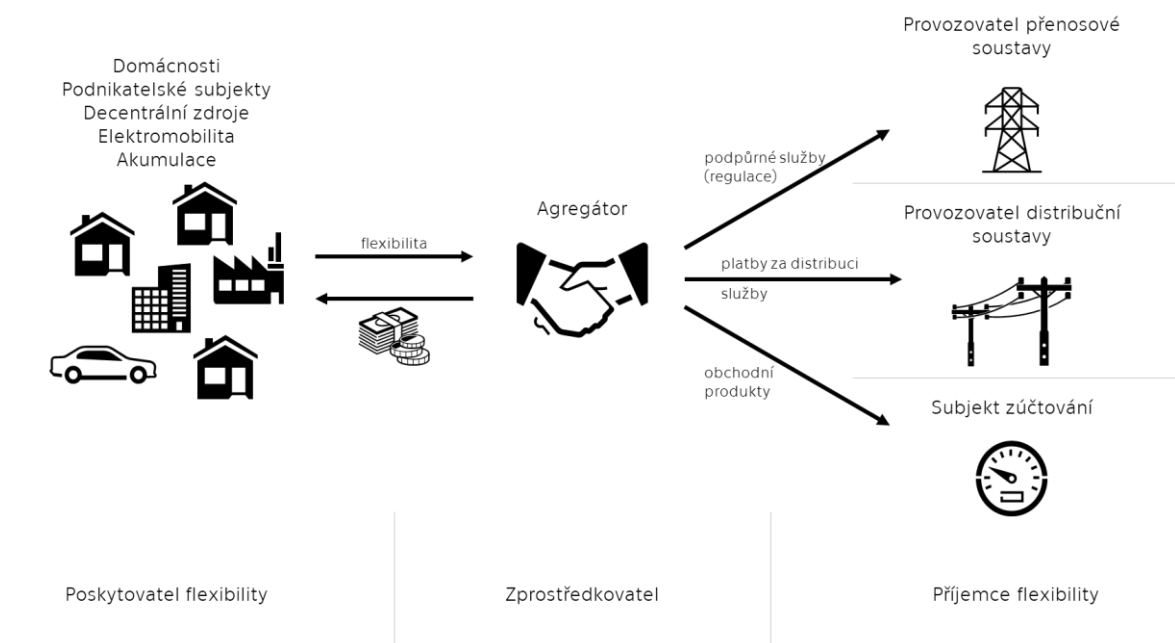
Činnost agregace je zásadní jak pro trh s elektřinou, tak pro elektromobilitu a s ní spjatou technologii V2G. O agregaci již v této práci byla zmínka, ale jelikož se i z pohledu konceptu V2G jedná o velmi důležitou činnost, tak se jí budu věnovat podrobněji. Přesná definice zní takto:

- Agregace je činnost vykonávaná fyzickou nebo právnickou osobou, která kombinuje zatížení či vyrobenou elektřinu (včetně akumulované) od více zákazníků za účelem prodeje, nákupu nebo aukce na jakémkoli trhu s elektřinou, a to pouze těch, kteří jsou vybaveni průběhovým nebo inteligentním měřením. (21, s. 14)

V současném EZ tato činnost neexistuje. Právní úprava agregace plyne z požadavků Zimního balíčku. Jak již bylo řečeno u popisování typů agregátů, činnost agregace se vykonává pouze v režimu integrovaného agregátor, což není nikdo jiný než obchodník s elektřinou. Zásadní je vznik nezávislého agregátor, od kterého se slibuje podpora nových služeb jako je řízení spotřeby nebo flexibility. (21, s. 12–13)

Uplatnění agregované flexibility může být jak na velkoobchodních trzích, na trzích s podpůrnými službami a pro řízení přetížení. Lze flexibilitu nabízet jako nefrekvenční podpůrnou službu, může sloužit také obchodníkům k řízení odchylky, což povede k upravení jejich obchodní pozice. Činnost agregace může být vykonávána v rámci energetického společenství, které může činnost vykonávat nepodnikatelsky, jinak se jedná pouze o činnost podnikatelskou. Pro flexibilitu je zásadní určení výchozího diagramu, což by mělo být jasně stanoveno v NEZ, kdo ponese zodpovědnost za jeho stanovení. Nejpravděpodobnější variantou je operátor trhu, při poskytování podpůrných služeb k tomu ještě přibude spolupráce s PPS. (21, s. 13–14)

Otevření otázky agregace a její právní zasazení může být z pohledu elektromobility velmi důležité. Majitel elektromobilu, který se chce být součástí trhu nejenom jako odběratel, tak za pomoci technologie V2G se může stát dodavatelem neboli figurovat na trhu jako poskytovatel flexibility. Pro jeho jednodušší vstup na trh a fungování na něm bude poskytovat flexibilitu přes agregátora flexibility, s kterým bude mít uzavřenou smlouvu o agregaci. Tento agregátor bude v budoucnu pravděpodobně nezávislý agregátor a bude jen na něm jakým způsobem bude hospodařit se získanou elektřinou na trhu. Agregátor může nabízet flexibilitu jak PPS, PDS nebo subjektu zúčtování. Možnosti jsou naznačeny na Obrázku 5. PPS může využít flexibilitu na řízení výkonové bilance soustavy nebo toků elektřiny, distribuce může snížit za pomoci flexibility špičky spotřeby, regulovat napětí nebo také řídit toky elektřiny. Subjekty zúčtování, kam právě spadají i obchodníci mohou využít obchodování na velkoobchodních trzích, nebo zajišťovat vlastní pozici za pomoci vyrovnávání vlastní odchylky. (56)



Obrázek 5 Fungování agregátora na trhu s elektřinou (vlastní zpracování dle (56, s. 19))

Flexibilitu lze také podle využití rozdělit na dva typy, jedná se o typ „silová energie“ a flexibilita typu „výkon“. Druhý zmíněný typ se uplatňuje na trzích s podpůrnými službami. Služby výkonové rovnováhy (SVR), jenž zajišťují rovnováhu mezi výrobou a spotřebou se dělí na tři hlavní kategorie. Zálohu pro automatickou regulaci frekvence (FCR), zálohu pro regulaci výkonové rovnováhy s automatickou aktivací (aFRR) a zálohu pro regulaci výkonové rovnováhy s manuální aktivací (mFRR) a zálohy pro náhradu (RR). V nejbližší době se nepočítá, že by technologie V2G výrazně zasáhla do tohoto segmentu, ale možné využití zde je. Flexibilitou pro podpůrné služby na hladinách nízkého napětí bude více promlouvat do dění až po roce 2024. Zdroje musí být speciálně certifikované pro tuto činnost, jelikož se jedná o velmi citlivou službu. Varianta uplatnění flexibility z menších zdrojů nebo bateriových systémů pro podpůrné služby (PpS), speciálně pro služby výkonové rovnováhy lze v České republice pouze ve zvláštních

případech, jako jsou testovací projekty. Samozřejmě se souhlasem všech zúčastněných stran, hlavně PPS. SVR aktuálně zajišťují převážně elektrárny a teplárny. (23)

Spíše se pro technologie jako V2G bude využívat první typ. Uplatnění „obchodní“ flexibility se objevuje již teď na trhu. Obchodník se snaží vylepšit svou pozici na trhu. Využívají schopnosti vybraných OM ve svém portfoliu snižovat / zvyšovat odběr či výrobu. Je to samozřejmě spojeno i s nákupem a prodejem elektřiny na trhu. Flexibilitu jako silová energie může být řízena povelý (explicitně). Aktivace na základě požadavku subjektu na trhu nebo prostřednictvím agregátora. Požadavek může být dán za účelem vyrovnání odchylky subjektu zúčtování. Flexibilita může být, ale řízena i cenou (implicitně). Kdy aktivace je řízena na základě ceny elektřiny nebo změnou tarifů reflektují cenu silové elektřiny případně změna nákladů na přenos a distribuci elektrické energie. Agregace obchodní flexibility se stává klasickým produktem obchodovatelný na trhu s elektřinou, a to na krátkodobém trhu. Ten se dělí na blokový, denní a krátkodobý trh s elektřinou. Role flexibility jako kompenzace odchylek subjektu zúčtování neboli optimalizace jejich obchodní pozice se bude nadále zvyšovat. (25; 55)

V aktuálním znění energetického zákona je nedostatečná právní podpora možného fungování vehicle-to-grid. Jeho novelizování se ale podmínky pro možnou implementaci do trhu s elektřinou výrazně zlepší. Bude již legislativně podloženy subjekty a činnosti, které jsou spjaté s novými trendy energetiky jako je agregace flexibility pomocí nezávislého agregáta. V navrhované právní úpravě není explicitně zmíněna technologie V2G a pravděpodobně se tak nestane ani v zákonem znění NEZ. Právní definování akumulace elektřiny, agregace flexibility a s tím možnost jejího poskytování, zaktivnění zákazníka a tlak na celkovou digitalizaci odvětví jsou velmi důležité kroky k fungování V2G v běžném provozu. Jelikož bude elektromobil neboli baterie dodávat energii do sítě, bude také potřeba vyřešit jejich certifikaci. Pokud by baterie elektromobilů byly klasifikovány jako zdroje elektřiny a přesahovali výkon 10 kW k připojení k síti je nutná jejich certifikace již v aktuálním legislativním znění. Uvidíme, jak nakonec bude tato technologie ukotvena v zákoně a jak s ní bude nakládáno.

4.1.5 Smart grid a microgrid

Nepostradatelnou součástí pro zavedení technologie V2G do normálního každodenního provozu je upgradování dosavadní elektrické sítě na tzv. „smart grid“. Smart grid (chytrá síť) je síť nové generace, kde je co nejvíce prvků a procesů zautomatizováno a je možné využívat obousměrný tok jak elektřiny, tak informací. (19, s. 10)

Smart grid si klade za cíl zvýšit spolehlivost, bezpečnost a efektivitu elektrické sítě. Síť nízkého napětí by se měla stát více přehledná a umožnit účast zákazníkům na provozu energetické soustavy, zejména prostřednictvím chytrých měřících zařízení a chytrých domácností. (19, s. 10)

Další termín, který je spjatý s modernizací elektrické sítě, je microgrid. Jak již název napovídá, jedná se o menší síť, která může být připojena k centrální síti anebo může fungovat jako ostrovní provoz. Má všechny prvky a parametry sítě, které potřebuje k bezpečnému a plynulému provozu. Součástí musí být technologie na výrobu elektřiny, uložení energie, celkové propojení či řídicí systémy. Oproti klasické síti je zde elektřina

generována za pomoci menších zdrojů, velmi často se využívají obnovitelné zdroje. Krom fotovoltaických panelů nebo větrných turbín může být využita právě i energie z elektromobilů za pomoci technologie V2G. Díky svým vlastnostem a rychlé adaptaci na nastalé podmínky se považujeme tato síť za smart grid.

4.1.6 Shrnutí

Je potřeba připomenout, že výše popisované změny se týkají převážně nového energetického zákona. Až s jeho přijetím nastanou zásadní změny ve vnímání a celkově chování trhu s elektřinou. K určitým změnám by mělo již dojít tento rok, případně již došlo. V Poslanecké sněmovně se nachází novelizace stávajícího EZ, ve kterém se hovoří již o agregátorovi. Stejně tak je agregát zmíněn v novelizaci Kodexu přenosové soustavy (ČEPS) platné od 1. 1. 2021. Co se týká fungování trhu, i například se subjekty jako aktivní zákazník nebo nezávislý agregátor, tak to souvisí s přijetím NEZ, jehož platnost se ale očekává za 2–3 roky. Tato změna bude zásadní i pro nový trh s flexibilitou, z kterého může profitovat nejenom elektromobilita s technologií V2G.

Pokud se budeme bavit o využívání flexibility, získané právě díky V2G, pro podpůrné služby, musíme počítat s rokem 2024+, kdy je v plánu se zaměřit na hladiny nízkého napětí (50–1000 V). Přednost má agregace pro vysoké a velmi vysoké napětí a tato otázka ještě není dořešena. Je to tedy využití typu tzv. silové energie, kterou z flexibility vytváří klasický produkt na trhu s elektřinou. Jeho prodej může probíhat na krátkodobém trhu s elektřinou nebo jako kompenzace odchylek zúčtování.

Bude velmi zajímavé sledovat, jak nakonec bude fungovat v České republice trh s flexibilitou, ať už její možnost využití pro podpůrné služby nebo jinak. Objem peněz v podpůrných službách se pohybuje okolo 6 mld. Kč a velký hráči se stálými zdroji elektrické energie o něj nebudou chtít přijít. Stav jako je Velké Británii, kdy podpůrné služby tvoří z 50 % agregátoři flexibility, se v dohledné době v ČR neočekává. Rozhodně zde bude snaha agregátorů do tohoto segmentu více promlouvat.

4.2 Technologie

Důležitou roli v elektromobilitě specificky ve V2G hrají technologie a s tím spojená i jejich cena. Samotná technologie není problém. Systém V2G již byl otestován na několika projektech a dosažené výsledky nepřinesly z pohledu technologie žádné neřešitelné překážky. Pohybujeme se v konkurenčním prostředí a čím dál tím víc automobilek představuje elektrické modely. Je nutné počítat s rozdílnými přístupy v nabíjení aut, například v různorodosti technických specifikacích u nabíjecího rozhraní. Technologické překážky bych rozdělil na „přístup k nabíjení“, kam se řadí druhy rozhraní a samotný postoj automobilek. Jako nedostatek se také považuje baterie, konkrétně její degradace, proto bych se detailněji podíval právě na tento prvek elektromobilu.

4.2.1 Přístup k nabíjení

Prvky baterie, konektor a nabíjecí stanice a jejich správná komunikace je pro nabíjení případně vybíjení elektromobilu podstatná. Konektor pro V2G musí být uzpůsoben jak pro nabíjení, tak vybíjení. V dnešní době to neplatí pro každý typ komerčně používaného konektoru. Krom toho je nutnost určitého komunikačního rozhraní, kdy je potřeba poskytovat informace jako je stav nabití, aby celý systém mohl reagovat co nejrychleji na nastalou situaci. Nebudu se věnovat všem typům konektorů, pro obousměrný přenos elektřiny je nutné zmínit nabíjecí standard CHAdeMO.

Tento konektor se normálně používá pro nabíjení DC, ale jeho schopnost je i pracovat v opačném směru, a proto je využíván i u projektů na V2G. Jeho nevýhoda je ale ve vyšší pořizovací ceně, takže je otázkou, jestli je vhodný i pro zákazníka pro domácí použití V2H. Pokud bude možnost obousměrného přenosu přes levnější AC, je pravděpodobné, že to bude primární varianta pro využívání minimálně v domácnostech.

Zásadní je postoj automobilek a uvádění modelů na trh s podporou V2G, největším hybatelem je v tomto ohledu společnost Nissan. Jejich model Leaf podporuje technologii V2G a je velmi často využíván i v pilotních projektech. Bohužel dalším čistě elektrickým komerčně prodávaným modelem, který bez jakékoliv úpravy může fungovat v obousměrném přenosu energie, je na trhu od Nissanu dodávka e-NV200. Do projektů se zapojuje i japonská automobilka Mitsubishi se svým PHEV modelem Outlander. Jedná se pouze o hybridní automobil s výkonem baterie 13,8 kW. Řadí se ale mezi nejprodávanější PHEV v Evropě. (26) To automobilku řadí k silným hráčům na trhu s elektromobily a jejich podpora technologie V2G dostává tento koncept do popředí, a především do povědomí lidí. Společnosti si jsou ale vědomi potenciálu této technologie a očekává se představení dalších modelů s podporou V2G.

Není to ale čistě o automobilkách, je nutnost provázanost i s ostatními subjekty, a to především s energetickými společnostmi. Bez této spolupráce by nevznikl žádný projekt V2G a ani by nebyl možný rozvoj konceptu jako celku. (27)

Pro technologii V2G musím být uzpůsobena i nabíjecí stanice. Poskytovatelé hardwaru již představili několik modelů kompatibilních s vehicle-to-grid. Výkon se zatím pohybuje okolo 10 kW, což je dostatečné pro domácnosti nebo připojení na pracovišti. Se zvyšující se možností využití této technologie a rozšíření konceptu nastanou změny ve výkonech stanic a očekává se i snížení pořizovací ceny těchto stanic. Oproti stanicím, které mají čistě dobíjecí charakter, jsou pořizovací náklady obousměrných stanic výrazně vyšší.

Celý tento proces nabíjení a vybíjení elektromobilu musí být v budoucnu podpořen i kvalitním řízením za pomoci relevantních dat. Bez využití smart metrů neboli chytrého měření u odběrných míst, ale i celkového chytrého řízení se modernizace energetiky neobejde. Rollout rozumějme jako hromadnější uvedení na trh chytrých měření se plánuje v ČR až po roce 2024.

4.2.2 Baterie

Jediný princip baterie je nabíjení a vybíjení a je jí jedno, jestli se energie spotřebuje na pohon motoru nebo se pošle zpátky do sítě. Typově není potřeba jiná baterie než klasická Li-ion používaná v elektromobilech. Již teď dosahují baterie velmi dobrých parametrů jako je specifická hustota energie, měrný výkon nebo samotná účinnost. Jeden z hlavních ukazatelů, na co spotřebitel nahlíží je počet cyklů, které může baterie absolvovat. Zde samozřejmě záleží na spoustě proměnných jako je procento vybití, kdy je znovu baterie nabita tzv. hloubka vybíjení, dále záleží na podmínkách, v jakých baterie pracuje atd. Pokud baterii využíváme na technologii V2G je tím pádem častěji v provozu, dochází ale k opotřebení neboli degradaci?

Dle studií a již proběhlých projektů se ukazuje, že technologie V2G nebude mít na degradaci velký vliv. Při použití V2G je snaha držet úroveň baterie pomocí nabíjením a vybíjením na optimální úrovni, což má za následek právě opačný efekt, a to ochranu proti degradaci. Tento fakt může vést ke zvýšení životnosti baterie a s tím zvýšit i důvěru zákazníků k V2G. Z tohoto zjištění plyne, jak moc důležité je pečlivé řízení baterie jako například inteligentní nabíjení. Jelikož cena baterie je klíčová položka na celkové ceně elektromobilu, snaha o její co nejdelší životnost je pro každého uživatele elektromobilu zásadní. (28)

Detailněji se podíváme na dvě studie k tomuto tématu. Při jedné z nich byl zkoumán dopad na baterii při požadavku na maximalizaci zisku majitele automobilu, což znamenalo prodej maximální možné kapacity během hodiny. Druhá studie se snažila naopak zvýšit životnost šetrným zacházením. Výsledky nebyly tak překvapivé, u prvního testu došlo k poškození výkonu článků, což vede ke snížení životnosti na méně než pět let a zvýšení ztráty kapacity o 75 % za 18 měsíců. Z výsledků druhé studie se potvrdil předpoklad, že technologie V2G může mít pozitivní vliv na kapacitu a výkon baterie. Proces snížení u těchto dvou parametrů byl o 9,1 %, respektive o 12,1 %. Z výsledků studií plyne, že degradaci baterií se dá předcházet, a dokonce zvyšovat její životnost, cesta k tomu vede pouze přes správný přístup a pochopení, co je nejlepší pro baterii. Zkoumání životního cyklu baterie a vlivu V2G na něj stále probíhá. (29)

Na začátku této kapitoly se zdálo, že technologie bude mít pro baterii v elektromobilech negativní přínos. Opak je ale pravdou, pomocí správného řízení baterie může dokonce docházet ke snižování degradace a zvýšení životnosti baterie. U technologie V2G totiž nedochází k plnému nabíjení a vybíjení baterie, ale pouze poskytování energie během krátkých časových úseků. Tyto zjištění se dají považovat za velmi důležité jak z pohledu zákazníka, tak z pohledu technologie V2G.

