

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**MONITOROVÁNÍ KVALITY ŽIVOTA MIKROREGIONŮ  
VENKOVA SE ZŘETELEM NA SPOTŘEBU ENERGIE**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Obor: Energetika

Disertační práce

MIROSLAV KRUMBHOLC

2019

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením školitele. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v textových odkazech. Byl jsem seznámen s tím, že na moji práci se vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon). Zejména se jedná o skutečnost, že Česká zemědělská univerzita v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona. Pokud bych v budoucnu poskytl licenci o užití práce jinému subjektu, je Česká zemědělská univerzita v Praze oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Tištěná a elektronická verze práce se doslovně shodují.

JMÉNO A PŘÍJMENÍ: Miroslav Krumbholc

PODPIS:

DATUM: 11. 5. 2019

## Poděkování

Nejprve bych rád poděkoval mému školiteli doc. Ing. Miroslavu Růžičkovi, CSc., za vedení a konzultace v průběhu doktorského studia. Poděkování patří určitě Ing. Martinu Kotkovi, Ph.D., vedoucímu katedry vozidel a pozemní dopravy a odbornému školiteli. Děkuji také vybraným kolegyním a kolegům pedagogického kolektivu této katedry za podporu při studiu, za cenné rady a osobní spolupráci při vypracování disertační práce a zpracování projektu s ní spojeném.

Paní Mgr. Dana Skrbková z Oddělení vědy a výzkumu, je též osoba, kterou musím zmínit, zaslouží uznání za její přístup k doktorandům.

Zmínit se musím o vynikající spolupráci s MAS Vyhledky, zapsaným spolkem, především PhDr. Marcelou Pánkovou, Ph.D., a firmami ČEPS, a.s., ČEZ, Distribuce, a.s. a E.ON Distribuce, a.s., a za tuto spolupráci všem poděkovat.

Nakonec poděkování největší, mé rodině, manželce Lucii a mým dětem Elišce, Ivonce a Vašíkovi za jejich podporu, pochopení, a především za důvěru.

## Věnování

Disertační práci věnuji mým rodičům, se kterými jsem prožil mé dětství, nejkrásnější roky svého života. Za to jim děkuji.

# Abstrakt

Disertační práce zpracovává možnosti připojení a optimální lokaci obnovitelných zdrojů energie, včetně akumulace energií ve vazbě k připojování velkých odběrů (např. rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla) a jejich vlivu na parametry elektroenergetické soustavy. Výzkum řeší optimální využití alternativních energetických zdrojů (fotovoltaika, bioplyn, vítr, voda) jako adekvátní náhrady tradičních neobnovitelných zdrojů ve venkovských oblastech.

Spojený výzkum ověřuje znečištění ovzduší emisemi lokálními zdroji a dopravou a přikládá optimální doporučení pro nápravu vzniklého stavu. Výzkum také zahrnuje produkci emisí a možnosti jejich snížení v oblastech s nižší hustotou zalidnění a alternativy spotřeby energií pro obyvatele v rámci a možnostech České republiky. Práce pojednává také o rozšíření elektromobility v oblastech s nižší hustotou obydlí a konceptu umístění rychlonabíjecích stanic pro elektromobily s provedeným průzkumem hustoty, směrů a spádových oblastí dopravy, a také podpůrnou infrastrukturu rychlonabíjecích stanic.

Klíčová slova: životní podmínky; znečištění životního prostředí; lokace obnovitelných zdrojů; akumulace energie; rychlonabíjecí stanice elektrovozidel; parametry elektroenergetické soustavy; energetická soběstačnost; ostrovní provoz

# Abstract

The dissertation thesis deals with connection possibilities and optimal location of renewable sources, including energy accumulation in links with connecting large abstractions (e.g. fast charging stations for electric vehicles) and their influence on the parameters of the power system. The research addresses the optimal use of alternative energy sources (photovoltaics, biogas, wind, water) as adequate substitutes for traditional non-renewable resources in rural areas.