4.2.3 Software

Dotknul bych se lehce i tématu softwaru neboli IT řešení, z pohledu principu fungování V2G. Nároky na software jsou vysoké, pokud se bavíme o elektromobilu s možností poskytování flexibility. Krom velkého množství dat, které se bude muset zpracovávat, je nutné reagovat rychle, v řádech sekund, na změny a povely při udržení stálosti a bezpečnosti všech procesů a celé sítě. Softwarové řešení jde ruku v ruce s tím, jakou

podobu nakonec bude mít trh a jak na něm budou jednotlivé subjekty působit. Pro architekturu celého systému bude důležitý i vznik případného DataHubu, který bude mít ve správě jak data, tak bude moc i vykonávat i určité úkony s co největší automatizací a autonomií. Připojení elektromobilu k síti je jedna věc, ale správné nastavení procesů, aby byly jak pro uživatele, tak pro ostatní subjekty v co nejlepší shodě a s co největším přínosem je ještě zásadnější. U elektromobility, specificky V2G se IT odvětví rozhodně nesmí opomíjet.

Když bychom se konkrétně podívali na požadavky, které musí splňovat takový softwarový nástroj pro agregaci, tak je to od identifikace flexibility portfolia, jeho stavu jako real-time informace, přes předpovídání a optimalizaci provozu, až po optimalizaci při obchodování získané flexibility. K tomu všemu je nutné mít centrální řídicí systém, který bude jednotlivé prvky vyhodnocovat a poskytovat co nejlepší zpětnou vazbu.

PRAKTICKÁ ČÁST

5 Implementace technologie V2G v ČR

Můj přístup k tématu implementace technologie V2G v České republice jsem dlouze zvažoval. Jelikož v Česku vlastně neexistuje využívání tohoto konceptu, ať už jsou za tím legislativní či technologické důvody výše zmíněné, nelze tedy úplně na něco v ČR navazovat. Výhodou je, že se v tomto ohledu lze inspirovat zahraničím, kde probíhají nebo již proběhly projekty týkající se tohoto tématu. Tyto studie napomáhají formovat tamní trhy s elektřinou. S výsledky projektů se následně dá pracovat a otevírá se možnost začlenění technologií jako V2G do reálného provozu.

Elektromobilita v České republice je na vzestupu a dostat do povědomí mimo odbornou veřejnost i technologii V2G se nabízí. Proto jsem se rozhodl zpracovat studii proveditelnosti projektu vehicle to grid na území České republiky. Je to také pokus otevřít u čtenáře této práce diskusi na toto téma, případně prohloubit jeho znalosti V2G. Ve studii se budu snažit vycházet jak z poznatků o stavu české elektromobility a V2G, tak především ze zahraničí. Konkrétně bych čerpal z projektů a studií z Velké Británie, ať už je to studie o V2G nesoucí příhodný název V2GB anebo projektu e4Future, který v reálných podmínkách testoval provoz většího množství elektromobilů s technologií V2G. Poznatky nejenom z těchto prací bych chtěl co nejvíce napasovat na Českou republiku a dosáhnout relevantního výstupu.

5.1 Studie proveditelnosti

Studie proveditelnosti má jasně danou strukturu, která se sice může u určitých projektů lehce lišit, ale klíčové body jsou stejné. Jak už název studie napovídá, jedná se o dokument ve fázi přípravy na projekt. Výstupem by mělo být řečeno, jestli je projekt proveditelný či nikoliv. Krom realizace projektu z finančního hlediska, se řeší celková smysluplnost projektu. Její důležitost je i v pohledu celkového řízení projektu. Metodiky a osnovy studií proveditelnosti jsou zpracovávány z různých pohledů, ať už se jedná o soukromé subjekty, tak instituce veřejné správy jako jsou ministerstva. Struktura této technickoekonomické studie je následující: (30, s.11)

1. Obsah
2. Úvodní informace
3. Stručné vyhodnocení projektu – manažerský souhrn
4. Stručný popis podstaty projektu a jeho etap
5. Analýza trhu, odhad poptávky, marketingová strategie a marketingový mix
6. Management projektu a řízení lidských zdrojů
7. Technické a technologické řešení projektu
8. Dopad projektu na životní prostředí
9. Zajištění investičního majetku
10. Řízení pracovního kapitálu (oběžný majetek)
11. Finanční plán a analýza projektu
12. Hodnocení efektivity a udržitelnost projektu
13. Analýza a řízení rizik (citlivostní analýza)
14. Harmonogram projektu
15. Závěrečné shrnutí hodnocení projektu

Jelikož tato studie proveditelnosti je součástí diplomové práce, některé formální náležitosti bude postrádat. Případně některá témata budou upravena z důvodu specifčnosti popisovaného projektu.

5.1.1 Úvodní informace

Účel, pro který je tato studie zpracována již byl naznačen v úvodu této kapitoly, ale pro úplnost ho ještě připomenou a rozvedu do větších detailů.

Jedná se o projekt zaměřený na implementaci technologie V2G v českém prostředí. Elektromobilita jak v Česku, tak ve světě, nejenom kvůli tlaku na snižování emisí v dopravě, zažívá prudký nárůst. Stoupající čísla v počtech prodaných elektromobilů a analýzy ohledně budoucího prodeje hovoří jasně. V některých evropských zemích, jako Norsko, dokonce zájem o elektromobily předčívá ten o automobily se spalovacími motory. V tomto stavu ještě v České republice nejsme. Z důvodu menší státní podpory asi ani ještě dlouho nebudeme. Tento stav, ale neznamená, že nemohou běžet projekty nebo být zpracovávány studie týkající se tématu elektromobility. Na technologii V2G bohužel v Česku chybí jak studie, tak i projekty s nějakým výraznějším přesahem. Tato studie proveditelnosti by tento fakt chtěla napravit. Přinést celkový pohled na možnost spuštění a následný provoz takového projektu.

Jelikož se jedná o lehce osvětový projekt, tak nepůjde jen o projekt zaměřený na finanční výnosnost, i když ta samozřejmě také bude hrát svou roli. Důležitost toho projektu je v představení možnosti fungování V2G, jak při aktuálních podmínkách například legislativních, tak naznačení, jak by mohla celá technologie fungovat i po schválení NEZ. V aktuálním legislativním rámci je možnost fungování projektu, tak aby se mohl naplno využít všechny možné aplikace V2G, jen při udělení určitých výjimek či upozornění o probíhání tohoto projektu u subjektů, jenž se to dotýká. Bude se totiž jednat o projekt, kde bude figurovat agregátor, pravděpodobně energetická společnost. Z trhu s elektřinou by také chtělo do projektu zapojit subjekty jako PPS, PDS. Minimálně za účelem informovanosti. Záštitu projektu aspoň jedním velkým hráčem na trhu s elektřinou by byla taktéž vítána.

Kooperace, jak z důvodu zkušeností s technologií V2G, případně snížení počátečních nákladů na nákup elektromobilů, by byla vhodná i s nějakou automobilkou. Nabízí se společnost Nissan, která jako jediná disponuje komerčně prodávanými elektrickými vozy podporující technologii V2G a s podobnými projekty má zkušenosti. Zapojení největší tuzemské automobilky Škoda Auto se také nevyklučuje. Přidaná hodnota s koncernem by mohla znamenat větší mediální zájem, což je nesporný benefit. Bohužel Škoda aktuálně nedisponuje sériově vyráběným elektromobilem podporující V2G.

Další subjekty, které budou muset být nedílnou součástí projektu jsou soukromé společnosti nebo veřejné instituce, ve kterých budou instalovány nabíjecí body. Tyto firmy se stanou provozovateli elektromobilů s technologií V2G neboli poskytovateli flexibility.

Projekt, přesněji provozní část je plánovaná na dva roky, s možností dalšího prodloužení. Zadavatel není znám, jelikož se jedná jen o předběžný návrh, který bude volně přístupný pro možné využití či dopracování. Studie proveditelnosti je zpracovávána

k roku 2021 (duben), to znamená, že podmínky, z kterých se bude ve studii vycházet budou odpovídají aktuálnímu datu.

Jeden z údajů, který by měl být uveden u každé studie proveditelnosti je i její autor. Jelikož se jedná o studii, která je součástí diplomové práce, konkrétně její praktické části, autor diplomové práce je zároveň autorem studie proveditelnosti.

5.1.2 Stručné vyhodnocení projektu – manažerský souhrn

Detailní výsledky jsou uvedeny v poslední části studie proveditelnosti nebo je lze dohledat v jednotlivých kapitolách. Tato kapitola obsahuje jen stručné vyhodnocení. Pokud se podíváme na ekonomické ukazatele projektu, nelze, při předpokládané provozní činnosti dvou let, hovořit o finanční výhodnosti. Hlavní ukazatele, jako čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) a diskontovaná doba návratnosti (T_{ds}), obsahuje tabulka 2.

Tabulka 2 Přehled ekonomických ukazatelů projektu (vlastní zpracování)

Ekonomické ukazatele	Scénář		
	Pesimistický	Realistický	Optimistický
NPV	-152 559 687 Kč	-138 202 827 Kč	-123 846 881 Kč
IRR	-66,34 %	-57,19 %	-49,07 %
T_{ds}	23 let a 10 měsíců	13 let	8 let a 6 měsíců

Ani při optimistickém scénáři, kdy se očekává největší výnosnost není NPV kladné a IRR není větší než diskontní míra, která byla stanovena na hodnotu 6,28 %. Pokud se podíváme na T_{ds} , tak výrazně převyšuje plánovanou dobu provozu projektu, období dvou let. Na baterii elektromobilů se poskytuje záruka 8 let a pouze optimistický scénář se této hranici blíží. Možnost vylepšení ekonomických ukazatelů je při snížení investičních nákladů nebo zvýšení roční výnosnosti za poskytování flexibility. První varianta je pravděpodobnější. Výnosnost by již neměla dosahovat vyšších hodnot, než jak je stanoveno u optimistického scénáře.

Krom toho, jsou zde ještě výrazné hrozby a slabé stránky, jedna z nich je nedostatečná legislativa. Změna by mohla nastat po přijetí nového energetického zákona. To by znamenalo vylepšení podmínek pro vstup nových hráčů, ale i technologií, na trh s elektrickou energií. Bylo by také dobré využít příležitosti v podobě růstu trhu s elektromobily. Nesmí se také zapomínat, že síla konceptu V2G je v možném finančním výdělku, i když dle provedených výpočtů to tak aktuálně nevypadá. Konkrétně technologie V2G by měla dle studií snižovat degradaci baterie elektromobilu, což je určitě věc, na kterou spousta uživatelů elektromobilů může slyšet.

Vytvořit projekt zabývající se technologií V2G zasazený do českého prostředí by rozhodně mohl přinést zajímavé poznatky a nasbíraná data by mohla být dodatečně využita pro rozvoj celého odvětví.

Z ekonomického hlediska není projekt výhodný, ale není to jen o finančních ukazatelích. Poslání projektu je i vyhodnocení fungování V2G v reálných podmínkách České

republiky. Aktuálně je možná na projekt v takovém rozsahu, 500 aut a 1 000 nabíjecích stanic, brzo. Jako možnost se nabízí vytvoření menšího projektu, tzv. pilotního, který by mohl prošlapat cestičku pro projekt ve větším objemu jako ho představuje tato studie proveditelnosti. Pokud by došlo k uskutečnění projektu v jakékoliv formě, rozhodně by znamenalo posunutí technologie V2G v Česku z aktuálního bodu mrazu.

5.1.3 Stručný popis podstaty projektu a jeho etap

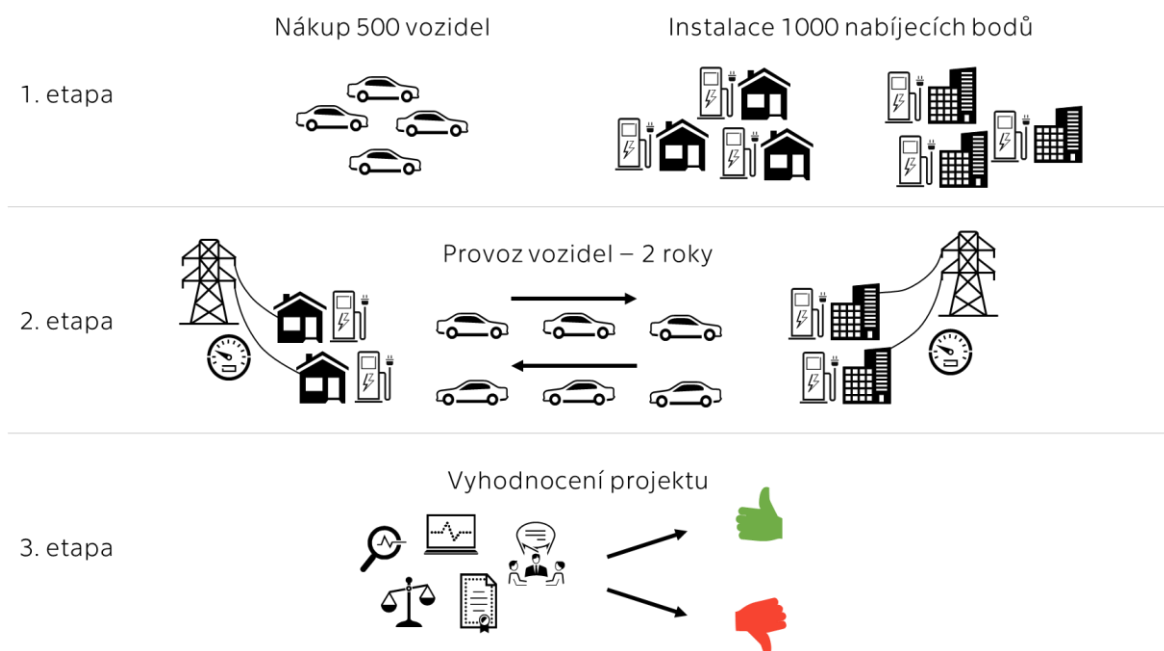
Jak již bylo řečeno, projekt si klade za cíl otestovat provoz elektromobilů V2G v českých podmínkách. Jelikož jiný podobný projekt v ČR nevznikl ani nevzniká, bude tato studie sloužit jako podklad pro zájemce, kteří by se chtěli pustit do rozvoje tohoto konceptu. Krom zjištění některých ukazatelů již v předprojektové fázi se díky zpracování studie proveditelnosti dozvíme i překážky, jejichž odladění by mělo nastat před využitím této technologie v běžném provozu. S reálným provozem se počítá po roce 2024, kdy by už měl být platný NEZ.

Projekt, který má pracovní název „Implementace technologie V2G v ČR“ se skládá, pokud nepočítáme předprojektovou fázi, ze tří etap. V první etapě se očekává nákup 500 elektromobilů s V2G a instalace dobíjecích bodů schopných oboustranného přenosu energie. Elektromobily podporující V2G aktuálně disponuje jen Nissan, bude se jednat o nákup vozů této značky. Model Leaf a NV200 EVALIA budou pořízeny v poměru 4:1. Nabíjecí stanice bude muset mít schopnost, jak nabíjet, tak vybíjet elektromobil a bude muset být kompatibilní s danými vozy, jiné požadavky nebudou potřeba. Bude se jednat o nákup a instalaci 1 000 dobíjecích bodů, pro každý automobil to tedy znamená dvě možná místa dobíjení. Jeden bod bude umístěn v domě uživatele elektromobilu a druhý v práci. Třetí fáze projektu bude vyhodnocení projektu a rozhodnutí, jestli se bude v projektu pokračovat i po uplynutí dvou let. Dílčí výsledky budou průběžně známy i během projektu, ale nebudou z nich vyvozovány finální závěry.

Financování projektu bude rozděleno podle zúčastněných subjektů a jejich dohod mezi sebou. V Anglii projekt e4Future probíhal ve spolupráci Nissanu a energetické společnosti E.ON, což se nabízí i v České republice. Počet ani jaké konkrétní subjekty budou nakonec součástí projektu není pro zpracovatelnost studie proveditelnosti zásadní. Energetická společnost bude vystupovat jako agregátor, v aktuálním legislativním nastavení se musí jednat o integrovaného agregátora. Agregátor bude zároveň provozovatelem projektu. Nabízí se pořízení elektromobilů a nabíjecích stanic společnostmi, které se zapojí do projektu. Otázka financování projektu je otevřena, je možné větší zapojení agregátora i po investiční stránce. Vozidla budou následně využívány jejich zaměstnanci. Nutností je instalace dobíjecího bodu u zaměstnance společnosti, podle toho tedy musí být zaměstnanec vhodně zvolen. Je zde předpoklad, že jako agregátor by figuroval subjekt, který se již například v zahraničí podílel na podobném projektu nebo má zkušenosti s agregací flexibility. Z toho plyne, že již bude mít technologie a správně odladěný software, který bude moci využít. Náklady na software tedy nebudou do projektu započítávány. Samozřejmostí je umístění smart metru a dalšího nutného příslušenství k provozu technologie V2G.

Otázka, jak naloží agregátor se získanou flexibilitou nebude ve studii proveditelnosti detailně řešena. Pravidla jsou stejná pro celý český trh, proto se do projektu mohou zapojit společnosti z celé České republiky. Pokud nebude zájem ze strany společností o tento projekt, je variantou oslovení napřímo možné uživatele elektromobilů. Zde by se ale musela vyřešit otázka vhodného umístění druhého nabíjecího bodu, který musí být mimo bydliště. Doufejme, že tento problém nebude muset být řešen a do projektu se zapojí dostatečné množství firem.

Jednotlivé etapy jsou jednoznačně rozděleny a harmonogram projektu je v zásadě jednoduchý. Vybavení, které jsou nutné pro průběh celého projektu jsou elektromobily, dobíjecí stanice a softwarové řešení. Nedílnou součástí jsou i lidské zdroje, ale těm se budu podrobněji věnovat v další kapitole. Nákup nebo spíše dodání elektromobilů bude jednodušší, pokud na projektu bude spolupracovat automobilka. Zde může být určitá prodleva, jelikož nemusí být dané množství vozidel k dispozici. Výroba případně nákup a instalace nabíjecích bodů by neměla být náročná. Celý projekt není termínově přesně vymezen. Předinvestiční fáze, do které se řadí i studie proveditelnosti nebude zde probírána. Přípravná fáze projektu známá spíše pod termínem investiční, do které se řadí pořízení elektromobilů, instalace nabíjecích bodů a vyzkoušení softwaru by měla proběhnout v co nejkratším čase, nejlépe v řádech týdnů. Hlavní část projektu neboli provozní fáze, od kdy se bude počítat i doba projektu, je stanovena na dva roky. Tato fáze by měla probíhat již bez velkých úprav a měla by být čistě v režii agregátora, který bude provozovatelem projektu a celého systému. Jelikož se počítá s tím, že budou data z provozu průběžně sledována a zpracovávána, vyhodnocení projektu by nemělo být časově náročné. Finální report by měl spatřit světlo světa maximálně do měsíce od ukončení provozu. Jednotlivé etapy projektu jsou znázorněny na obrázku 6.



Obrázek 6 Etapy projektu (vlastní zpracování)

5.1.4 Analýza trhu, odhad poptávky, marketingová strategie a marketingový mix

Tato část se věnuje se věnuje marketingu projektu, jenž se dříve nepřikládala taková významnost, dnes jsou ale považovány za nezbytné. Nejedná se pouze o pohled na činnost propagace jako reklama, jak si někteří pod termínem marketing představují. Jde o celkové řešení problému s trhem za pomoci správně zvolených metod, přístupů a činností. Nástroje pro analýzu trhu se používají metody jako PEST, SWOT a analýza Pěti tržních sil, případně jejich modifikace, některé z nich budou využity i v této práci. (30; s. 18–19)

Odhad poptávky v této studii proveditelnosti nebude řešena. Jediný problém týkající se poptávky v tomto projektu, by mohla být poptávka o poskytované elektrické energii neboli flexibilitě. Budeme vycházet ale z faktu, že poptávka po této službě bude a konkrétní využití flexibility bude na straně agregátora. Aktuálně také nic nenasvědčuje tomu, že by o službu V2G či V2H neměl být zájem, pokud by se ukázal opak, tak by samotný projekt měl o to větší váhu.

Marketingová strategie představuje jak ideu projektu díky definování poslání určité budoucí směřování pomocí vymezení strategických cílů projektu a následně zvolené strategie. Správně nastavené marketingové strategie výrazně může přispět k úspěšnosti projektu.

Další část této kapitoly je marketingový mix, jenž pomocí nástrojů nazývány 4P (product, price, promotion, place) se snaží představit marketingové problémy, kterými může být projekt ovlivněn. I když se jedná v určité části projektu o nabízení služby neboli produktu v podobě elektřiny, nebude se tato problematika výrazně řešit. Nejedná se o typický projekt a jak již bylo řečeno neočekává se problém s poptávkou. To znamená, že některé atributy ze 4P budou upozaděny. Detailnější analýzu marketingového mixu by měl provést až agregátor, který bude řešit prodej získané flexibility. Tato činnost je již na hraně projektu a mimo řešení v této studii proveditelnosti.

5.1.4.1 PESTLE analýza

Pro zhodnocení vlivů externího prostředí, které projekt ovlivňují jsem zvolil PESTLE analýzu. Oproti PEST analýze přidává k faktorům politickým, ekonomickým, sociálním, technologickým, také pohled z úhlu legislativního a ekologického.

Politické faktory

Není to jen politika České republika, ale také směřování celé EU. Důležitost hraje stabilní politická situace a její co největší míra předvídatelnosti. Na elektromobilitu mají vliv stejné faktory jako na ostatní podnikatelské sektory. Obecná podpora podnikání hraje zásadní roli, neřadí se sem jen přímo viditelné kroky jako dotační politika nebo snížení daňové zátěže, ale také faktory jako otevřený trh nebo různé mezinárodní organizace jako je EU, OECD, WTO. Pro odvětví energetiky je politická shoda napříč státy o to důležitější, v EU je na to navázáno spousty probíhajících spoluprací jako například vnitřní trh s elektřinou. Navíc energetika je velmi ovlivňována pomocí regulací ze strany

státu, proto se politickým faktorům u projektů týkající se tohoto sektoru přikládá velká váha.

Ekonomické faktory

Síla vlivu ekonomických faktorů se zásadně dotýká každého projektu. Výkonnost ekonomiky a úspěšnost hospodářské politiky lze vyvodit z makroekonomických faktorů jako hrubý domácí produkt, míra inflace, nezaměstnanost nebo obchodní bilancí. Vliv na zahraniční obchod, což se dotýká i elektromobility, má i vývoj měnového kurzu. Celý trh s elektřinou, ať už je to nabídka nebo poptávka po elektřině nebo počet subjektů, který bude chtít operovat či nově vstoupit na trh, bezpochyby ovlivní vývoj ceny elektřiny.

Sociologické faktory

Postoj společnosti k elektromobilitě je velmi různorodý, od zastánců této technologie jsou i na protějším břehu hlasitě slyšet i odpůrci. Je otázkou jak v budoucnu do oblasti dopravy a vnímání elektromobility promluví demografie. Růst populace pravděpodobně bude mít pozitivní vliv na počet dopravních prostředků, v budoucnu navíc elektromobil bude první a možná jedinou možností. Životní úroveň společnosti se zvyšuje, poptávka po moderních technologiích a inovacích také roste. Pro mladé spotřebitele se stává navíc elektromobilita něco normálního a všudypřítomného. Tím se dostává do povědomí, a i pozitivního světla i možnosti s elektromobilitou spojené jako je V2G.

Technologické faktory

Technologie výrazně promlouvá do elektromobility již několik let. Pokroky v tomto odvětví za poslední roky jsou obrovské. Technologické faktory jako automatizace, robotizace, nástupu průmyslu 4.0, vývoj IT a umělé inteligence povedou jen k dalšímu růstu tohoto odvětví. Jak je důležitý software, optimalizace procesů a činností v této oblasti o to víc v konceptu V2G, není pochyb. Již teď jsou technologické prvky na vysoké úrovni, ale stále se pracuje na zlepšení a jsou zde velká očekávání. Je důležité krom vývoje se také zaměřit na implementování technologií do reálného provozu, jako příklad spojený i s elektromobilitou bych uvedl chytré měřiče, což je jeden krok z modernizování celé elektrizační sítě a vytvoření tzv. smart grid. Technologie dnes hrají prim a kam se neje- nom elektromobilita, s tím spojený tento projekt posune záležití hlavně na nich.

Legislativní faktory

Jak již bylo zmíněno u politických faktorů, energetika je výrazně ovlivněna regulatorními příkazy, což znamená i výraznou legislativní zátěž. Aktuální systém v ČR funguje, ale již má spousty nedostatků a je nutné na jeho aktualizaci pracovat. Z různých právních předpisů, jako jsou zákony a nařízení je zásadní pro sektor energetiky znění energetického zákon. Změna zákonů musí být prováděna citlivě a s ohledem na všechny zainteresované subjekty, ještě k tomu, pokud se jedná o tak klíčové odvětví jako je energetika konkrétně prodej, distribuce a přenos elektřiny. V legislativě se musí ale promítnout i nařízení o ochraně osobních údajů a dat, kterými se může disponovat a

následně je dále poskytovat. Toto téma je probíráno i s ohledem na elektromobilitu, například s nakládáním informací o nabíjení elektroauta. Nejsou to ale jen České zákony, ale i směrnice Evropské unie, které mají velký vliv na fungování a směřování elektromobility. Tlak na snižování škodlivých látek, dekarbonizaci a protlačování nízkoemisních dopravních prostředků je znatelný.

Ekologické faktory

Ekologie promlouvá do fungování každodenního světa čím dál víc. Elektromobilita je nízkoemisní doprava a z tohoto pohledu je vnímána velmi pozitivně a je i výrazně prosazována v současnosti a změna se neočekává ani v následujících letech. Udržitelnost je další pojem, který výrazně rezonuje společností. Koncepty V2G a V2H tento pojem částečně charakterizují, i tím, že se snaží přispívat k šetrnějšímu nakládání s elektrickou energií. I díky tomu, že tyto technologie plní aktuálně nastavený trend, se jim předpovídá zářná budoucnost. Životní prostředí je potřeba chránit a určitým dílem by k tomu měla přispět i doprava, kterým je jeho velkým zatěžovatelem. Elektromobilita by měla být hybatelem v tomto ohledu a pokusit se tento nelichotivý fakt změnit.

5.1.4.2 SWOT analýza

Základním nástrojem pro zhodnocení a zjištění situace projektu je SWOT analýza. Zanalyzování vnitřního prostředí za pomoci silných a slabých stránek projektu a představení vnějšího prostředí díky příležitostem a hrozbám, kterým může projekt čelit. Daný seznam se primárně bude zaměřovat na technologii V2G / V2H, ale některé ze zmíněných faktorů lze aplikovat i na elektromobilitu jako celek.

Silné stránky

- Finanční příjem díky V2G
- Zvýšení nezávislosti
- Šetření baterie
- Nová technologie na trhu
- Úspěšné proběhlé projekty
- Zapojení uživatele elektromobilu do trhu s elektřinou

Slabé stránky

- Cena dobíjecí stanice
- Nekompatibilita s nabíjecími rozhraními
- Málo elektromobilů podporujících V2G
- Neznalost technologie u veřejnosti
- Nutnost speciální dobíjecí stanice
- Nedostatečná legislativa

Příležitosti

- Poptávka po elektřině – flexibilitě
- Zvyšující se počet elektromobilů
- Zlevnění dobíjecích stanic
- Zlevnění elektromobilů
- Růst cen elektřiny

- Nenasycený trh

Hrozby

- Snížení zájmu o elektromobily
- Nezájem o technologii V2G
- Jiná nízkoemisní vozidla
- Zastavení vývoje technologie V2G
- Nedostatečná poptávka po flexibilitě
- Nepřijetí potřebných legislativních úprav

Samotná SWOT analýza má jeden velký nedostatek. Jde čistě jen o vypsání faktorů, ale bez hlubšího popisu, například jak velký mají vliv na samotný projekt. Z tohoto důvodu se pro názornější a detailnější popis využívá matice EFE (External Forces Evaluation), která hodnotí externí faktory za pomoci váhy a stupněm vlivu. Pro interní faktory se následně využívá matice IFE (Internal Forces Evaluation). Celková suma vah musí být rovna 1,00, s tím, že každému faktoru se přiřazuje hodnota od 0,00–1,00. Stupeň vlivu faktorů u matice EFE je od 1-4 (nízký – nejvyšší), u matice IFE je 1 – významná slabá stránka, 2 – méně důležitá slabá stránka, 3 – méně důležitá silná stránka, 4 – významná silná stránka. Vážené ohodnocení se získá vynásobením váhy a stupně vlivu, součet vážených ohodnocení je roven celkovému váženému ohodnocení. Z tohoto ohodnocení lze zjistit citlivost projektu na externí či interní prostředí. Největší citlivost nebo silná interní pozice je při výsledku 4, střední citlivost nebo průměrná interní síla odpovídá 2,5 a nízká citlivost nebo slabá interní pozice hodnotě 1. (31, s. 245–265)

Tabulka 3 Matice EFE (vlastní zpracování)

Faktor	Váha [V]	Stupeň vlivu [SV]	[V] x [SV]
Příležitosti			
1. Poptávka po elektřině – flexibilitě	0,09	4	0,36
2. Zvyšující se počet elektromobilů	0,12	3	0,36
3. Zlevnění dobíjecích stanic	0,07	2	0,14
4. Zlevnění elektromobilů	0,09	2	0,18
5. Růst cen elektřiny	0,04	1	0,04
6. Nenasycený trh	0,03	1	0,03
Hrozby			
1. Snížení zájmu o elektromobily	0,13	3	0,39
2. Nezájem o technologii V2G	0,18	3	0,54
3. Jiná nízkoemisní vozidla	0,07	2	0,14
4. Zastavení vývoje technologie V2G	0,05	1	0,05
5. Nedostatečná poptávka po flexibilitě	0,03	2	0,06
6. Nepřijetí potřebných legislativních úprav	0,10	3	0,30
Σ	1,00		2,59

Tabulka 4 Matice IFE (vlastní zpracování)

Faktor	Váha [V]	Stupeň vlivu [SV]	[V] x [SV]
Silné stránky			
1. Finanční příjem díky V2G	0,13	4	0,52
2. Zvýšení nezávislost	0,08	3	0,24
3. Šetření baterie	0,09	4	0,36
4. Nová technologie na trhu	0,04	3	0,12
5. Úspěšné proběhlé projekty	0,07	3	0,21
6. Zapojení uživatele elektromobilu do trhu s elektřinou	0,10	4	0,40
Slabé stránky			
1. Cena dobíjecí stanice	0,08	1	0,08
2. Nekompatibilitnost s nabíjecími rozhraními	0,06	2	0,12
3. Málo elektromobilů podporující V2G	0,11	1	0,11
4. Neznalost technologie u veřejnosti	0,05	2	0,10
5. Nutnost speciální dobíjecí stanice	0,09	1	0,09
6. Nedostatečná legislativa	0,10	1	0,10
Σ	1,00		2,45

Jak hodnoty vah, tak stupně vlivu jednotlivých faktorů byly expertně odhadnuty tvůrcem matic EFE a IFE. Dle obou matic můžeme vidět jakou váhu (důležitost) mají jednotlivé faktory na projekt a jaký je jejich stupeň vlivu. Nejvýznamnější příležitosti jsou 1 a 2 s ohodnocením 0,36. Velmi zásadní je hrozba 2. Nezájem o technologii V2G s hodnotou 0,54, jelikož projekt se věnuje této technologii, tak toto zjištění není překvapivým. Za nejvýznamnější silnou stránku se dá považovat finanční příjem V2G s váženým ohodnocením 0,52. Slabé stránky jsou dle důležitosti velmi vyrovnané. Celkové vážené ohodnocení u matice EFE je 2,59, což odpovídá střední citlivosti projektu na externí

prostředí. Suma vážených ohodnocení u matice IFE je rovna 2,45, jenž značí průměrnou interní sílu. S těmito výsledky se dá dále pracovat například dosazením do matice IE neboli matice hodnocení interních a externích faktorů. Tato matice se používá především u tvorby strategií. Pokud by se jednalo o podnik, tak by tento výsledek hodnocení u matice IE znamenal oblast V., strategii „Udržuj a prověřuj“, to by znamenalo doporučení penetrace na trh a vývoj produktu. (31, s. 315–321) Pokud bychom řešili u tohoto projektu volbu strategie, lze tyto poznatky využít.

5.1.4.3 Marketingová strategie

Poslání (mise) projektu, jenž je součástí marketingové strategie, by mělo vyjadřovat základní činnosti a funkce ve vztahu k trhu, respektive k potenciálním uživatelům projektu. (30, s. 20) Pro tento projekt by poslání mohlo být v tomto znění:

Vyhodnocení technologie V2G v českém prostředí a zvýšení zájmu o tento koncept nejenom subjektů již účastněných trhu s elektřinou, ale i nově vstupujících jako je iniciativní vlastník elektromobilu.

Další pojem spjatý s marketingovou strategií je definování hlavního strategického cíle projektu, jehož má být dosaženo realizací projektu. Pokud se strategický cíl dále rozpadá na další dílčí specifické cíle, není nutnost, aby se držel principu SMART (specific, measurable, achievable, realistic, time-bound). Pokud bychom se přece jenom drželi metody SMART, strategický cíl projektu by mohl mít takovou podobu:

Po dvou letech provozu technologie V2G na území ČR rozhodnout, zda je koncepce ekonomicky výhodná či nikoliv, případně definovat jiný přínos projektu. Díky těmto zjištěním by mělo být výstupem, jestli se bude pokračovat v provozu, případně se začne nový projekt nebo technologie V2G bude prozatím v Česku upozaděna.

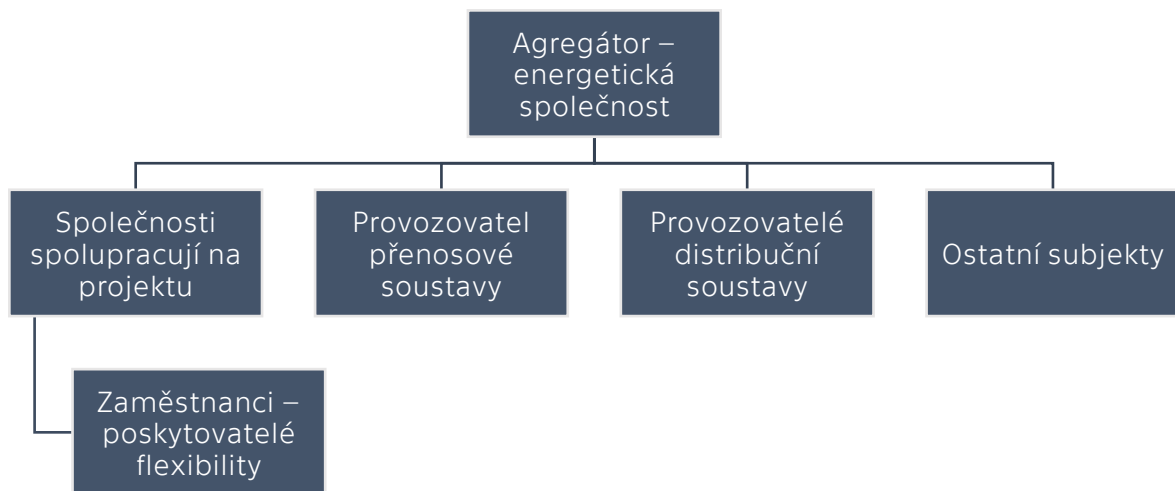
Postup k dosažení hlavního cíle by mělo být jednodušší za pomoci správně zvolené strategie. Jedna metoda k zjištění strategie již zde byla zmíněna, jedná se o matici IE (internal – external). Dalšími variantami je například matice TOWS, jejímž základem je matice SWOT a váží se zde vzájemný vliv externích a interních faktorů. Z doporučených strategií, které vyjdou z výše zmíněných metod lze vybrat nejvhodnější strategii pomocí matice QSPM (Quantitative Strategic Planning Matrix). V této matici se jednotlivé strategie postaví proti sobě. Každému faktoru se krom váhy, tak jak to bylo i u EFE a IFE matice, přiřadí i koeficient důležitosti. Celková důležitost se vypočte součinem váhy a koeficientu důležitosti. Součet jednotlivých celkových důležitostí stanoví celkové hodnocení strategie, tzv. TAS (Total Attractiveness Score). Dle nejvyšší hodnoty TAS bude následně zvolena strategie.

Pro tento projekt nebude zvolena konkrétní strategie, jedná se totiž o specifický projekt, u něž vlastně není v aktuálním znění přesně definovaný trh a jde spíše o hypotetickou studii. Jak již ale bylo řečeno dobrým základem jsou matice EFE a IFE a z nich plynoucí matice IE, z které již určitou strategii lze vyvodit.

5.1.5 Management projektu a řízení lidských zdrojů

Dalším dílčí krok ve studii proveditelnosti je vyřešení managementu projektu. V této části je nutné obsáhnout záležitosti týkající se plánování, organizační činnosti, řízení a kontroly procesů, organizačních jednotek a veškerých lidských zdrojů. (30, s. 22)

Do jak velkého detailu je zpracována tato část se odvíjí od potřeb projektu. V tomto projektu, řekněme spíše ve studii proveditelnosti není potřeba řešit konkrétní otázky týkající managementu a lidských zdrojů. Je to hlavně z důvodů, že projekt je připravován na obecné bázi a není zde jistota, kdo se konkrétně projektu ujme a jaké subjekty se na projektu budou podílet. Pokud bychom promítli ideální scénář, tak organizační struktura by mohla mít takovou podobu, obrázek 7.



Obrázek 7 Návrh organizační struktura projektu (vlastní zpracování)

Obrázek 7 je možný návrh organizační struktury, jedná se jen tzv. high level. Je zde naznačená spolupráce, tak jak by mohla vypadat pro tento projekt. Jako provozovatel projektu by působil agregátor, nejlépe energetická společnost, která již má s danou problematikou zkušenost, například se účastnila podobného projektu v zahraničí. V další úrovni by to byli subjekty, které se na projektu podílejí ať už v užší spolupráci nebo například jen jako součástí nějaké větší pracovní skupiny. Pod pojmem společnostmi spolupracujícími na projektu se myslí ty firmy, které si budou chtít pořídit elektromobily s V2G a následně je poskytnout svým zaměstnancům k užívání. Zaměstnanci se tím pádem stanou provozovateli elektromobilů a tím pádem i poskytovateli flexibility. Smluvní vztah s agregátorem bude uzavřen na přímo nebo právě přes zaměstnavatele. Důležitá bude spolupráce agregátora s provozovatelem přenosové soustavy, nebude to jen z důvodů nabízení flexibility, ale i v rámci sdílení dat. Stejně tak i

kooperace s provozovateli distribučních soustav. Mezi ostatní subjekty se dají zařadit například spolupracující automobilky nebo jiné neveřejné či veřejné společnosti. Jelikož tento projekt je prvního svého druhu na území ČR, a navíc si klade za cíl i určitou osvětu v technologii V2G. Snaha je přilákat, co nejvíce zájemců o tento projekt. Vhodné by bylo zřízení pracovní skupiny, kde by byli zástupci ze všech zúčastněných skupin a při pravidelných schůzkách by byli informováni o aktuálním dění. Jak bude konkrétně fungovat agregátor z hlediska struktury zde nebude rozebíráno. Bude ale nutné pokrýt celé spektrum činností, které jsou nezbytné k provozu takového projektu. Předpokládá se vyčlenění celého projektového týmu, od vedoucího projektu až po technika. Financování projektu je otevřené a záleží na dohodě účastníků projektu. Lze aby náklady na pořízení elektromobilů a dobíjecích stanic hradily společnosti, které budou využívat elektromobily a následné provozní náklady celého systému a projektu byly v režii agregátora.

Jak již bylo několikrát řečeno, jedná se o pouze hrubý nástřel organizační struktury projektu, a to jen z pohledu subjektů jako celků. Nakonec bude záležet, kdo konkrétně se bude účastnit projektu a od toho se bude odvíjet, jak budou jednotlivé kompetence rozděleny.

5.1.6 Technické a technologické aspekty

Elektromobilita a samozřejmě i koncept V2G je výrazně spojen s technickými a technologickými aspekty. Fungování technologie V2G po technické stránce je velmi zajímavé, a lze by o tom napsat spoustu řádků, možná dokonce i samostatnou diplomovou práci. V této konkrétní práci to ale není to hlavní, čím jsem se chtěl zabývat a není tomu tak ani u zpracování této kapitoly ve studii proveditelnosti. Sepsat ale určité technické a technologické poznatky je nutností. Již se tak částečně stalo v praktické části, zde již budou jen doplněny dle potřeby.