The joint research, assessed verify the air pollution with local sources and transportation, and give optimum recommendations for remediation. The research also considers emissions production and the possibility of their reduction in areas with lower population density and alternatives to energy consumption for residents within the scope and possibilities of the Czech Republic. Subsequently, the work offers an extension on electromobility in areas with lower population density and the concept of location of fast charging stations for electric vehicles with a survey of density, directions and prevalent destination, as well as supporting infrastructure of fast charging stations.

Key words: living conditions; environmental pollution; locating renewable resources; energy storage; fast charging station for electric vehicles; electricity system parameters; energy self-sufficiency; island system

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Současný stav zkoumané problematiky</b> .....	<b>2</b>
2.1. Spotřeba a výroba elektrické energie a zásobování energiemi .....	2
2.2. Obnovitelné zdroje, rozprostřená výroba a připojení k elektrizační soustavě .....	17
2.3. Doprava a využití elektrovozidel .....	25
2.4. Sociální průzkumy .....	29
2.5. Dotazníková šetření .....	34
<b>3. Cíle vědecké práce</b> .....	<b>39</b>
3.1. Stanovení hypotéz a na základě zjištěných údajů a změřených hodnot hypotézy potvrdit či vyvrátit .....	39
<b>4. Metodika zpracování</b> .....	<b>40</b>
4.1. Provedení dotazníkového šetření respondentů v oblasti s otázkami .....	40
4.2. Zhodnocení energetické náročnosti objektů, provedení průzkumu využití energií především pro topení, ohřev vody a další spotřebu .....	42
4.3. Realizace termovizního měření vybraných objektů pro vyhledání tepelných úniků a mostů na budovách .....	42
4.4. Provedení jízd elektrovozdlem a vozidlem se spalovacím motorem .....	44
4.5. Měření elektrických a zjištění technických parametrů energetické soustavy .....	50
4.6. Zhodnocení vybudování rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla .....	53
4.7. Vytvoření metodického postupu pro možnosti zlepšení životního a akceptovatelnou energetickou soběstačnost regionu s maximálním využitím obnovitelných zdrojů energie .....	53
<b>5. Výsledky</b> .....	<b>54</b>
5.1. Výsledky dotazníkového šetření v oblasti MAS Vyhlídka a vyhodnocení energetické náročnosti objektů .....	54
5.2. Realizované termovizní měření vybraných objektů pro vyhledání tepelných úniků a mostů na budovách .....	64
5.3. Porovnání výsledků jízd elektrovozdlem a vozidlem se spalovacím motorem .....	69
5.4. Výsledky měření elektrických a zjištění technických parametrů elektroenergetické soustavy .....	72
5.6. Návrh obnovitelných energetických zdrojů a bateriových úložišť v oblasti Mělnicka – Kokořínska .....	75
5.6.1. Vodní zdroje .....	77
5.6.2. Fotovoltaické zdroje .....	78
5.6.3. Větrná energie .....	80
5.6.4. Bioplynové stanice .....	81

5.6.5. Bateriová úložiště .....	82
5.7. Hodnocení vybudování rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla.....	86
<b>6. Diskuze.....</b>	<b>95</b>
<b>7. Závěr.....</b>	<b>100</b>
<b>8. Výstupy publikované a zveřejněné spojené s disertační prací a uvedeným projektem.....</b>	<b>101</b>
<b>9. Literatura .....</b>	<b>102</b>
<b>10. Přílohy .....</b>	<b>110</b>
Příloha A – letáky distribuované mezi respondenty .....	110
Příloha B – formuláře dotazníkového šetření .....	112
Příloha C – Standardní schéma provozu elektroenergetické soustavy ČR.....	124
Příloha D – Distribuční soustava 22 kV v oblasti, kde probíhala měření napětí na napěťové hladině 230/400 V .....	125
Příloha E – Pentlogram dálnice a silnice I. třídy s výřezem studované oblasti .....	126
Příloha F – Tabulky intenzity dopravy ve zkoumaných bodech .....	127
Příloha G – Mapa rychlosti větru ve výšce 10 m nad povrchem na území ČR s vyznačenou zkoumanou oblastí .....	129
Příloha H – Mapa rychlosti větru ve výšce 100 m nad povrchem na území ČR s vyznačenou zkoumanou oblastí .....	130
Příloha I – Průkaz energetické náročnosti budovy a vysvětlení zobrazených polí .....	131
Příloha J – Mapa tras v oblasti Mělnicka a Ústecka .....	132