Pokud začneme u elektromobilů, tak ne všechny jsou schopni podporovat technologii V2G. Z velkých automobilek se tato technologie dočkala podpory jen ze strany Nissanu, jsou to modely Leaf a e-NV200. S těmito čistě elektrickými automobily je počítáno i v projektu. Model Leaf pro český trh je nabízen s velikostí baterie 40 kWh nebo 62 kWh s aktuální cenovkou začínající na 819 000 Kč respektive 1 019 000 Kč. (32) Elektrická dodávka e-NV200, kterou lze pořídit i jako osobní automobil se sedmi místy startuje na ceně 1 136 000 Kč vč. DPH. (33)

Technologii V2G lze aktuálně použít přes nabíjecí standard CHAdeMO a CCS. Nabíjecí stanice se standardem CHAdeMO jsou v tomto ohledu více používány, jelikož Nissan, jehož automobily využívají V2G právě toto rozhraní používá. CCS je využíván o v souvislosti s V2G hlavně v Severní Americe pro větší vozidla jako jsou školní autobusy. Na poli nabíjecích stanic je velmi aktivní společnost Nuvve, která má v nabídce i stanice s technologií V2G pro oba zmíněné nabíjecí standardy. Co se týče ceny nabíjecího hardwaru V2G, tak je 4 000-6 000 GBP vyšší než u standardní stanice, což je v přepočtu 120 000-180 000 Kč. Cena se má rapidně během let snižovat a v roce 2030 by měla být rozdíl jen 1 000 GBP, to odpovídá v aktuálním kurzu 30 000 Kč. (34) Například společnost Indra nabízí nabíječku V2G pro domácnosti s maximálním udávaným výkonem 7,4

kW. Tuto nabíječku instaluje do domácností společnost EV-NRG v Austrálii a na Novém Zélandu za 10 000 USD, to je přes 200 000 Kč. Nutno dodat, že se jedná o první V2G do domácností a úspěšně tento model nabíječky je použit v Projektu Scirus. V tomto projektu je již instalováno napříč Spojeným královstvím 325 V2G dobíjecích stanic. V projektu e4Future taktéž v Anglii byly použity nabíjecí stanice vyvinuté Nissanem o výkonu 10 kW jenž využívaly flotily aut až o celkovém počtu přesahují 1 000 vozidel a stejném počtu dobíjecích bodů. (34; 35; 36; 37; 38)

Co se je oproti klasickému nabíjení nutností, bez které by se V2G technologie neobešla je software. Agregátor jako provozovatel projektu by měl mít tuto část v gesci. Je možnost využití vlastního systému případně použití již odladěného softwaru, jaký například přináší společnost Kaluza. Jejich inteligentní energetická platforma přináší softwarové požadavky potřebné k provozu V2G. Komunikace s velkoobchodním trhem, distribuční sítí a sbírání všech potřebných a vše v reálném čase přináší ideální variantu pro uživatele elektromobilu s V2G. Vše lze uživatel může sledovat přes mobilní aplikaci a dávat příkazy. Úspěšně byla tato platforma aplikována v již jednou zmíněném projektu Scirus. (34, s. 2–3)

Elektřinu, kterou lze využít pomocí V2G bude použita agregátorem jako flexibilita. Tato flexibilita bude nabízena na trhu s elektrickou energií a bude čistě v režii agregátora pro jakou aplikaci nakonec bude využita. energii z baterií elektromobilů je možné také využívat i pro zásobování domu V2H, s touto variantou se ale nebude primárně počítat, jelikož nejsou známy přesné finanční toky, zvýhodnění, jaké by tato technologie přinesla. Jaký objem flexibility a s tím spojenou výnosnost lze při provozu elektromobilu s V2G dosáhnout bude vycházet z již proběhlých projektů. S konkrétními hodnotami se obeznámíme v následujících kapitolách.

Vývoj technologií používaných na V2G se stále vyvíjí a čím více se dostává tento koncept do běžného provozu, tak přivádí nové společnosti zabývající se touto problematikou. To má pozitivní vliv jak na výzkum, tak ale i na snižující se cenu jednotlivých komponentů.

V kapitole týkající se jednotlivých etap projektu se mluví o nákupu 500 elektromobilů a použití 1 000 nabíjecích bodů. Mělo by jít o 400 kusů modelu Leaf a 100 kusů e-NV200, jedna polovina nabíjecích stanic by měla být umístěna ve společnostech a druhá polovina v domácnostech uživatelů elektromobilů. Tyto počty pořízených zařízení jak elektromobilů, tak dobíjecích stanic je možné upravit dle zájmu společností o projekt. S těmito kusy se ale bude počítat v ekonomické části projektu, takže pokud dojde ke snížení případně zvýšení 500 elektromobilů respektive 1 000 dobíjecích stanic je nutné výpočty ve finančním plánu upravit. Náklady na projekt a výnosnost z využívání technologie V2G bude detailněji rozpracována v dalších kapitolách studie proveditelnosti.

5.1.7 Dopad projektu na životní prostředí

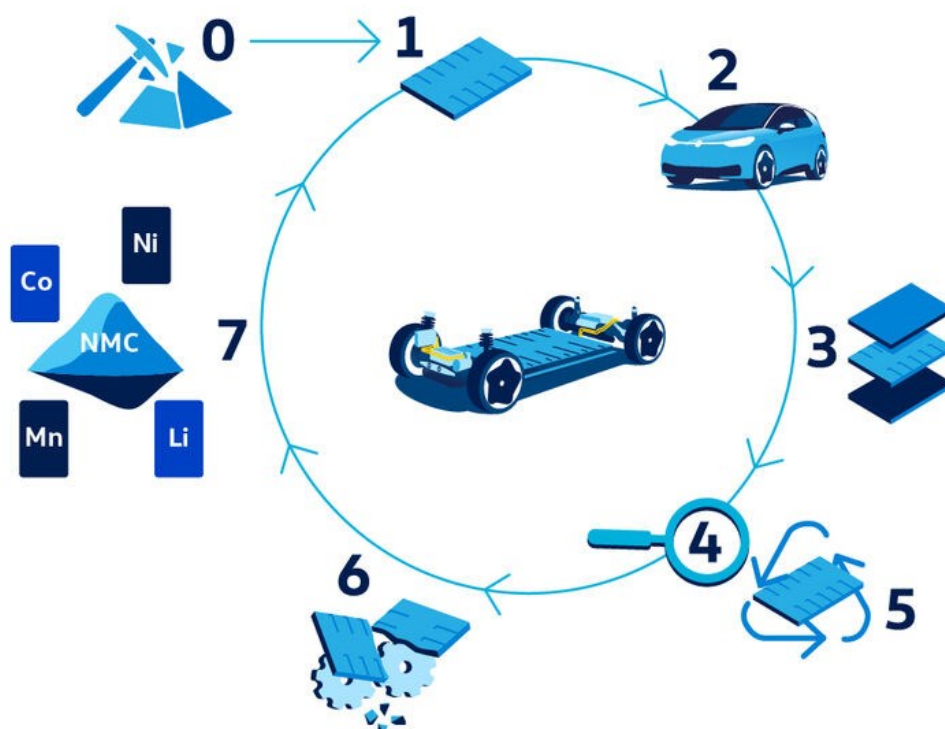
Není pochyb, že elektromobilita má pozitivní vliv na životní prostředí. Několikrát byl tento fakt zmíněn i v této diplomové práci. Vypovídá tomu i skutečnost, že elektromobilita je hojně podporována například EU a je nutnou součástí pro splnění ekologických

cílů. Dle plánů by měla domoci k celkové dekarbonizaci, jelikož sektor dopravy díky spalovacím motorům je velkým znečišťovatelem.

Pokud se podíváme čistě na technologii V2G nejsou zde patrné negativní dopady na životní prostředí. Spíše naopak. Jelikož tento systém je schopen dodávat elektřinu do sítě, lze díky správnému nastavení být šetrnější a prospěšný k celé elektrizační soustavě. Možnost dodávat do sítě elektřinu, když je její nedostatek. Díky tomu nebude muset být zvýšen výkon u klasických, „neekologických“, zdrojů. Pomocí chytrého nabíjení navíc lze čerpat, když je přebytek v síti a místo plýtvání vyrobené elektřiny nebo její neúčinné ukládání se může energie smysluplně využít.

Problém, který je často zmiňovaná s elektromobilitou týkající se enviromentálních dopadů, je likvidace baterií po jejich životnosti. Automobilky jsou si toho vědomi a snaží se podniknout všechny možné kroky k eliminaci negativních vlivů. Přístup jednotlivých výrobců elektromobilů je dost podobný, v první fázi se snaží uživatele vzdělat v ohledu nabíjení baterie. Cíl této snahy je snížení degradace baterie. K tomuto přispívá dle studií i technologie V2G, která drží energii v baterii v ideálním rozmezí. Samozřejmostí je záruka automobilek, která je poskytována zákazníkům. Volkswagen AG nabízí osmiletou záruku (nebo ujetí 160 000 km), že nedojde k poklesu využitelné kapacity pod 70 %. Samotná baterie má pásma ochrany, aby nedošlo k jejímu přebití nebo hlubokému vybití, tyto bezpečnostní zóny jsou okolo 4 % respektive 6 %. (39) Důraz je kladen také na využití baterie po uplynutí její životnosti pro provoz v elektromobilu. Jelikož baterie bude mít ještě relativně vysokou kapacitu, lze ji využít pro jiné, tolik nenáročné aplikace. Například čistě jako úložiště energie pro obnovitelné zdroje. Pokud se baterie neshledá jako vhodná pro další využití nastává proces recyklace. Krom využití materiálů z baterie, se tímto procesem snižuje i potřeba těžit suroviny, které jsou na baterii potřebné. To má pozitivní vliv na životní prostředí. Proces recyklace se snaží společnosti stále inovovat a dosáhnout znovupoužití co největšího procenta materiálu.

Automobilka Volkswagen si recyklační smyčku pro materiál obsažené v katodě si představuje takto, obrázek 8.



Obrázek 8 Recyklační smyčka materiálu baterie, Volkswagen (40)

Od těžby suroviny, výroby baterie a jejího použití v elektromobilu se dostáváme do fáze demontáže bateriového systému jeho zkoumání. Zde se rozhodne o možném dalším využití baterie, pokud se nenajde vhodná aplikace na využití dochází drcení a následné separaci a zpracování jednotlivých komponent. Jde převážně o prvky jako nikl, kobalt, mangan a lithia jež mohou být obětovně použity na výrobu baterie. Za cíl si automobilka klade recyklování 97 % surovin, aktuálně je Volkswagen na hodnotě 53 %, od pilotního projekt běžící od roku 2020 v Salzgitteru se slibuje 72 %. (40)

Tohle je jenom potvrzení, že možné dopady na životní prostředí jsou důležité i pro samotné automobilky. Stopu v přírodě, která vzniká kvůli elektromobilitě je potřeba redukovat na minimum a docílit udržitelnosti. Oproti automobilům se spalovacími motory je následný provoz elektromobilů bezemisní, což je jen potvrzení, že tento projekt může z pohledu životního prostředí dostat zelenou.

5.1.8 Zajištění investičního a oběžného majetku

Tato kapitola je by měla shrnout jaký majetek, ať už oběžný nebo finanční je nutný pořídit k projektu. Projekt je specifický z pohledu více účastněných subjektů, a i výstupní produktem / službou, proto ani tato část studie proveditelnosti nebo úplně odpovídat klasickým předpokladům.

Pro projekt je potřeba pořídit 500 elektromobilů a instalovat 1 000 dobíjecích stanic. Poměr je stanovený na 400 kusů Nissanu Leaf a 100 kusů Nissanu e-NV200. 500

dobíjecích stanic bude instalováno u firem podílejících na projektu a 500 bude použito v domácnostech zaměstnanců společností, jež budou provozovat elektromobily. Typově se bude jednat o nabíjecí stanice, které byly použity v projektu e4Future a na jejichž vývoji se podílel Nissan. U zaměstnanců budou instalovány stanice od společnosti Indra s výkonem okolo 6 kWh, které figurovali v projektu Scirius a jsou ideální pro domácí použití. Budu vycházet z dostupných údajů a ceníků společností. Nissan Leaf na českém trhu lze pořídit ve dvou variantách dle velikosti baterie, s 40 kWh a 62 kWh označován jako Leaf e+. Cena základního modelu Leaf (Visia) je 819 000 Kč (676 860 Kč bez DPH). (32) Cena dodávky e-NV200 v základní výbavě označovaný jako Visia je 877 000 Kč bez DPH. Lze místo dodávky zvolit variantu s třetí řadou sedaček, ale ta začíná na 938 84 Kč bez DPH, a proto se v projektu s tímto typem nepočítá. (33) Cena nabíjecích stanic s V2G není oficiálně uváděná, z dohledaných informací se jeví jako pravděpodobně, že cena za domácí nabíječku Indra i s instalací je okolo 10 000 USD, tzn. 215 000 Kč. Výdaje za nabíječku schopnou operovat v režimu V2G, která byla použita při projektu e4Future, jenž je schopná operovat při výkonu až 10 kW, jsem stanovil na 256 000 Kč (součet ceny klasické dobíjecí stanice 80 000 Kč a hodnoty 6 000 GBP, jenž je uváděna pro možné použití stanice jako V2G). Celkové výdaje, pokud se jedná o investiční majetek, tedy představuje tato tabulka.

Tabulka 5 Výdaje za investiční majetek (vlastní zpracování)

Investiční majetek	Typ	Počet kusů	Cena za kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Elektromobil	Nissan Leaf	400	676 860	270 744 000
	Nissan e-VN200	100	877 000	87 700 000
Nabíjecí stanice	Indra – wallbox	500	215 000	107 500 000
	„Nissan“ – klasická	500	256 000	128 000 000
Celkové výdaje za majetek				593 944 000

Celkové výdaje za 500 elektromobilů a 1 000 nabíjecích stanic jsou 593 944 000 Kč. Je potřeba si uvědomit, že investice to tohoto hmotného investičního majetku se rozdělí mezi účastníky projektu. Bude záležet kolik společností se najde v ČR, které se budou chtít podílet na tomto inovativním konceptu. Každoročně společnosti obnovují svou flotilu automobilů a proč tuto činnost nevyužít s možností pořídit si elektromobily. Většinou se jedná o pořízování aut na operativní leasing, tato varianta by případně byla možná i v tomto projektu, ale pro objektivnější výpočet byl zvolen rovnou nákup elektromobilů. Ceny aut jsou uvedeny bez DPH, jelikož se jedná nákup právníckými osobami.

Jsou zde možnosti, že cenovka za elektromobily a nabíjecí stanice by se mohla snížit. Ještě v roce 2020 bylo možné žádat o dotace v programu ministerstva průmyslu a obchodu „Nízkouhlíková technologie – Elektromobilita“. Program byl vypsán pro podniky, s možností získání od 20–30 % (dle velikosti podniku) způsobilých výdajů na nákup osobního elektromobilu případně na pořízení neveřejné nabíjecí stanice. Podobný program v roce 2021 zřejmě nebude vyhlášen, otázkou je, jak to bude s dotacemi na elektromobilitu pro podniky v dalších letech. Další možností je zapojení automobilek,

například Nissanu, do projektu a získat například slevu na nákup elektromobilů. Případně spolupráce s výrobcí dobíjecích stanic. (41, s. 8)

Ve Velké Británii jsou tyto projekty vehementně podporovány ze strany státu, je to vidět i na výši finanční podpory, která se těmto projektům poskytuje. Peníze jsou čerpány přes veřejnoprávní inovační agenturu Innovate UK, pro projekt e4Future byl navrženo grant ve výši 5 923 455 GBP (178 mil. Kč) z celkových nákladů na projektu 9 864 301 GBP, to znamená 60 % podporu. U projektu Sciurus je podpora ve výši 3 138 829 GBP (94 mil. Kč), to by mělo pokrýt více než 65 % nákladů projektu. Pokud by se takhle angažoval i český stát v inovacích bylo by to jen dobře. Je otázkou, jestli by tento projektu týkající se V2G by se mohl napasovat na nějaký státní případně program EU a tím získat finanční dotace. (42, s. 3, 10)

Krom výše zmíněných dvou typů investičního majetku je pro provoz potřeba ještě jeden nehmotný investiční majetek. Konkrétně se jedná o software. Počítá se s tím, že software je již vyvinut agregátor, jež vede tento projekt jím disponuje. Případně je možné použít softwary vyvinuté k použitým nabíjecím stanicím. Takže výdaje na něj nebudou uváděny. Ostatní investiční majetek, pokud nějaký bude, bude zaujímat marginální výdaje oproti ostatním již zmíněným. Oběžný majetek bude řešen na úrovni jednotlivých společností a jako celek nebude brán v úvahu. S tím se pojí i náklady na provoz projektu, které budou zahrnuty do běžného fungování jednotlivých účastnických společností.

Doba projektu, konkrétně provozní část je plánována na 2 roky. Elektromobily a nabíjecí stanice mají ale životnost přesahující tento projekt. Minimálně výrobci elektromobilů dávají záruku na baterii 8 let, což jen vypovídá o možné dlouholetosti elektromobilů bez nutnosti zásahu. Samozřejmě oproti spalovacím motorům je elektromotor téměř bezúdržbový a výrazný servis není potřeba. Odpadávají tedy i náklady na provoz elektromobilu a po případně výměně baterie je schopen automobil provozu dalších několik ne-li desítek let. Po ukončení projektu je tedy možné elektromobily dále využívat anebo prodat. S využitím nebude problém ani u dobíjecích stanic, jelikož se počítá s nárůstem elektromobilů a ty se bez tohoto zařízení neobejdou. Jak elektromobily, tak dobíjecí stanice by měli být hrazeny financemi firem, které budou tyto prostředky využívat. Je zde samozřejmě možná spoluúčast se zaměstnanci firmy, jelikož jeden nabíjecí bod bude instalován u zaměstnance doma. Vyrovnání těchto stran, ale bude čistě v jejich režii.

5.1.9 Finanční plán a analýza projektu

Další nezbytná část studie proveditelnosti je podrobit projekt finanční analýze. Běžně se tato část dělí do tří po sobě jdoucích kroků, kdy přes kalkulaci nákladů a tržeb se plynule přejde k nalezení bodu zvratu a vrcholem je vytvoření finančního plánu. Pro projekty, kde jde čistě o prodej produktu nebo služby je tento proces tento proces přirozený. Ale tento projekt v tomto ohledu nemá klasické parametry, a proto zvolený přístup v této kapitole musí být adekvátně přizpůsobený.

Již v předchozí kapitole se řešilo, že jediné podstatné výdaje, budou za investiční majetek. Můžeme tedy hovořit o investičních nákladech. Celková jejich hodnota by měla být 593 944 000 Kč. Tyto kapitálové náklady se z hlediska účetnictví jsou započteny k aktivům a odpisují se dle příslušné odpisové skupiny, v tomto případě to znamená pro elektromobil 2. skupina a pro nabíjecí stanici 3. skupina, což je 5 respektive 10 let odpisování. Provozní náklady projektu budou v režii agregátora, jelikož se počítá s tím, že elektromobily rozšíří pouze jeho portfolio poskytovatelů flexibility nepočítá se zde s navýšením jeho náklady. Pokud by se jednalo o agregátora, který by čistě vznikl za účelem agregace flexibility z tohoto projektu, přístup by musel být odlišný. Bylo by nutné vybudovat celou infrastrukturu společnosti, která by se o projekt chápáno jako prodej flexibility starala. Lze zahrnout ještě obecně provozních náklady elektromobilu, což je nabíjení automobilu. Tyto náklady by vznikly i při normálním používání elektromobilu, proto nebudou zahrnuty do výpočtu.

Je potřeba si uvědomit, že tento projekt není přímo zaměřen na generování zisku. Výdělek je spíše taková okrajová záležitost, řekněme přivýdělek, k dennodennímu používání elektromobilu. Musí se k tomu takto přistupovat i z pohledu výpočtu ekonomických ukazatelů. Nelze tedy ani provést výpočet bodu zvratu. I když to není primární účel projektu, je potřeba se podívat i na příjmovou část, jenž se dá docílit poskytováním flexibility. Je potřeba si uvědomit, že poskytování flexibility není jedinou možností, jak zhodnotit elektromobil s V2G.

5.1.9.1 Výnosnost technologie V2G

Pro výpočet výnosnosti elektromobilu využiji vzorec uváděný pro roční výnosnost z vychází ze vzorce účasti na regulaci frekvence. Názvy proměnných a jejich označení upravím dle české terminologie. (20; s. 77)

$$V = C * P * t \quad (1)$$

V – roční výnosnost technologie V2G [Kč/rok]

C – cena za službu [Kč/MWh]

P – výkon nabíjecí stanice [MW]

T – čas připojení za rok [h/rok]

Vzorec 1 pro výpočet roční výnosnosti, je sice uváděn pro výnosnost regulace frekvence neboli podpůrných služeb. V této práci využiji tento vzorec nejenom na využití V2G pro podpůrné služby, ale i pro prodej na krátkodobém trhu s elektřinou.

V teoretické části jsem zmiňoval, že v nejbližší době v reálném provozu nebude flexibility z elektromobilů využívána pro podpůrné služby. Jelikož ale zde ta možnost je, minimálně u pilotních projektů, tak pro úplnost uvedu i právě využití flexibility jako službu výkonové rovnováhy (SVR). Budu řešit dvě hlavní SVR, a to primární neboli zálohu pro automatickou regulaci frekvence (FCR) a sekundární neboli automaticky ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy (aFRR).

Kromě využití flexibility pro podpůrné služby provedu výpočet výnosnosti získané elektrické energie prodejem na krátkodobém trhu s elektřinou. Krátkodobý trh je rozdělen na blokový, denní a vnitrodenní. Jejich fungování dle nebudu rozebírat, jen pro zajímavost uvedu množství obchodované elektřiny v roce 2020, blokový trh 5 GWh, denní trh 22,41 TWh, vnitrodenní 4 444 GWh. Pro každý trh uvedu výpočet zvlášť. (43)

Detailněji se teď podívám na jednotlivé proměnné vzorce 1.

Cena za službu, označená jako C je bude uváděna v českých korunách za MWh. Ceny za služby jsou uváděny za rok 2020. Zdroje cen za služby výkonové rovnováhy jsou od provozovatele přenosové soustavy ČEPS a ceny elektřiny na krátkodobém trhu jsou uvedeny v roční zprávě OTE. Cena elektřiny na krátkodobém trhu je pro větší přesnost rozdělena na cenu ve špičce (peak 8:00 – 20:00) a mimo ni (off-peak 0:00 – 8:00 a 20:00 – 24:00). Uvažuje se prodej jak na blokovém, denním, tak vnitrodenním trhu s elektřinou. Na denním a vnitrodenním trhu je obchodovaná měna EUR, pro převod byl použit průměrný kurz za rok 2020, 1 EUR = 26,444 Kč. (44; 45; 46)

Pro SVR se uvažují dvě služby, a to FCR a aFRR (pouze rezervovaná kapacita). Lze nabízet službu aFRR jako zápornou (nabíjení), tak kladnou (vybíjení) regulaci. Pro zjednodušení výpočtu budu počítat se součtem uváděných možností, tzv. symetrickou aFRR. Ceny za SVR jsou rozděleny za pracovní a nepracovní den / noc. Rozdíl není výrazný, proto jsou hodnoty za tyto služby zprůměrovány.

Přehled cen za jednotlivých služeb, kde může být využita flexibilita z elektromobilů je uvedeno v tabulce 6.

Tabulka 6 Ocenění jednotlivých služeb (vlastní zpracování)

Služba		Cena [Kč/MWh]	
		Peak	Off-peak
SVR	FCR	471	
	aFRR	555	
Krátkodobý trh	Blokový	1 216	1 340
	Denní	986	792
	Vnitrodenní	1 073	866

Výkon nabíjecí stanice, uváděn v MW. V projektu se počítá s využitím nabíjecí stanice v pracovišti, pracovně označována jako „Nissan“ s výkonem 10 kW a wallboxu společnosti Indra umístěného v domě uživatele elektromobilu s výkonem 7,4 kW.

Tabulka 7 Výkon nabíjecích stanic s V2G (vlastní zpracování)

Nabíjecí stanice	Výkon [kW]	Výkon [MW]
Indra – wallbox	7,4	0,0074
„Nissan“ – klasická	10	0,01

Čas připojení za rok, udávaný v hodinách. Během provozu elektromobilu mohou nastat tři situace. Buď je připojen k nabíjecí stanici v práci, doma anebo je na cestě neboli

mimo nabíjecí stanice s V2G. Doba připojená k nabíjecí stanici je individuální u každého uživatele. Jako podklad jsem se snažil využít studii zákaznických archetypů zpracovaný společností Cenex. (47; S. 42–56)

Chování uživatele je potřeba rozdělit na dva různé scénáře, a to na pracovní den a nepracovní den. Rozdílnost je v těchto dnech v připojení k dobíjecí stanici. Jednotlivé dny se ještě musí rozdělit z důvodů cen elektřiny na špičku (peak) a mimo špičku (off-peak).

V pracovním dni se počítá s klasickou 8hodinovou dobou připojení k nabíjecí stanici v práci, 9:00 – 17:00. Cesta z práce domů zabere 1 hodinu, zbytek dne bude elektromobil připojen k domácí nabíječce. Nepracovní den bude automobil připojen k nabíječce 16 hodin, 8 hodin ve špičce a 8 hodin mimo špičku, tzn. téměř 70 % času. Zbytek času je vyhrazen pro využití elektromobilu pro osobní účely.

Tabulky 8 a 9 představují pracovní, respektive nepracovní den. Každý vybarvený obdélníček znázorňuje hodinu v daném stavu.

Tabulka 8 Pracovní den (vlastní zpracování)

Stav	Off-peak							Peak												Off-peak				
	0:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23:00
Doma																								
Práce																								
Cesta																								

Tabulka 9 Nepracovní den (vlastní zpracování)

Stav	Off-peak							Peak												Off-peak				
	0:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23:00
Doma																								
Cesta																								

Počet pracovních a nepracovních dní jsem určil podle roku 2021, v tomto roce je 252 pracovních dnů a 113 nepracovních dnů. Z těchto údajů lze vytvořit následující dvě tabulky neboli přehled hodin za jednotlivé dny a za celý rok.

Tabulka 10 Přehled hodin za pracovní a nepracovní den (vlastní zpracování)

	Pracovní den	Nepracovní den	Hodiny celkem
Peak práce	8	0	8
Off-peak práce	0	0	0
Peak doma	2	3	5
Off-peak doma	12	13	25
Cesta	2	8	10
Σ	24	24	48

Tabulka 11 Přehled hodin za pracovní a nepracovní den za rok (vlastní zpracování)

	Pracovní den	Nepracovní den	Hodiny celkem
Peak práce	2 016	0	2 016
Off-peak práce	0	0	0
Peak doma	504	339	843
Off-peak doma	3 024	1 469	4 493
Cesta	504	904	1408
Σ	6 048	2712	8 760

Již známe všechny proměnné ze vzorce 1, již tedy můžeme dosazovat hodnoty do vzorce.

Tabulka 12 Roční výnosnost V2G při využití na SVR (vlastní zpracování)

	FCR	aFRR
Práce	9 495	11 889
Doma	18 598	21 915
Σ	28 093	33 104

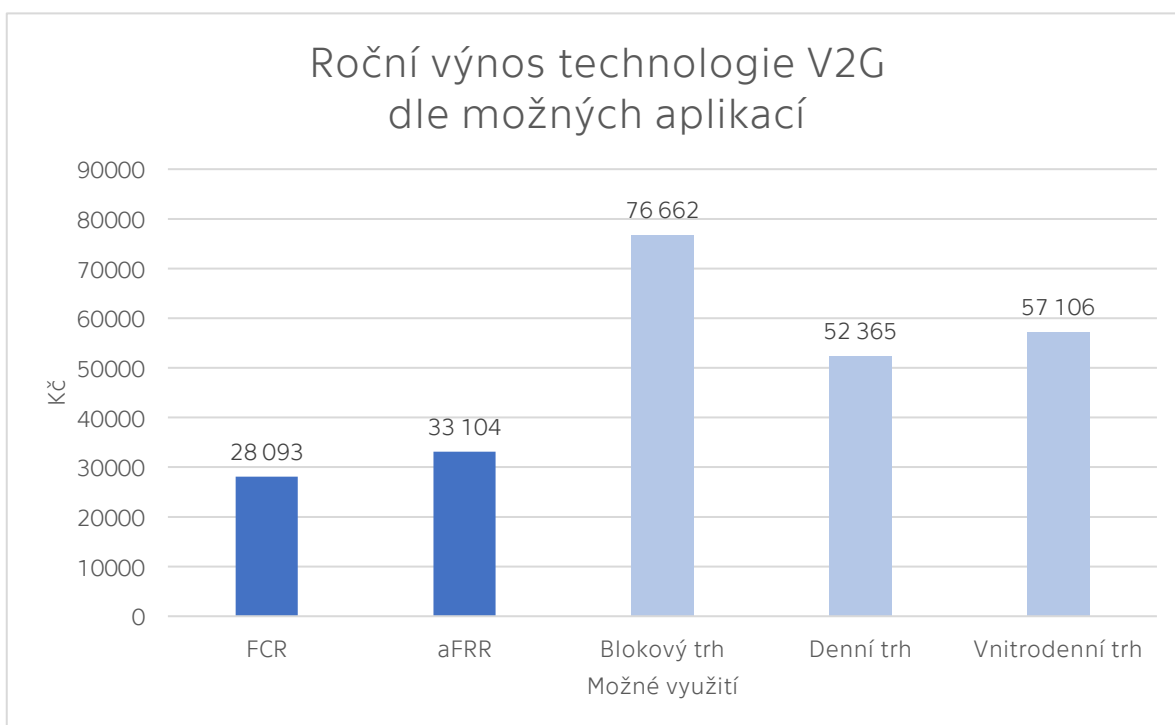
Příklad celkového výpočtu roční výnosnosti V2G při využití na FCR:

$$\begin{aligned}
 V &= C * P * t = V_{práce} + V_{doma} = \\
 &= (471 * 0,01 * 2\,016) + (471 * 0,0074 * (843 + 4\,493)) = 9\,495 + 18\,59 = \\
 &= 28\,093 \text{ Kč/rok}
 \end{aligned}$$

Tabulka 13 Roční výnosnost V2G při využití na krátkodobém trhu s elektřinou (vlastní zpracování)

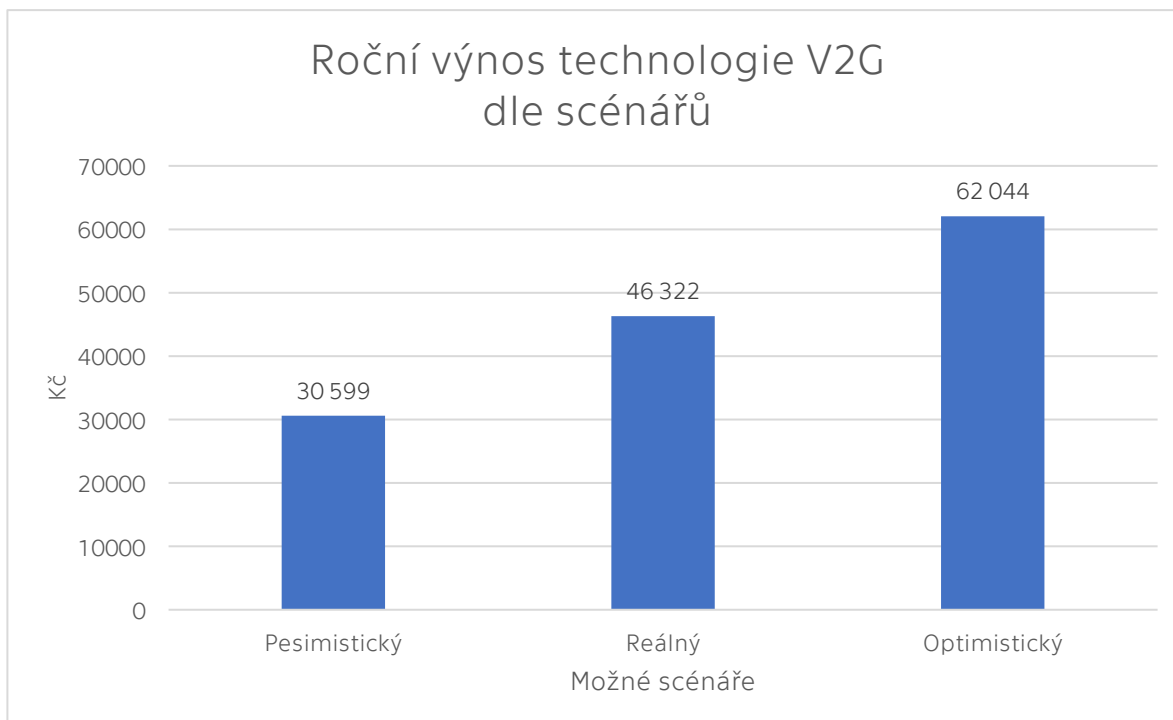
	Blokový trh	Denní trh	Vnitrodenní trh
Práce peak	24 521	19 874	21 628
Doma peak	7 588	6 150	6 693
Doma off-peak	44 553	26 341	28 756
Σ	76 662	52 365	57 106

Výsledný roční výnos V2G dle aplikace představuje graf 3.



Graf 3 Roční výnosnost technologie V2G dle možných aplikací (vlastní zpracování)

Je nutné si uvědomit, že agregátor nebude využívat elektromobil neboli flexibilitu z něj získanou čistě na jednu službu. Proto je potřeba přistoupit k výsledkům spíše než exaktně, tak jako možné scénáře. Pokud bychom se bavili o podpůrných službách, tak průměr z hodnot FCR 28 093 Kč a aFRR 33 104 Kč by mohl přinést roční výnosnost 30 599 Kč. To považuji za pesimistický scénář, za optimistický se dá považovat výnosnost, kdy flexibilita bude nabízena na krátkodobého trhu s elektřinou, aritmetický průměr je vypočten z hodnot za blokový trh 76 662 Kč, denní trh 52 365 Kč a vnitrodenní trh 57 106 Kč, tzn. 62 044 Kč. Reálný scénář je poté průměr těchto dvou nabízených možností využití, jeho hodnota je 46 322 Kč. Názorně představuje dané scénáře graf 4.



Graf 4 Roční výnosnost technologie V2G dle scénářů (vlastní zpracování)

Můj správný přístup k výnosnosti technologie V2G a výsledné hodnoty lze ověřit na projektech v zahraničí. U projektu běžícího v Anglii při použití firemní flotily, kdy elektromobil byl připojen ve všední dny od 16:00–8:00 a celý víkend roční výnosnost se pohybovala od 500–1 000 EUR. (36) Trh elektřiny je dynamický, cena elektřiny se vyvíjí dle nabídky a poptávky, značný vliv může mít i roční období. Výrazné změny mohou být i v letech jdoucích hned po sobě. V již skončeném dánském projektu Parker, kde byla energie z elektromobilů nabízena jako podpůrná služba. Příjmy z jednoho elektromobilu za primární regulaci frekvence za rok 2017 byly 1 710,72 EUR a za necelý rok 2018 2 486,31 EUR, příčinou bylo sucho a slabý vítr, což vedlo k nárůstu ceny za dostupnost. V tomto projektu byly elektromobily připojeny ke dvou dánským elektrickým sítím, u té druhé dosahoval roční výdělek za automobil 1 549,95 EUR (2017) a 1 945,11 (2018). (48) Společnost Nuvve jenž se na projektu také podílela uvádí, že je výnosnost z jednoho elektromobilu v dánském případě byla dokonce 2 750 EUR, krom příjmu za regulaci frekvence je tady ale započítány další dvě položky a to výnos za export energie do sítě a poplatky za mobilitu. (49, s. 15) Z modelování dat z projektu Scirius, kde byly použity domácí nabíječky a byla zde elektřina využívána jako flexibilita, byl zjištěn roční výnos z jednoho elektromobilu 410 GBP. (34, s. 6) Vyčíslení možných zisků jednoho elektromobilu stanovuje i společnost Nuvve, průměrně se jedná o 2 000 USD, pokud se zaměříme čistě na služby možné poskytované pro elektrickou síť. Ohodnocuje i jednotlivé možnosti použití elektřiny a jako vrchol považuje regulaci frekvence. Musíme uvažovat, že většina projektu probíhá buď využití automobilu pro firemní účely anebo pro nabíjení v domácnosti. V tomto projektu je elektromobil téměř pořád připojen k elektrické síti a je schopen poskytovat flexibilitu. Každá ze tří variant roční výnosnosti má své pro a proti. Aktuálně se například zastává názor nepoužívání zdrojů připojených na nízké napětí, jako je technologií V2G, pro SVR. Prodej pouze na

krátkodobém trhu, tak jak je uvedeno v optimistickém scénáři, by zase velmi zatěžoval baterii. Je ale pravděpodobné, že roční výnosnost bude v rozmezí hodnot pesimistického až optimistického scénáře, tuhle hypotézu potvrzují i výsledky zahraničních projektů. Jak agregátor nakonec rozvrhne své portfolio záleží na něm. Projevuje se i zde fakt, že chybí čistý trh s flexibilitou, na něm by se v budoucnu měla nabízet právě flexibilita, ze zdrojů jako je technologie V2G. Pro výše tři zmíněné scénáře se budu v následných výpočtech opírat, pokud se bude jednat o ekonomické ukazatele projektu. Jednotlivé scénáře roční výnosnosti shrnuje tabulka 14, jak pro jedno, tak 500 elektromobilů. Využívají se pro projekt modely aut se stejnou velikostí baterie (40 kWh), takže jejich roční výnosnost bude stejná.

Tabulka 14 Roční výnosnost dle jednotlivých scénářů (vlastní zpracování)

Scénář	Roční výnosnost za 1 BEV [Kč]	Roční výnosnost za 500 BEV [Kč]
Pesimistický	30 599	15 299 500
Realistický	46 322	23 161 000
Optimistický	62 044	31 022 000

5.1.9.2 Náklady technologie V2G

Jelikož se jedná o projekt, kde se investiční majetek nenakupuje za účelem finančního zisku. Je potřeba náklady na projekt upravit, aby nám ekonomický výsledek dával smysl. Elektromobil má primární funkci přepravy osob z bodu A do bodu B. Společnosti si elektromobily nakupují z důvodu modernizace svého vozového parku. Možnost využití V2G se naskytuje jen při použití vhodných dobíjecích stanic. Oproti klasickým nabíjecím stanicím, které nemají schopnost V2G, jsou výdaje za stanice použité projektu výrazně vyšší. Náklady, jež musejí být vynaloženy na možný provoz technologie V2G z pohledu nabíjecích stanic jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15 Výdaje za nabíjecí stanice s možností V2G (vlastní zpracování)

Nabíjecí stanice	Počet kusů	Cena za kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Indra – wallbox	500	215 000	107 500 000
Wallbox bez V2G		30 000	15 000 000
Rozdíl		185 000	92 500 000
„Nissan“ – klasická	500	256 000	128 000 000
Nabíjecí stanice bez V2G		80 000	40 000 000
Rozdíl		176 000	88 000 000
Celkové výdaje za možnost V2G		361 000	180 500 000

Z tabulky je patrné, že klasický wallbox i s instalací se dá pořídit okolo 30 000 Kč a nabíjecí stacionární stanice bez možnosti V2G se pohybuje okolo 80 000 Kč. Rozdíl mezi pořízením nabíječky s V2G oproti nabíječce bez této možnosti je 185 000 Kč, respektive 176 000 Kč. Možnost nabíjení elektromobilu ve dvou bodech, to znamená doma a ve firmě je 361 000 Kč. Pro 500 automobilů, což znamená 1 000 nabíječek V2G jsou náklady 235 500 000 Kč. Tyto hodnoty jsou relevantní pro následný výpočet a dají se

počítat za investiční náklady s ohledem na smysluplnost projektu z ekonomického hlediska.