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Světová spotřeba energie podle stávajícího a předpokládaného zdroje energie 1990 – 2040 .....</i>	<i>8</i>
<i>Obrázek 2 Funkce systému v reálném čase .....</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 3 Nouzový stav se dvěma ostrovy a výpadky přenosu .....</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 4 Typ úložiště s vybíjecím časem a jmenovitým výkonem .....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 5 Schéma hybridního energetického systému.....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 6 Členění využití obnovitelných zdrojů energie .....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 7 Přehled vstupů a kroků přijatých modelem optimalizace .....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 8 Základní blokové schéma statického bezdrátového nabíjecího systému.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 9 Oblasti příkladových studií ve Velké Británii – Anglii.....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 10 Typická geografická oblast s potenciálním rozdělením zdrojů energie.....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 11 Mapa Místní akční skupina Vyhlídky, zapsaný spolek .....</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 12 Termovizní kamera FLIR P640 .....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 13 Vozidla VW e-up! a Škoda Citigo.....</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 14 Výškový profil tras Mělnicko a Ústecko .....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 15 Mapa Trasa 1 v oblasti Mělnicka.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 16 Mapa Trasa 2 v oblasti Mělnicka.....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 17 Mapa Trasa 3 v oblasti Mělnicka.....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 18 Proudové kleště VOLTCRAFT VC-607.....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 19 Měřicí jednotka LINAX PQ3000 .....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 20 Graf: Věková skladba členů domácností.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 21 Graf: Charakter objektů.....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 22 Průkaz Energetické Náročnosti Budovy.....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 23 Graf: Průměrné stáří objektů.....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 24 Graf: Využívané zdroje energie pro vytápění .....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 25 Graf: Využití energií a paliv pro ohřev vody .....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 26 Graf: Využití elektrické energie z celkového počtu 242 objektů .....</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 27 Graf: Počet automobilů v domácnostech .....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 28 Graf: Rozsah kilometrů ujetých v týdnu jedním automobilem .....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 29 Zobrazení barevného spektra termovizního měření ve viditelné oblasti.....</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 30 Termovizní měření ukazuje rozdíl mezi zateplenou a nezateplenou částí budovy.....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 31 Termovizní měření klasické budovy vytápěné elektrickými přímotopnými tělesy bez akumulace.....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 32 Termovizní měření zateplené budovy s kotlem na tuhá paliva.....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 33 Graf: Porovnání produkce elektrické energie v ČR a v EU.....</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek 34 Graf: Produkce emisí CO<sub>2</sub> vozidla Škoda Citigo na ujetí 100 km a přepočtené emise CO<sub>2</sub> vozidla WV e-up! .....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 35 Graf: Průběh napětí, měření v trvání 120 s .....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 36 Graf: Produkce emisí CO<sub>2</sub> v ČR a v EU z pohledu odvětví a činností člověka .....</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek 37 Vodní turbíny a závislosti průtoku, spádu a výkonu.....</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 38 Hlavní komponenty větrné elektrárny .....</i>	<i>80</i>
<i>Obrázek 39 Procesy probíhající v bioplynové stanici .....</i>	<i>81</i>



<i>Obrázek 40 Geografická oblast výzkumu s vhodnou instalací a typem obnovitelných zdrojů .....</i>	<i>84</i>
<i>Obrázek 41 Graf: Porovnání výroby elektrické energie dle zdroje produkce v roce 2016 a 2040.....</i>	<i>85</i>
<i>Obrázek 42 Graf: Průměrný počet projetých vozidel na uvedených místech.....</i>	<i>87</i>
<i>Obrázek 43 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Mělník, v každé 13 nabíjecích pozic .....</i>	<i>88</i>
<i>Obrázek 44 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Medonosy s 11 nabíjecími pozicemi.....</i>	<i>89</i>
<i>Obrázek 45 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Mělnické Vtelno s 8 nabíjecími pozicemi.....</i>	<i>90</i>
<i>Obrázek 46 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Nebužely se 7 nabíjecími pozicemi. ....</i>	<i>91</i>
<i>Obrázek 47 – Průnik projektu instalace obnovitelných zdrojů a rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla .....</i>	<i>92</i>
<i>Obrázek 48 Vývojový diagram životních podmínek a životního prostředí na venkově s návrhem na zlepšení.....</i>	<i>94</i>

## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Stručný přehled otázek předkládaných respondentům .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 2 Technické parametry termovizní kamery FLIR P640.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 3 Technické parametry vozidel Škoda Citigo a VW e-up! .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 4 Trasy a vzdálenosti úseků v oblasti Mělnicka (vnořený úsek).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabulka 5 Technické parametry měřicího přístroje VOLTCRAFT VC-607.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 6 Produkce elektrické energie v ČR a v EU podle skladby zdrojů v TWh.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 7 Parametry transformátorů v rozvodně Mělník – město.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 8 Poměr výkonu, vyrobené energie a plochy fotovoltaických panelů.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 9 Zdroje podle typu, které jsou rozprostřeny v oblasti na mapě .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabulka 10 Energetický mix v 2016 a výhled v roce 2040 v ČR .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabulka 11 Intenzita dopravy na silnicích a místech vyhodnocených jako nejvhodnější pro umístění stanic pro nabíjení elektrovozidel.....</i>	<i>87</i>

# 1. Úvod

Kvalita lidského života je podmíněna spotřebou energií, avšak využívání energetických zdrojů (především fosilních) může snižovat jeho kvalitu, a to negativními vlivy na životní prostředí a zdraví lidí. Z pohledu odborné veřejnosti je věnována v souvislosti s emisemi velká pozornost především velkým aglomeracím, průmyslovým zónám a podnikům. Proto se disertační práce zaměřuje na životní podmínky na venkově. Prvotní průzkum je veden z pohledu demografického a dopravní obslužnosti (hromadná, skupinová a individuální). Druhá část disertační práce provádí průzkum objektů v uvedené oblasti nebo oblasti vydělené z pohledu energetické náročnosti budov, způsoby vytápění, znečištění životního prostředí (především ovzduší) v topné sezóně a mimo topnou sezónu, spotřebu elektrické energie a její strukturu. Tato část disertační práce navrhuje řešení pro energetickou soběstačnost regionu s maximálním využitím obnovitelných zdrojů (vytvoření energetického mixu obnovitelných zdrojů), které je možné v oblasti využít, revitalizovat nebo vytvořit bez rozsáhlých nebo nevratných zásahů do charakteru krajiny, včetně využití moderních technologií a zařízení k akumulaci energie. Řešení musí proběhnout paralelně ve spojení se snížením energetické náročnosti starších objektů. Energetická soběstačnost obcí musí mít maximální přínos pro zlepšení životního prostředí a s minimalizací nepříznivých vlivů na obyvatele.

V ekonomice, legislativě a dotačních programech se situace na národní a Evropské úrovni neustále vyvíjí a mění. Proto je ekonomické hodnocení podřadným a technické řešení hlavním cílem výzkumu. Musí být zpracován kvalitní projekt energetické soběstačnosti a jeho kontrolovaná realizace. Zobecněním použitých postupů bude vytvořen model k řešení dané problematiky. Přesto v době stagnujících či rostoucích cen energií se snaha o dosažení energetické soběstačnosti, zdá být vhodnou cestou pro zajištění energetických potřeb obcí – regionů. Energetické soběstačnosti lze dosáhnout i na osobní úrovni – je možné vlastnit dům, který je na vnějších dodávkách energií nezávislý. Efektivnější je dosáhnout energetické soběstačnosti na úrovni obce, mikroregionu nebo případně regionu. K dispozici je větší plocha, kterou lze využít pro vybudování energetického zdroje a systému pro ukládání energie při jejím přebytku s akceptací minimalizace nákladů a maximálního přínosu pro životní prostředí.