Dle předpovědí se cena nabíjecích stanic V2G bude každoročně snižovat o několik stovek dolarů. Tak výrazný pokles se již u klasických nabíjecích stanic nepředpokládá. Takže se dá počítat s tím, že se rozdíl v pořízení stanic bude snižovat. Výše uvedené ceny odpovídají roku 2021 a to při instalaci jednoho kusu zařízení. Pokud by se realizovala instalace 1 000 kusů, pravděpodobně by výsledné náklady na jednu jednotku byly nižší.

5.1.9.3 Shrnutí

Ve finančním plánu by se měl objevit plán průběhu nákladů a výnosů a představit stav majetku a zdrojů na jeho krytí. Jelikož se předpokládá, že si jednotlivé nákladové položky budou jednotlivé společnosti vkládat do svých výkazů zisků a ztrát a budou si i položky opisovat dle svého uvážení. Stejně tak uvedení majetkových poměrů do rozvahy, kde bude financování z jejich zdrojů, ať už z vlastního nebo cizího. Nebudou tedy tyto účetní zde představovat. Plán průběhu cash flow (hotovostní toku) projektu, a i případných dalších let po ukončení projektu by vypadal následovně. V nultém roce neboli etapě, kdy by byly pořízeny elektromobily a nabíječky by finální CF na konci roku bylo 593 944 000 Kč.

Pokud by se uvažoval jen rozdíl mezi nabíjecími stanicemi s V2G oproti klasickým, tak pro celý projekt (500 elektromobilů, respektive 1 000 nabíjecích stanic) by hodnota byla 180 500 000 Kč. V této fázi by byl výnos nulový. V prvním roce, již provozní etapě, by již nebyly nutné žádné výdaje na projekt. Případné provozní výdaje jsou pokryty agregátorem. Roční výnos za 500 elektromobilů s pesimistickým scénářem bude 15 299 500 Kč, pro neutrální scénář 23 161 000 Kč, pro optimistický scénář 31 022 000 Kč. Tyto hodnoty se budou rovnat i toku peněz za daný rok. Následné roky budou mít stejnou podobu.

5.1.10 Hodnocení efektivity a udržitelnosti projektu

Finální rozhodnutí, jestli se pustit z finančního hlediska do projektu by měla zodpovědět tato kapitola. Jako hodnotící kritéria projektu jsem vybral čistou současnou hodnotu (NPV – Net Present Value), vnitřní výnosové procento (IRR – Internal Rate on Return) a diskontovanou dobu návratnosti (DN). Pro výpočet těchto ukazatelů je kromě již výše zmíněných hodnot, znát také diskontní míru projektu.

Diskontní sazba se dá stanovit několika možnostmi. Některé společnosti mají tuto míru pevně stanovenou, ale lze ji i vypočítat. Výpočet se mění, pokud jde o financování vlastním nebo cizím kapitálem, případně jejich kombinací. Já jsem pro výpočet zvolil metodu CAMP (Capital Asset Pricing Model), model oceňování kapitálových aktiv.

$$r_e = r_f + \beta * (r_m - r_f) \quad (2)$$

Pro výpočet očekávané výnosové míry neboli nákladů vlastního kapitálu (r_e) je nejdříve potřeba stanovit bezrizikovou výnosovou míru (r_f). Ta se většinou stanoví jako výnos ze státních dluhopisů, pokud uvažujeme nabízený 6letý státní Republika – reinvestiční, emise 1. 7. 2021, jeho průměrný úrok je stanoven na hodnotu 1,5 %. Koeficient β je tržní riziko, v tomto případě můžeme uvažovat riziko odvětví. Dle ERÚ je to v oblasti elektroenergetiky 0,9. Tržní riziková prémie, skládající se z rozdílu očekávané úrokové míry trhu a bezrizikové míry ($r_m - r_f$). Česká republika má aktuální rating Aa3 a to znamená rizikovou prémii 5,31 %. Po dosazení hodnot do vzorce dostáváme diskontní sazbu odpovídající hodnotě 6,28 %. (50; 51; 52, s. 105)

Díky diskontní míře (r) lze zjistit i současnou hodnotu (PV – Present Value), což je součet všech budoucích toků z investice převedené na současnou hodnotu.

$$PV_t = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Pokud by nastal pesimistický scénář, diskontované CF za jednotlivé roky by vypadalo takto:

Tabulka 16 DCF – pesimistický scénář (vlastní zpracování)

Rok	0	1	2
Investiční výdaj	-180 500 000		
Výnos		15 299 500	15 299 500
CF	-180 500 000	15 299 500	15 299 500
DCF	-180 500 000	14 395 465	13 544 848

Současná hodnota pro pesimistický scénář by byla 27 940 313 Kč.

Pokud by nastal realistický scénář, diskontované CF za jednotlivé roky by vypadalo takto:

Tabulka 17 DCF – realistický scénář (vlastní zpracování)

Rok	0	1	2
Investiční výdaj	-180 500 000		
Výnos		23 161 000	23 161 000
CF	-180 500 000	23 161 000	23 161 000
DCF	-180 500 000	21 792 435	20 504 738

Současná hodnota pro realistický scénář by byla 42 297 173 Kč.

Pokud by nastal optimistický scénář, diskontované CF za jednotlivé roky by vypadalo takto:

Tabulka 18 DCF – optimistický scénář (vlastní zpracování)

Rok	0	1	2
Investiční výdaj	-180 500 000		
Výnos		31 022 000	31 022 000
CF	-180 500 000	31 022 000	31 022 000
DCF	-180 500 000	29 188 935	27 464 184

Současná hodnota pro optimistický scénář by byla 56 653 119 Kč.

Dle prvního pohledu je patrné, že ani u jednoho scénáře nebude stačit dvouletá doba provozu elektromobilů. Pokud nenastane snížení výdajů nebo navýšení výnosů, musí se zvýšit provozní doba celého projektu, respektive elektromobilů. Toto tvrzení nám potvrdí i čistá současná hodnota projektu.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (4)$$

NPV pro pesimistický scénář: -152 559 687 Kč.

NPV pro realistický scénář: -138 202 827 Kč.

NPV pro optimistický scénář: -123 846 881 Kč.

Výpočet vnitřního výnosového procenta (IRR – Internal Rate on Return) by neměl přinést rozdílný závěr z ekonomického pohledu na projekt.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (5)$$

IRR pro pesimistický scénář: -66,34 %.

IRR pro realistický scénář: -57,19 %.

IRR pro optimistický scénář: -49,07 %.

Pro všechny scénáře vychází IRR výrazně záporně, to znamená, že je menší než stanovená diskontní sazba. Oba hlavní ekonomické ukazatele, čistá současná hodnota i vnitřní výnosové procento, ukázaly, že z ekonomického hlediska nemá smysl provozovat projekt pouze 2 roky. Abychom zjistili, jak dlouho se má projekt provozovat je potřeba vypočítat diskontovanou dobu návratnosti (T_{ds}). Výpočet byl proveden pomocí kumulovaných DCF.

T_{ds} pro pesimistický scénář: 23 let a 10 měsíců.

T_{ds} pro realistický scénář: 13 let.

T_{ds} pro optimistický scénář: 8 let a 6 měsíců.

Všechny diskontované doby návratnosti jsou velmi dlouhé. Víme, že na baterii v elektromobilu je od výrobce záruka 8 let, to je i pravděpodobná doba životnosti baterie v elektroautě. V této okamžik se musí baterie vyměnit, což je finančně náročné. Takže pokud je doba návratnosti delší než 8 let, musí se počítat s dalšími vynaloženými náklady, což dobu návratnosti zase prodlouží.

Tabulka 19 Diskontovaná doba návratnosti – optimistický scénář (vlastní zpracování)

Rok	0	1	2	...	6	7	8
Investiční výdaj	180 500 000			...			
Výnos		31 022 000	31 022 000	...	31 022 000	31 022 000	31 022 000
CF	-180 500 000	31 022 000	31 022 000	...	31 022 000	31 022 000	31 022 000
DCF	-180 500 000	29 188 935	27 464 184	...	21 525 860	20 253 915	19 057 127
Kumulované DCF	-180 500 000	-151 311 065	-123 846 881	...	-29 287 586	-9 033 671	10 023 456

Tabulka 10 ukazuje optimistický scénář, který je na hraně schopnosti fungování při takto definovaných parametrech projektu. Pro výpočet je nutné znát kumulovaný diskontovaný tok peněz. V 8. roce projektu nastává zlom, jelikož hodnota kumulovaného DCF je kladná. Doba návratnosti je 8 let a 6 měsíců. Ověřit správnost výsledku lze i pomocí NPV a IRR, kdy se u těchto ukazatelů v 8. roce dostáváme při diskontní míře 6,28 % na hodnotu u 10 023 456 Kč u NPV a IRR dosahuje 7,67 %, což je vyšší hodnota než diskontní míra. Dle těchto ekonomických ukazatelů je projekt při délce provozu přes 8 let při optimistické variantě výnosnosti finančně výhodný.

5.1.11 Analýza citlivosti a řízení rizik

5.1.11.1 Analýza citlivosti

Pro analýzu citlivosti je nejdříve nutné si stanovit jaké možné předpoklady, přesněji řečeno vliv jejich změn může ovlivnit ukazatele projektu. Zásadní ekonomický ukazatel je pro tento projekt čistá současná hodnota (NPV). Tento ukazatel závisí na hotovostních tocích. Změna CF v tomto projektu nastává při změně investičních nákladů případně výnosů. Proto tyto dva parametry byly zvoleny za předpoklady. Citlivost lze zjistit za pomoci změny předpokladu o 1 % a zkoumat, jak se tato změna projeví na výsledném ukazateli jak absolutně, tak relativně.

Pokud se investiční náklady změni o jeden procentní bod, nastane tato procentní změna NPV.

Δ NPV pro pesimistický scénář: 1,18 %.

Δ NPV pro realistický scénář: 1,31 %.

Δ NPV pro optimistický scénář: 1,46 %.

Pokud se výnos změni o jeden procentní bod, nastane tato procentní změna NPV.

Δ NPV pro pesimistický scénář: 0,18 %.

Δ NPV pro realistický scénář: 0,31 %.

Δ NPV pro optimistický scénář: 0,46 %.

Příklad výpočtu při změně investičního nákladu o 1 %, z hodnoty -180 500 000 Kč na -182 305 000 Kč. NPV se změní z hodnoty -152 559 687 Kč na -154 364 687 Kč.

$$\Delta NPV = \frac{(-154\,364\,687) - (-152\,559\,687)}{(-152\,559\,687)} = 0,0118 \rightarrow 1,18 \%$$

Na první pohled je vidět, že změna NPV je o jeden řád rozdílná při změně těchto dvou zvolených předpokladů. Citlivost NPV na změnu investičních nákladů je tedy vyšší než na změnu výnosů.

Jak přesně se změní hodnota NPV, pokud dojde ke změně nákladů nebo výnosů v řádech desítek procent? Jelikož je projekt pro dva roky hluboce nevýhodný z ekonomického hlediska, budu počítat jen se snižováním investičních nákladů, případně zvyšování výnosů zobrazuje tabulka 20.

Tabulka 20 Citlivostní analýza NPV – optimistický scénář, zvyšující se výnosy a snižující se náklady (vlastní zpracování)

	0	+10 %	+20 %	+30 %	+40 %	+50 %	+60 %	+70 %	+80 %	+90 %	+100 %
0	-123 846 881	-118 181 569	-112 516 257	-106 850 945	-101 185 633	-95 520 321	-89 855 010	-84 189 698	-78 524 386	-72 859 074	-67 193 762
-10 %	-105 796 881	-100 131 569	-94 466 257	-88 800 945	-83 135 633	-77 470 321	-71 805 010	-66 139 698	-60 474 386	-54 809 074	-49 143 762
-20 %	-87 746 881	-82 081 569	-76 416 257	-70 750 945	-65 085 633	-59 420 321	-53 755 010	-48 089 698	-42 424 386	-36 759 074	-31 093 762
-30 %	-69 696 881	-64 031 569	-58 366 257	-52 700 945	-47 035 633	-41 370 321	-35 705 010	-30 039 698	-24 374 386	-18 709 074	-13 043 762
-40 %	-51 646 881	-45 981 569	-40 316 257	-34 650 945	-28 985 633	-23 320 321	-17 655 010	-11 989 698	-6 324 386	-659 074	5 006 238
-50 %	-33 596 881	-27 931 569	-22 266 257	-16 600 945	-10 935 633	-5 270 321	394 990	6 060 302	11 725 614	17 390 926	23 056 238
-60 %	-15 546 881	-9 881 569	-4 216 257	1 449 055	7 114 367	12 779 679	18 444 990	24 110 302	29 775 614	35 440 926	41 106 238
-70 %	2 503 119	8 168 431	13 833 743	19 499 055	25 164 367	30 829 679	36 494 990	42 160 302	47 825 614	53 490 926	59 156 238
-80 %	20 553 119	26 218 431	31 883 743	37 549 055	43 214 367	48 879 679	54 544 990	60 210 302	65 875 614	71 540 926	77 206 238
-90 %	38 603 119	44 268 431	49 933 743	55 599 055	61 264 367	66 929 679	72 594 990	78 260 302	83 925 614	89 590 926	95 256 238
-100 %	56 653 119	62 318 431	67 983 743	73 649 055	79 314 367	84 979 679	90 644 990	96 310 302	101 975 614	107 640 926	113 306 238

Z tabulky 20 je patrné, že při době projektu a při optimistickém scénáři nastává ekonomická výhodnost až u výrazném snížení investičních, případně zvýšení výnosů. Naznačeno zelenou barvou. Během let pravděpodobně dojde na oba scénáře. Jelikož se, ale jedná o optimistický scénář, kde, již byla nastavena výnosnost relativně vysoko, předpokládá se spíše se snižováním investičních výdajů. Poslední řádek naznačuje 100 % snížení investičních nákladů, to znamená, že cena za nabíječku s V2G se rovná ceně za nabíječku, která nemá schopnost V2G. Je potřeba si uvědomit, že tato tabulka je pro dvouletý provoz neboli dvouleté generování výnosů.

5.1.11.2 Řízení rizik

Rizikové faktory jsou pro projekt významné, představují hrozbu, která může vést až k nedokončení projektu. Za riziko se považuje odchýlení skutečných výsledků od výsledků očekávaných. Nejdříve je potřeba rizika identifikovat, poté je nutná jejich

analýza a následně rizika nějakým způsobem ošetřit. Riziko je většinou chápáno jako určité nebezpečí. Nemusí mít ale vždy jen negativní dopad, v hospodářské praxi jsou rizika označována jako podnikatelská (Business Risk) a mohou mít i pozitivní stránku. Riziko nelze nikdy úplně eliminovat, ale správným přístupem k jeho řízení ho můžeme významně ovlivnit. Management rizika projektů si klade za cíl zvýšit pravděpodobnost jejich úspěšnosti a minimalizovat nebezpečí jejich neúspěchu. (53, s. 8, 16; 54, s. 142–200)

U projektu se může jednat o desítky až stovky rizikových faktorů. Pro přehlednost jsem vybral jen ty, které považuji za významné neboli ty, které při výskytu mohou mít značný vliv nejenom negativní ale i pozitivní. K identifikaci rizikových faktorů se dá přistupovat mnoha způsoby, ohledně jejich významnosti výrazně může pomoci analýza citlivosti. Zde se jedná o ty rizikové faktory, které mají dopad na ekonomická kritéria hodnocení projektu. Druhým přístupem je expertní hodnocení, kde se využije matice hodnocení rizik. Zde dochází k posouzení faktoru rizika lze ohodnotit za pomoci dvou kritérií, a to pravděpodobnosti výskytu a potenciálu dopadu. Hlavně této části procesu managementu rizik se budu věnovat. Konkrétně vytvořím matici hodnocení hrozeb a příležitostí. Zde se totiž projeví jak negativní, tak pozitivní dopad rizik. Jak pro intenzitu dopadů, tak pro pravděpodobnost zvolím stupnici VM – velice malá, M – malá, S – střední, V – vysoké, ZV – zvláště vysoké. Dá se tedy mluvit o kvalitativním hodnocení. Pro identifikaci faktorů rizika budu hlavně vycházet ze SWOT analýzy projektu, která již byla vytvořena.

Rizikové faktory:

- R1: Poptávka po elektřině – flexibilitě
- R2: Zvyšující se počet elektromobilů
- R3: Zlevnění dobíjecích stanic (snížení investičních výdajů)
- R4: Zlevnění elektromobilů
- R5: Růst cen elektřiny
- R6: Nenasycený trh
- R7: Snížení zájmu o elektromobily
- R8: Nezájem o technologii V2G
- R9: Jiná nízkoemisní vozidla
- R10: Zastavení vývoje technologie V2G
- R11: Nedostatečná poptávka po flexibilitě
- R12: Nepřijetí potřebných legislativních úprav
- R13: Zvýšení výnosů

Rizikové faktory jsou příležitosti a hrozby ze SWOT analýzy. K nim byly přiřazeny jest dva faktory, a to snížení investičních výdajů, což je rovno zlevnění dobíjecích stanic a zvýšení výnosů, označeno jako R13.

Tabulka 21 Hodnocení rizikových faktorů (vlastní zpracování)

		Intenzita negativních dopadů					Intenzita pozitivních dopadů						
		VM	M	S	V	ZV	ZV	V	S	M	VM		
Pravděpodobnost	ZV							R3				ZV	Pravděpodobnost
	V							R2				V	
	S					R8	R1	R13	R4	R5		S	
	M		R10	R9	R11	R7					R6	M	
	VM					R12						VM	

V tabulce 21 jsou zaneseny rizikové faktory dle jejich intenzity dopadů a pravděpodobnosti výskytu. Zelenou barvou jsou označena nejvýznamnější rizika – R1, R2, R3, R7, R8, žlutou barvou pak středně významná rizika – R11, R12, R13, R4, o zbytku rizik – R5, R6, R9, R10 se dá hovořit jako o málo významných.

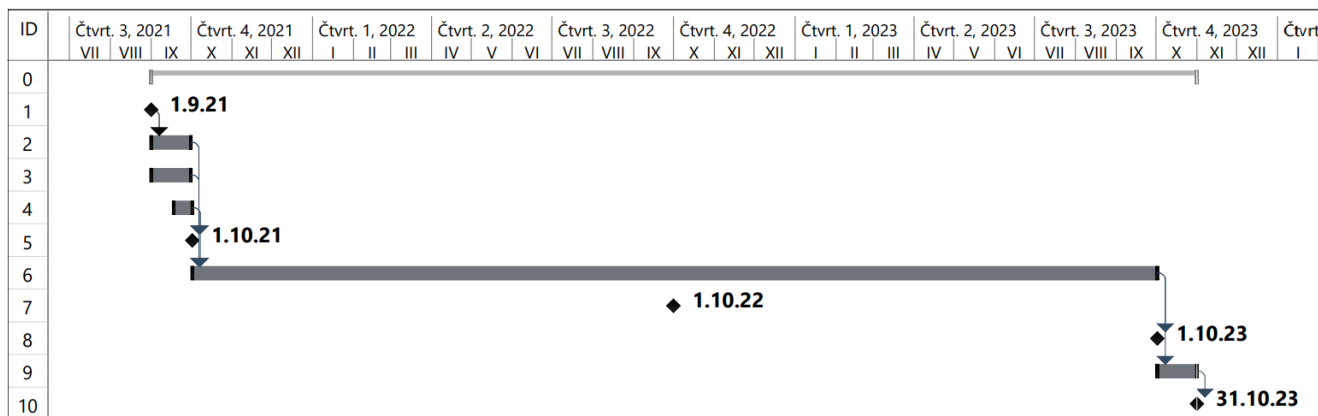
Díky těmto získaným znalostem o rizikových faktorech, následně zaujmout lépe postoj v plánování proti rizikovým opatření. Za cíl těchto opatření je snížení rizika, pokud se jedná o faktory s negativním dopadem a na druhou stranu podpořit faktory a s pozitivním dopadem. Hlavní je se zaměřením na faktory s vysokou, případně střední významností.

5.1.12 Harmonogram projektu

Jednotlivé etapy projektu již byly představeny. Co se týče přesnějšího harmonogramu projektu, bude zde pro přehlednost využít Ganttův diagram. Jenž krom uvedení začátku a konce jednotlivých činností, by měl znázornit i jejich návaznost případně možný překryv. Krom činností zde budou i vyznačeny milníky projektu.

Tabulka 22 Úkoly projektu, vstup pro Ganttův diagram (vlastní zpracování)

ID	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci
0	V2G ČR	790 dní	1.9.21	31.10.23	
1	Zahájení projektu	0 dní	1.9.21	1.9.21	
2	Nákup elektromobilů	30 dní	1.9.21	1.10.21	1
3	Instalace nabíjecích stanic	30 dní	1.9.21	1.10.21	
4	Odladění softwaru	14 dní	17.9.21	1.10.21	
5	Začátek provozní etapy	0 dní	1.10.21	1.10.21	2,3,4
6	Provoz elektromobilů	730 dní	1.10.21	1.10.23	2,3,4
7	Rok provozní etapy	0 dní	1.10.22	1.10.22	
8	Konec provozní etapy	0 dní	1.10.23	1.10.23	6
9	Vyhodnocení projektu	30 dní	1.10.23	31.10.23	6
10	Ukončení projektu	0 dní	31.10.23	31.10.23	9



Graf 5 Ganttův diagram projektu (vlastní zpracování)

Z tabulky 22 je názorně vidět, kdy se projekt skládá z 10 jasně pojmenovaných úkolů, některé z nich jsou milníky projektu. Milníky mají nulovou dobu trvání, u tohoto projektu za tyto klíčové události považuji ID 1 – zahájení projektu, ID 5 – začátek provozní etapy, ID 7 – rok provozní etapy, ID 8 – konec provozní etapy, ID 10 – ukončení projektu. Projekt nese pracovní název „V2G ČR“ a měl by trvat 790 dní, začátek je stanoven na 1. 9. 2021, konec projektu je plánován 31. 10. 2023. Datum začátku projektu bylo zvoleno náhodně, lze s ním libovolně operovat. Projekt lze rozdělit na fáze investiční, kam se řadí nákup elektromobilů, instalace nabíjecích stanic a odladění softwaru. Následuje provozní etapa, kde se jedná o samotný provoz elektromobilů. Vyhodnocení projektu by již mělo proběhnout v post provozní fázi. Z této činnosti by měl být finální report o úspěšnosti nebo neúspěšnosti projektu a jeho případného pokračování. Jak si projekt vede by mělo být i průběžně vyhodnocováno, a to minimálně po roce provozu elektromobilů, to znamená okolo 1. 10. 2022. Jak na Ganttově diagramu, tak v tabulce ve sloupci „předchůdci“ lze vidět návaznosti jednotlivých úkolů / činností. Není zde uvedena fáze, která by se dala pojmenovat jako před investiční. Do této fáze by například spadala i tato studie proveditelnosti, ale převážně by tam byl prostor na domluvu mezi subjekty, které se chtějí projektu zúčastnit.

5.1.13 Závěrečné shrnutí hodnocení projektu

Jak již bylo několikrát zmíněno tento projekt je velmi specifický. Proto musel být zvolen i lehce jiný přístup, což se projevilo i na obsahu jednotlivých kapitol samostatné studie proveditelnosti. Projekty, kde se využívá technologie V2G již proběhly nebo stále probíhají, bohužel pouze mimo Českou republiku. Tato studie představuje první krok k tomu, aby takový projekt mohl být spuštěn i v tuzemsku. Do projektu se počítá se zapojením několika subjektů, projekt může být podpořen účastí i veřejných institucí. Využití elektromobilů by v tomto projektu mělo být jako poskytování flexibility, proto hlavním iniciátorem a provozovatelem projektu by měl být agregátor, nejlépe energetická společnost. Vítaná by byla zkušenost agregátora s podobným zahraničním projektem. Další úroveň v organizační struktuře by měla být obsazena společnostmi, kteří si pořídí elektromobily a budou je za pomoci svých zaměstnanců provozovat. Nezbytná bude také spolupráce provozovateli distribuční, případně přenosové soustavy. Velkou výhodou by byla i spolupráce s nějakou automobilkou nebo výrobcem nabíjecích stanic.

Jak bude agregátor flexibilitu nabízet na trhu s elektřinou bude již čistě na něm. Jedná se o projekt, z kterého mohou čerpat všechny zúčastněné subjekty. Nabízí se tedy i možnost vyzkoušení nabízení SVR, samozřejmě se souhlasem PPS. Další variantou je krátkodobý trh nebo nabízení subjektům zúčtování za účelem vylepšení pozice na trhu pomocí vyladění odchylky.

Projekt lze rozdělit na tři etapy, v první fázi se jedná o nákup elektromobilů a instalaci nabíjecích stanic. Konkrétně se jedná o 500 vozů Nissan, 400 kusů modelu Leaf a 100 elektrických dodávek e-NV200. Pro každý elektromobil je potřeba dvou nabíjecích stanic. 500 z nich by mělo být umístěno u spolupracujících společností a mělo by se jednat o volně stojící nabíjecí body. Další 500 by mělo být podobu wallboxu a umístěno v domácnostech zaměstnanců firem. Výhodou dvou stanic pro jedno vozidlo je téměř neustálé připojení k síti, a to zvyšuje možný čas poskytování flexibility.

Pokud se podíváme na výsledky analýzy trhu, promítá se sem výrazně skutečnost, že se jedná relativně novou technologii a v Česku mimo odbornou veřejnost neznámou. Navíc krom konceptu V2G, není úplně zažitá ani agregace a s ní spojené poskytování flexibility. Bohužel tato technologie není moc podporována ani automobilkami, z velkých hráčů na trhu je to jen Nissan, který nabízí svoje čistě elektrické modely s možností posílání energie z baterie do sítě. Tyto okolnosti se promítají i do slabých stránek projektu, kdy nejvýznamnější je právě nedostatek elektromobilů podporující V2G a také nedostatečná legislativa. Právní podpora agregace a flexibility by měla být podpořena přijetím nového energetického zákona, jehož věcný záměr již vláda schválila. Jelikož je nutnost speciální nabíjecí stanice pro V2G, projevuje se to i na její vyšší ceně. Za významné silné stránky se považuje možnost finančního příjmu z V2G nebo celková možnost zapojení do trhu s elektřinou. Nesmí se zapomenout na, možná pro někoho překvapivé, šetření baterie díky použití této technologie. Příležitosti a hrozby, pohledem na ně i jako na rizikové faktory, jak z negativního, tak pozitivního pohledu. U příležitosti si všimnout faktorů jako poptávka po elektřině (flexibilitě), zvyšující se počet elektromobilů, zlevnění dobíjecích stanic, jako hrozby jsou to hlavně možný nezáměr o technologii V2G nebo dokonce o celý segment elektromobility.

Technologiemi je tento projekt protkán. Klasické nabíjení elektromobilů je již ve společnosti zažité. Jejich možnost vybití při nevykonávání pohybu už tak známé není. Je to dáno i technologickými požadavky na V2G. Na trhu je možné pořídit již nabíjecí stanice s možností V2G jak pro nabíjecí rozhraní CHAdeMo, tak CCS. Ale osobní automobily schopné V2G zatím disponují jen standardem CHAdeMo, což je také limitní nehledě na to, že nabíjecí stanice jsou dražší oproti klasickým v řádek tisíců dolarů. I cena elektromobilů je stále vyšší než u stejných modelů se spalovacím motorem. U použitých typů vozů Nissan se pohybujeme cenovka nad 800 tis. Kč. Předpokládá se ale pokračující trend ve snižování cen jak elektromobilů, kde hlavně cena záleží na baterii, tak i nabíjecích stanic schopných obousměrného přenosu energie.

Vliv na životní prostředí má tento projekt velmi pozitivní. Samotná elektromobilita je vnímána jako bez emisní a je velmi tlačena samotnou EU. Díky možnosti akumulace energie v elektromobilech a schopnosti následně tuto energii dle potřeby využít. Lze z tohoto hlediska považovat i samotnou technologii V2G jako šetrnou, jelikož

nedochází ke zbytečnému plýtvání elektrické energie. Často se zmiňuje, že baterie po konci životnosti jsou hrozbou pro životní prostředí. Automobilky poskytují záruku na baterie okolo 8 let, ale jsou si vědomi, že důležitost hraje i jejich další využití. Druhý život baterie může mít v méně náročných aplikacích anebo ji lze recyklovat. Na to cílí nejenom automobilky, které do vývoje recyklačních procesů investují nemalé prostředky a snaží se zvyšovat množství materiálu, které se dá znovu použít. Navíc dle studií technologie V2G díky šetrnému hospodaření s baterií snižuje její degradaci. Co se týká finanční stránky projektu, je to zde trochu komplikovanější. Pokud bychom se podívali na investiční částku, kterou je potřeba na nákup 500 elektromobilů a 1 000 dobíjecích stanic, jde přesně o 593 944 000 Kč. Tato částka by měla být pokryta zdroji společností, které se budou podílet na projektu. Ale nechává se zde i prostor na jiné možnosti financování, například větší finanční zapojení agregátora. S touto hodnotou, ale nejde počítat, pokud se jedná o výpočty ekonomických ukazatelů projektu. Musí se brát v úvahu, že se investoři rozhodli jít cestou elektromobility, akorát krom prostého nabíjení a ježdění na elektřinu se rozhodli elektřinu využívat a finančně ji zhodnotit. Je potřeba se podívat na náklady, které jsou potřeba k provozu technologie V2G oproti nepoužívání této technologie. Rozdíl je zde pouze v nabíječkách, rozdíl v nákupu na jeden kus je 185 000 Kč u typu wallbox a u klasické stojící je to 176 000 Kč. Touto metodou lze zjistit, že nutná investice za 1 000 kusů nabíjecích bodů s možností V2G je celkem 180 500 000 Kč. Provozní náklady jsou v režii provozovatele projektu neboli agregátora a nebylo s nimi počítáno. Výnosnost byla spočítána za pomoci cen za SVR a cen na krátkodobém trhu. Při jasně stanoveném režimu uživatele elektromobilu a výkonech nabíjecích stanic lze stanovit tři scénáře ročního výnosu za technologii V2G. Pesimistický scénář, kdy je roční výnosnost poskytování flexibility za jeden elektromobil 30 599 Kč, u realistického scénáře je to 46 322 Kč, optimistická varianta hovoří o 62 044 Kč. Pro 500 automobilů by to znamenalo za rok 15 299 500 Kč, 23 161 000 Kč případně 31 055 000 Kč.

Pro výpočet ekonomických kritérií bylo nutné ještě stanovit diskontní sazbu, za pomoci použití metody CAMP se došlo k hodnotě 6,28 %. U všech tří scénářů nejsou diskontované cash flow výrazně kladné a je jasné, že nemohou za dva roky pokrýt investiční náklady. Diskontované cash flow za nulté (investiční) období se rovná -180 500 000 Kč a při optimistickém scénáři se nedostáváme u současné hodnoty ani k 60 mil. Kč.

Čistá současná hodnota, a i vnitřní výnosové procento pro všechny scénáře vychází výrazně záporně. Pokud se podíváme na diskontovanou dobu návratnosti, jediná přijatelnější varianta, s ohledem na životnost baterie, je u optimistického scénáře, kdy by se mělo jednat o 8 let a 6 měsíců.

Z těchto výsledků můžeme jasně říct, že z ekonomického hlediska, při takových investičních nákladech, výnosnosti a dodržení dvouletého provozu, nemá tento projekt smysl. Jedinou variantou je snížení investičních nákladů, případně zvýšení výnosů. Pomocí citlivostní analýzy se zjistilo, že reakce na změnu nákladů je u NPV výraznější, než pokud by se jednalo o stejnou procentní změnu výnosů. I tak by ale musel být pokles nákladů výrazný, aby došlo k ekonomické výhodnosti projektu provozovaného dva

roky. Snížení nákladů by muselo, při stávající výnosnosti u optimistického scénáře, poklesnout o 70 %.

Je tedy patrné, že dnes, pokud by se jednalo o dvouletý provoz, tak ani u optimistického scénáře nedojdeme k ekonomické výhodnosti. Harmonogram projektu sice počítá se začátkem již tento rok, ale i kvůli výsledkům ekonomických ukazatelů v této studii se to nedoporučuje.

Je také otázkou kolik společností by se chtělo podílet na tomto projektu, od toho by se mohlo odvíjet počet elektromobilů v provozu. Krom snížení nákladů, které nastane v důsledku času, z důvodů poklesu ceny nabíjecích stanic, je zde možná i finanční podpora projektu ze strany státu, případně evropských dotačních programů. U projektů ve Velké Británii tvořili tyto finance přes 60 % všech nákladů.

Poslání tohoto projektu bylo definováno takto: „Vyhodnocení technologie V2G v českém prostředí a zvýšení zájmu o tento koncept nejenom subjektů již účastněných trhu s elektřinou, ale i nově vstupujících jako je iniciativní vlastník elektromobilu.“ Projekt tedy není čistě zaměřen na finanční profit. Jde spíše o zjištění možnosti fungování této technologie v českém prostředí a získat přesná data, s kterými se následně dá pracovat. Lze uvažovat o uskutečnění projektu v menším rozsahu, možná i s lehkou finanční ztrátou. Pokusit se tím naplnit aspoň část mise projektu, a to dostat technologii V2G případně V2H do většího povědomí veřejnosti.

Závěr

V dnešní době již není jedinou možností využívat elektromobil pouze na cestu z bodu A do bodu B. Pokud elektromobil a nabíjecí stanice disponují technologií V2G, možnost využitelnosti uchované elektrické energie v baterii vozidla se výrazně zvyšuje. Nutnost pro možný obousměrný tok elektřiny je připojení k síti neboli plug-in, to znamená, že technologie V2G je primárně určena pro PEV. Využít se dá i hybridní elektromobil, ale z důvodů menší kapacity baterie to není ideální řešení.

Do elektromobilu se vkládají naděje jako do bezemisního dopravního prostředku. Zájem o elektromobily se každoročně zvyšuje, to je i vidět na nově registrovaných vozidlech. Stále ale záleží, jak moc je nákup elektromobilu dotovaný od státu. Česká republika v podpoře elektromobility zaostává, i tak se ale počty elektromobilů v tuzemsku zvyšují.

Rozptýl budoucího předpokládaného počtu jak elektromobilů, tak nabíjecích stanic je výrazný. V NAP CM jsou zpracovány různé scénáře. Zvyšování počtu elektromobilů v provozu by mělo nahrávat i technologii V2G. Sice tato diplomová práce je zaměřena na koncept V2G, ale baterii lze využít i pro napájení domácnosti (V2H), budovy (V2B), či jiného elektromobilu (V2V). Náklady na provoz elektromobilu jsou marginální oproti automobilu se spalovacím motorem, pokud se k tomu ještě využívá koncept V2G, lze tyto náklady ještě více minimalizovat. Možností, jak uplatnit elektrickou energii je několik. Nejpravděpodobnější variantou, pokud se bavíme o spolupráci se subjekty na trhu s elektřinou, tak je poskytování flexibility. Poskytovatel flexibility bude mít větší uzavřenou smlouvu s agregátorem flexibility. Ten bude agregovat flexibilitu z více zdrojů a následně se jí bude snažit nabízet subjektům na trhu s elektřinou. Jak provozatel přenosové soustavy, tak distributor či subjekt zúčtování by mohl danou flexibilitu využít pro své účely. Variantou je v budoucnu i samostatný trh s flexibilitou. Flexibilita se chová do určité míry jako klasický produkt, takže ji lze nabízet na krátkodobém trhu s elektřinou. Využití flexibility z elektromobilů pro služby výkonové rovnováhy je v Česku zatím v nedohlednu. Možné odzkoušení této možnosti se nabízí právě projekty, jenž se týká této práce. Poskytovaná flexibilita z technologie V2G je vhodná pro subjekty zúčtování jako jsou obchodníci, kterým může pomáhat s vyrovnáváním jejich odchylky.

Využití flexibility ještě není zcela zakotveno v České republice po právní stránce. Pomoc by tomu mělo přijetí nového energetického zákona, jehož věcný záměr již vláda schválila. Jeho přijetí se předpokládá v rámci dvou až tří let. Se vstupem NEZ v platnost se zásadně změní fungování trhu s elektřinou a přinese to prostor pro plné využití technologií jako V2G. Aktuálně lze na trhu agregátor může fungovat ve statusu pouze integrovaný, NEZ by měl otevřít prostor pro nezávislého agregátora. Také se konečně dostaví právní vymezení všech potřebných subjektů a činností, jež jsou potřeba k fungování moderního trhu. Současný trh s elektřinou a jeho legislativa je jedna z hlavních překážek pro fungování plnohodnotné agregace a nabízení flexibility.

Studie proveditelnosti provedená v praktické části práce zasadila technologii V2G do prostředí České republiky. Oproti zahraničí v tuzemsku ucelený projekt na toto téma chybí. Elektromobily neboli jejich provozovatelé figurují v tomto projektu jako poskytovatelé flexibility. Agregátor, který by měl zároveň řídit celý projekt, by měl flexibilitu nabízet na trhu s elektřinou. Přesné využití flexibility by bylo v jeho režii, pro výpočet výnosnosti se uvažovalo s možnostmi pro SVR nebo prodej na krátkodobém trhu. Samozřejmě variant je více a pravděpodobné je kombinace neboli diverzifikace nabízené flexibility.

Velikost projektu byla stanovena na 500 elektromobilů a instalování 1 000 nabíjecích stanic. Z toho plyne, že se je důležité zapojení co nejvíce společností. V projektu se počítá s nákupem dvou modelů značky Nissan a instalací jak klasických dobíjecích stanic, tak s wallboxy umístěnými u zaměstnanců firem. Samozřejmě se schopností obsluhy elektromobilů s technologií V2G.

Dle analýzy trhu bylo zjištěno, že za slabé stránky projektu se dá považovat nedostatek elektromobilů podporující V2G, již zmíněná legislativa nebo speciální nabíjecí stanice s vyšší pořizovací cenou. Za významnou silnou stránku se považuje možnost finančního příjmu z V2G, dále je to možnost zapojení do trhu s elektřinou díky tomuto konceptu a snížení degradace baterie. Příležitosti jako poptávka po elektřině (flexibilitě), zvyšující se počet elektromobilů, zlevnění dobíjecích stanic. Z hrozeb rozhodně stojí za zmínku možný nezájem o technologii V2G nebo dokonce o celý segment elektromobility.

Investice potřebná na nákup 500 elektromobilů a instalování 1 000 nabíjecích stanic je 593 944 000 Kč. Cena jednoho použitého elektromobilu, konkrétně Nissanu Leaf je 676 860 Kč, cena druhého modelu je 877 000 Kč. Nabíjecí stanice stojí 215 000 Kč respektive 256 000 Kč za kus. Jelikož se ale nejedná o projekt čistě zaměřen na výnosnost, nelze s touto hodnotou využít u ekonomických ukazatelích. Elektromobil je převážně využíván pro dopravu osob, případně věcí. Technologie V2G je pouze nadstavba při provozu. Proto je potřeba se podívat na náklady, které jsou potřeba k provozu technologie V2G oproti nepoužívání této technologie. Rozdíl je pouze v nabíjecích stanicích. To znamená, že za schopnost obousměrného toku elektřiny je nutné si připlatit 185 000 Kč u typu wallbox a 176 000 Kč u klasické stojící stanice. Investice za 1 000 kusů je tedy 180 500 000 Kč. Provozní náklady projektu jsou v režii agregátora a proto s nimi nebylo počítáno. Pro výpočet výnosnosti byla využita cena za SVR a elektřinu na krátkodobém trhu. Při jasně stanoveném režimu uživatele elektromobilu a výkonech nabíjecích stanic lze stanovit tři scénáře ročního výnosu za technologii V2G. Pesimistický scénář, kdy je roční výnosnost poskytování flexibility za jeden elektromobil 30 599 Kč, u realistického scénáře je to 46 322 Kč, optimistická varianta hovoří o 62 044 Kč. Pro 500 automobilů by to znamenalo za rok 15 299 500 Kč, 23 161 000 Kč případně 31 055 000 Kč. Jelikož se počítá s provozem elektromobilů v projektu pouze dva roky, ani při optimistickém scénáři nejsou ekonomické ukazatele přívětivé. Při vypočtené diskontované míře 6,28 % se diskontované CF za nultý rok rovná hodnotě investičního výdaje, a tedy -180 500 000 Kč. V dalších letech se nepočítá již s výdaji, ale jelikož provoz elektromobilů je pouze dvouletý, tak i při optimistickém scénáři je současná hodnota pod 60 mil.

Kč. Není tedy překvapení, že jak NPV, tak IRR jsou výrazně záporné. Při takto stanovených parametrech není projekt ekonomicky výhodný. Diskontovaná doba návratnosti u optimistické varianty výnosnosti je 8 let a 6 měsíců.

Aby měl projekt ekonomický smysl muselo by dojít k výraznému snížení nákladů nebo zvýšení výnosů. Pokud bychom se stále drželi scénáře dvouletého provozu, změna by musela být velmi výrazná. Přívětivá zpráva pro tento projekt je, že cena nabíjecích stanic V2G by se měla postupně snižovat. Variantou je i zainteresování státu případně využití dotačních programů, tak jak to například funguje v zahraničí. Poslání projektu, tak jak bylo definováno, si ale krom vyhodnocení V2G v Česku, klade za cíl zvýšení zájmu o tento koncept. I po zjištění, že projekt je aktuálně ekonomicky nevýhodný, mohl by proběhnout, například v menším měřítku. Na tomto projektu, případně na získaných datech by se mohlo v budoucnu stavět.

Pokud bychom se vrátili k potvrzení či vyvrácení hypotézy, která byla zmíněna v úvodu práce. Jedná se o předpoklad, že elektromobil s technologií V2G není bez mimořádných legislativních změn schopný reálného provozu na území České republiky. Tuto hypotézu, po vypracování práce, potvrzují. Plnohodnotný provoz V2G se všemi právními náležitostmi není momentálně možný. Koncept V2G může běžet v omezeném režimu, například pilotního projektu, tak jak představuje studie proveditelnosti. Pro možnost bezproblémového fungování a uplatnění všech výhod a možných aplikací technologie V2G je nutné přijetí nového energetického zákona. Agregátor sice v nějaké podobě již na trhu s elektřinou figuruje, ale legislativní podpora v podobě definovaných pojmů spjatý s moderním fungováním trhu jako je poskytování flexibility chybí. Prostor na větší otevření trhu tady rozhodně je, uvidíme, jestli bude využit.

Seznam použité literatury

1. BAYRAM, Islam Safak Bayram. Plug-In Electric Vehicle Grid Integration [online]. Norwood: Artech House, 2017 [cit. 2021-4-20]. ISBN 9781630814731. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/reader.action?docID=5430730>
2. Engine Options. Canadian Automobile Association [online]. Ottawa: CCA, 2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.caa.ca/sustainability/electric-vehicles/engine-options/>
3. ŠABLATURA, Jan. Auta na vodíkový pohon: Jak fungují a proč by nás měla zajímat. VTM [online]. c2021, 16. 12. 2019 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: [https://vtm.zive.cz/clanky/auta-na-vodikovy-pohon-jak-funguji-a-proc-by-nas-mela-zajimat/sc-870-a-201645/default.aspx](https://vtm.zive.cz/clanky/auta-na-vodikovy-pohon-jak-funguji-a-proc-by-nas-mela-zajimat-sc-870-a-201645/default.aspx)
4. SVATOŠ, Patrik a Martin PULTZNER. Jak, kde a za kolik nabít elektromobil? FDrive.cz [online]. Praha: fDrive.cz, c2021, 30. 3. 2020 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-kde-a-za-kolik-nabit-elektromobil-kompletni-pruvodce-5005>
5. FELIX, Richter. Can Falling Battery Prices Power EV Breakthrough? Statista [online]. New York: Statista, c2021, 23. 9. 2020 [cit. 2020-4-20]. Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/7713/electric-car-battery-prices/>
6. Technická data – NISSAN Leaf, modelový rok 2020. Nissan.cz [online]. Trappes: Nissan, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/cz/brochures/Techdata/Nissan_LEAF_Tech_data_CZ.pdf
7. THE i3. BMW.cz [online]. Praha: BMW, c2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.bmw.cz/cs/all-models/bmw-i/i3/2020/bmw-i3-technical-data.html>
8. Reducing CO2 emissions from passenger cars. <https://ec.europa.eu/> [online]. Brussels: European Commission, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://rise.esmap.org/data/files/library/portugal/PORTUGAL%20Supporting%20Documents/EE/EE%2024.4%20Portugal%20Non-Compliance%20Penalties%20Light%20Vehicles.pdf>
9. HARTMAN, Kris a Laura SHIELDS. State Policies Promoting Hybrid and Electric Vehicles. National Conference of State Legislatures [online]. Washington, D.C.: NCSL, c2021, 3. 12. 2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.ncsl.org/research/energy/state-electric-vehicle-incentives-state-chart.aspx>
10. Electric vehicles: Tax benefits & purchase incentives. Brusel: ACEA, 2020. Dostupné také z: https://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles-Tax_benefits_purchase_incentives_European_Union_2020.pdf
11. KANE, Mark. Norway: Massive EV Sales Record In December, Tesla Model 3 Beats VW ID.3. InsideEVs [online]. Miami: InsideEVs, c2021, 5. 1. 2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://insideevs.com/news/464304/norway-ev-sales-record-december-2020/>

12. Norwegian EV policy. Norsk elbiforening [online]. Oslo: Elbi, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
13. Prodeje elektromobilů v ČR (2020): prosinec byl nejsilnějším měsícem v roce, jenže... Elektrickévozy.cz [online]. Praha: Elektrickévozy.cz, c2011-2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://elektrickévozy.cz/clanky/prodeje-elektromobilu-v-cr-2020-velky-prehled-pravidelne-aktualizovano>
14. V roce 2020 bylo v ČR registrováno přes 5200 nových aut do zásuvky. Hybrid.cz [online]. Stará Boleslav: Chamanne, c2006-2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-roce-2020-bylo-v-cr-registrovano-pres-5200-novych-aut-do-zasuvky>
15. Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/aktualizace-narodniho-akcniho-planu-ciste-mobility--254445/>
16. Příloha k Aktualizaci Národního akčního plánu čisté mobility. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/aktualizace-narodniho-akcniho-planu-ciste-mobility--254445/>
17. ČERVENKA, Jan. Podpora elektromobility: kde je hranice mezi extrémem a vstřícností? E.ON Energy Globe [online]. České Budějovice: E.ON Česká republika, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/podpora-elektromobility-kde-je-hranice-mezi-extremem-a-vstricnosti>
18. RUSSOVÁ, Anina. Elektromobily nemají dálnice zdarma automaticky. Musí mít speciální značky, jinak je potřeba je nahlásit na úřadu. Auto-mania.cz [online]. Hostouň: auto-mania.cz, c2021, 2. 12. 2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/elektromobily-nemaji-dalnice-zdarma-automaticky-musi-mit-specialni-znacky-jinak-je-potreba-je-nahlasit-na-uradu/>
19. LU, Junwei a Jahangir HOSSAIN, ed. Vehicle-To-Grid: Linking Electric Vehicles to the Smart Grid. V. 79. Stevenage, United Kingdom: Institution of Engineering & Technology, 2015. ISBN 9781849198554.
20. NOEL, Lance, Gerardo ZARAZUA DE RUBENS, Johannes KESTER a Benjamin K. SOVA-COOL. Vehicle-To-Grid: A Sociotechnical Transition Beyond Electric Mobility. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019. ISBN 9783030048631.
21. DASHÖFER, Verlag. Nový energetický zákon (NEZ): Návrhy pro oblast elektroenergetiky. ENVIprofi [online]. Praha: Verlag Dashöfer, c1997-2021, 14. 7. 2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: https://www.enviprofi.cz/33/novy-energeticky-zakon-nez-navrhy-pro-oblast-elektroenergetiky-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIDzobId-hBp5K3U6x1u__Ss4/?uri__view__type=44&uid=14fdwCFrfJg-tZh6noVBwebA&e=1kMV3p6ULtJUiB659UsEwp0eBaT__xXUKqSsUOww1IHoo
22. NIEDERMAYER, Luděk. Zimní balíček – čistá energie dostupná pro všechny Evropany. Niedermayer.cz [online]. Praha, 5. 3. 2019 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.niedermayer.cz/homepage/articles/zimni-balicek-cista-energie-dostupna-pro-vsechny-evropany>

23. Model zapojení DECE, akumulace a spotřeby včetně elektromobility do procesu řízení ES ČR – průběžná zpráva za rok 2018. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2018. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/2/Flexibilita.pdf>
24. KODEX PŘENOSOVÉ SOUSTAVY: Část II. Podpůrné služby (PpS). Revize 21. Praha: ČEPS, 2021. Dostupné také z: <https://www.ceps.cz/cs/kodex-ps>
25. Využitelnost agregované flexibility pro řízení ES ČR. Allforpower.cz [online]. Praha: AF POWER agency, c2009-2021, 28. 5. 2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://allforpower.cz/rozvody-energii/vyuzitelnost-agregovane-flexibility-pro-rizeni-es-cr-176>
26. Nové Mitsubishi Outlander PHEV 4x4 – parametry. Mitsubishi-motors.cz [online]. Praha: M Motors CZ, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.mitsubishi-motors.cz/modely/outlander-phev/parametry/>
27. TOPPING, Celia. Vehicle-to-Grid (V2G) explained: What it is and how it works. OVO energy [online]. Bristol: OVO energy, c2021, 16. 2. 2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.ovoenergy.com/guides/electric-cars/vehicle-to-grid-technology.html>
28. A Fresh Look at V2G Value Propositions. Loughborough: Cenex, 2020. Dostupné také z: <https://www.cenex.co.uk/app/uploads/2020/06/Fresh-Look-at-V2G-Value-Propositions.pdf>
29. Science for Environment Policy: Understanding degradation of battery life-time is key to successful vehicle-to-grid systems. Brusel: European Commission, 2019. Dostupné také z: https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/understanding_degradation_battery_life_key_successful_v2g_523na1_en.pdf
30. SIEBER, Patrik, MAZAL, Rostislav a Anna VILÍMOVÁ, ed. Studie proveditelnosti (Feasibility Study) metodická příručka. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2014. Dostupné také z: <https://www.dotaceu.cz/getmedia/c4772855-8ffc-4036-97fc-2d7caa1ad86e/1136372156-zpracov-n-studie-proveditelnosti.pdf>
31. FOTR, Jiří, Emil VACÍK, Ivan SOUČEK, Miroslav ŠPAČEK a Stanislav HÁJEK. Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe. 2., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2020. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-2499-2.
32. Pricelist – Nissan Leaf. Nissan.cz [online]. Praha: Nissan, 2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/cz/brochures/Pricelists/NEW_LEAF_CZ.pdf
33. Pricelist – Nissan e-NV200. Nissan.cz [online]. Praha: Nissan, 2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/cz/brochures/Pricelists/e-NV200_CZ.pdf
34. Commercial Viability of V2G: Project Sciurus White Paper. Loughborough: Cenex, 2021. Dostupné také z: <https://www.cenex.co.uk/app/uploads/2021/01/V2G-Commercial-Viability-1.pdf>

35. SCHMIDT, Bridie. "First" vehicle-to-grid electric car charger goes on sale in Australia. *Renew Economy* [online]. Mullumbimby: Renew Economy, c2020, 29. 10. 2020 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://reneweconomy.com.au/first-vehicle-to-grid-electric-car-charger-goes-on-sale-in-australia-87825/>
36. THE DRIVE TOWARDS A LOW-CARBON GRID: Unlocking the value of vehicle-to-grid fleets in Great Britain. Great Britain: Nissan Motor GB, Imperial College, E.ON Drive. Dostupné také z: <https://www.eonenergy.com/content/dam/eon-energy-com/Files/vehicle-to-grid/The%20Drive%20Towards%20A%20Low-Carbon%20Grid%20Whitepaper.pdf>
37. V1G + V2G Charging Stations. NUVVE [online]. San Diego: Nuvve Corporation, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://nuvve.com/chargers/>
38. Vehicle-to-Grid charger. Indra [online]. Malvern: Indra Renewable Technologies, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.indra.co.uk/v2v-grid-to-vehicle#V2g--spec>
39. Baterie elektromobilu: Záruka a nabíjení. Volkswagen [online]. Praha: Porsche Česká republika, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/elektricke-a-hybridni-vozy/vse-o-elektromobilite/baterie-elektromobilu-zaruka-a-nabijeni>
40. Získávání surovin pro elektromobilitu. Volkswagen [online]. Praha: Porsche Česká republika, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/elektricke-a-hybridni-vozy/vse-o-elektromobilite/ziskavani-surovin-pro-elektromobilitu>
41. Výzva V programu podpory NÍZKOUHLÍKOVÉ TECHNOLOGIE – Elektromobilita: OPERAČNÍHO PROGRAMU PODNIKÁNÍ A INOVACE PRO KONKURENCESCHOPNOST 2014–2020. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/2019/12/NUT-V--Vyzva-elektromobilita.pdf>
42. Innovate UK. UK: Innovate UK and UK Research and Innovation, 2017. Dostupné také z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/681321/Innovation_in_Vehicle-To-Grid__V2G__Systems_-_Real-World_Demonstrators_-_Competition_Results.pdf
43. Trh s elektřinou: organizovaný krátkodobý trh. Praha: OTE, 2020. Dostupné také z: https://www.ote-cr.cz/cs/kratkodobe-trhy/elektrina/files-informace-vdt-vt/trh_s_elektrinou.pdf
44. Vážené průměry cen PpS 2020. Praha: ČEPS, 2020. Dostupné také z: <https://www.ceps.cz/cs/statistiky-svr>
45. Roční zpráva o trhu 2020. Praha: OTE, 2020. Dostupné také z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/rocnizprava?date=2020-01-01>
46. EUR průměrné kurzy 2020, historie kurzů měn. Kurzy.cz [online]. Praha: Kurzy.cz, c200-2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/historie/EUR-euro/2020/>

47. Understanding the True Value of V2G: An analysis of the customers and value streams for V2G in the UK. Loughborough: Cenex, 2019. Dostupné také z: <https://www.cenex.co.uk/app/uploads/2019/10/True-Value-of-V2G-Report.pdf>
48. ANDERSEN, Peter Bach, Seyedmostafa Hashemi TOGHROLJERDI, Thomas Meier SØRENSEN, Bjørn Eske CHRISTENSEN, Jens Christian Morell Lodberg HØJ a Antonio ZECCHINO. The Parker Project: Final Report. Kodaň, 2019.
49. We Make Electric Vehicles Affordable And Greener. San Diego: NUVVE, 2020. Dostupné také z: <https://nuvve.com/wp-content/uploads/2020/11/nuvve-investor-presentation-november-2020-v9.pdf>
50. EMISE 1.7.2021. Spořicí státní dluhopisy [online]. Praha: Ministerstvo financí, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.sporicidluhopisycr.cz/cs/o-dluhopisech/urokove-sazby/dluhopis-republiky/emise-1-7-2021-1322>
51. Implied Equity Risk Premium. Damodaran online [online]. New York: Aswath Damodaran, c2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
52. Zásady cenové regulace pro regulační období 2021-2025. Praha: ERÚ. Dostupné také z: <https://www.eru.cz/documents/10540/5475589/Navrh-zasad-cenove-regulace-2021-2025-pro-verejnou-konzultaci.pdf/f6df3fd5-d5af-425f-a53f-ecbddd4447fe>
53. Řízení rizik v projektech PPP: Identifikace, ohodnocení, alokace, ošetření a kontrola. Praha: Ministerstvo financí ČR, 2008, aktualizace 2011. Dostupné také z: https://www.mfcr.cz/assets/cs/media/Methodika__2011-09__Methodika-Rizeni-rizik-v-projektech-PPP.pdf
54. FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3293-0.
55. Flexibilita známá a neznámá. Allforpower.cz [online]. Praha: AF POWER agency, c2009-2021 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://allforpower.cz/zajimavosti/flexibilita-znama-a-neznama-20>
56. Role agregátora v české energetice. Praha: Deloitte, 2018. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/1/Role-agregatora-v-ceske-energetice.pdf>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Možné technologie Vehicle-to-X	19
Obrázek 2 Účastníci trhu s elektřinou.....	22
Obrázek 3 Současný model trhu s elektřinou.....	23
Obrázek 4 Budoucí model trhu s elektřinou	24
Obrázek 5 Fungování agregátora na trhu s elektřinou	28
Obrázek 6 Etapy projektu	39
Obrázek 7 Návrh organizační struktura projektu	46
Obrázek 8 Recyklační smyčka materiálu baterie, Volkswagen.....	50

Seznam tabulek

Tabulka 1 Pobídky států pro majitele elektromobilů v roce 2020.....	10
Tabulka 2 Přehled ekonomických ukazatelů projektu	37
Tabulka 3 Matice EFE	44
Tabulka 4 Matice IFE	44
Tabulka 5 Výdaje za investiční majetek.....	51
Tabulka 6 Ocenění jednotlivých služeb	54
Tabulka 7 Výkon nabíjecích stanic s V2G.....	54
Tabulka 8 Pracovní den	55
Tabulka 9 Nepracovní den	55
Tabulka 10 Přehled hodin za pracovní a nepracovní den	55
Tabulka 11 Přehled hodin za pracovní a nepracovní den za rok.....	56
Tabulka 12 Roční výnosnost V2G při využití na SVR.....	56
Tabulka 13 Roční výnosnost V2G při využití na krátkodobém trhu s elektřinou.....	56
Tabulka 14 Roční výnosnost dle jednotlivých scénářů	59
Tabulka 15 Výdaje za nabíjecí stanice s možností V2G.....	59
Tabulka 16 DCF – pesimistický scénář.....	61
Tabulka 17 DCF – realistický scénář.....	61
Tabulka 18 DCF – optimistický scénář.....	62
Tabulka 19 Diskontovaná doba návratnosti – optimistický scénář.....	63
Tabulka 20 Citlivostní analýza NPV – optimistický scénář, zvyšující se výnosy a snižující se náklady.....	64
Tabulka 21 Hodnocení rizikových faktorů	66
Tabulka 22 Úkoly projektu, vstup pro Ganttův diagram.....	66

Seznam grafů

Graf 1 Predikce vývoje počtu elektromobilů	15
Graf 2 Veřejná nabíjecí infrastruktura rozdělena dle výkonů	17
Graf 3 Roční výnosnost technologie V2G dle možných aplikací	57
Graf 4 Roční výnosnost technologie V2G dle scénářů.....	58
Graf 5 Ganttův diagram projektu.....	67

Seznam zkratek

AC	Střídavý proud (Alternating Current)
ACEA	Evropská asociace výrobců automobilů (European Automobile Manufacturers' Association)
ACER	Agentura pro spolupráci energetických regulačních orgánů (Agency for the Cooperation of Energy Regulators)
aFRR	Zálohy pro regulaci výkonové rovnováhy s automatickou aktivací
BEV	Bateriové elektrické vozidlo (Battery Electric Vehicle)
CDV	Centrum dopravního výzkumu
ČR	Česká republika
DC	Stejnoseměrný proud (Direct Current)
EAFO	Evropská observatoř alternativních paliv (European Alternative Fuels Observatory)
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	Elektrizační soustava
EU	Evropská unie
EV	Elektrické vozidlo (Electric Vehicle)
EZ	Energetický zákon
FCEV	Elektrické vozidlo s palivovými články (Fuel Cell Electric Vehicle)
FCR	Zálohy pro automatickou regulaci frekvence
G2V	Grid to Vehicle
HEV	Hybridní elektrické vozidlo (Hybrid Electric Vehicle)
mFRR	Zálohy pro regulaci výkonové rovnováhy s manuální aktivací
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
NAP SG	Národní akční plán pro chytré sítě
NEZ	Nový energetický zákon
OTE	Operátor trhu s elektřinou
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PEV	Elektrické vozidlo s možností nabíjení ze sítě (Plug-in Electric Vehicle)
PHEV	Hybridní elektrické vozidlo s možností nabíjení ze sítě (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
PoFI	Poskytovatel flexibility
PpS	Podpůrné služby
PPS	Provozovatel přenosové soustavy
RR	Zálohy pro náhradu
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
UK	Spojené království Velké Británie a Severního Irska
USA	Spojené státy americké
V2B	Vehicle to Building
V2G	Vehicle to Grid
V2H	Vehicle to Home
V2V	Vehicle to Vehicle