## **2. Současný stav zkoumané problematiky**

Problematika spotřeby energií v oblastech s nízkou hustotou obydlí je v současné době zpracovávána autory vědeckých prací z různých úhlů pohledu a v odlišných podmínkách. Zkoumány byly a jsou dílčí témata jako:

- 2.1. Spotřeba elektrické energie a zásobování energiemi v místech s nízkou hustotou obydlí.**
- 2.2. Možnosti instalace obnovitelných zdrojů na vesnicích a technické řešení připojení k elektrizační soustavě.**
- 2.3. Doprava a koncepce dopravní obslužnosti v oblastech venkova a návrhy pro její zlepšení.**
- 2.4. Sociální průzkum zaměřený na kvalitu života na venkově.**
- 2.5. Dotazníková šetření.**

### **2.1. Spotřeba a výroba elektrické energie a zásobování energiemi**

Vyspělé státy světa vytvářejí globální dohody pro snížení emisí SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>. Dohody Kjótský protokol a Pařížská dohoda (The Kyoto Protocol, Paris Agreement), především Pařížská dohoda, zavazuje státy ke snižování emisí plynů, které způsobují nepříznivé klimatické změny v globální i lokální úrovni.

Evropská rada přijala společnou platformu, kterou jsou obce a města motivovány k úsporám energie, ke zvýšení její výroby z obnovitelných zdrojů a ke snížení závislosti na dovozu a spalování fosilních paliv. [\[1\]](#)

Obvykle se spotřeba a ceny energií odvíjejí od lokální dostupnosti zdrojů. Samostatně vyvinuté možnosti dodávky energií, které uspokojují tyto požadavky, se liší podle oblasti a mohou se měnit i uvnitř velkého města. [\[2\]](#)

Autoři článku [\[3\]](#) uvádí, že stále větší počet obcí chce pokrýt celou svou spotřebu energií využitím vlastních obnovitelných zdrojů. [\[3\]](#)

Existuje mnoho inovativních koncepcí a technologií pro řešení potřeb dodávky energií a je nutné poskytnout komplexní metodiku pro plánování a vyhodnocování rozvoje "chytrých" energetických systémů, které vedou ke komplexní dodávce energie v technologických sítích z různých zdrojů, které minimálně, nebo vůbec, nezatíží životní prostředí. [\[4\]](#)

## **Energie slunce**

Sluneční záření lze přeměnit přímo na elektřinu pomocí fotovoltaických panelů. Ze stejných článků lze sestavit zdroj pro malý spotřebič nebo elektrárnu s výkonem několik megawattů. Jde o zařízení zcela bezhlučné, nenáročné na obsluhu, neprodukující žádné emise. Nevýhodou je poměrně nízká účinnost, která se pohybuje mezi 20 až 25 %. Výtěžnost fotovoltaického systému závisí na jeho orientaci, pro pevně umístěný systém je ideální poloha na jih a sklon 35° (na území ČR). Existují i systémy s natáčecím zařízením za Sluncem, které mají vyšší výnosy, ale potřebují prostor (nelze je dát na střechu domu). Po době životnosti fotovoltaických panelů, která se udává 25 roků, musíme počítat s náklady za ekologickou likvidaci panelů, protože obsahují nebezpečné a jedovaté látky pro přírodu i člověka. Každý dům využívá solární energii pro vytápění pasivním způsobem, co pronikne do interiéru okny, přemění se na teplo. U nízkoenergetických a zejména pasivních domů je jižní prosklení zásadním zdrojem tepla. Je samozřejmě nutné použít natolik kvalitní zasklení, aby ztráta tepla prostupem byla menší než solární zisk. Provozní náklady na toto teplo jsou zanedbatelné. Pasivní zisky závisí na architektonickém návrhu, následným stavebním projektem a realizací. Špatný návrh a realizace mohou způsobit nežádoucí letní přehřívání budovy. Sluncem lze ohřívat i vodu. Nejrozšířenější kolektory jsou ploché deskové, které mají nejlepší poměr výkon / cena. Pokud požadujeme např. vyšší teploty, můžeme použít koncentrační kolektory nebo trubicové vakuové kolektory. Teplo zachycené kolektory je nutno skladovat v akumulacích nádržích. Lze je pak použít jak pro vytápění, tak zejména pro ohřev užitkové vody. Nutnost akumulace solární systém prodražuje tím více, čím je akumulace dlouhodobější, a proto se jen výjimečně používá akumulace letních zisků pro využití v zimě. Kvalitní kolektor dokáže získat za rok z jednoho m<sup>2</sup> až 1,2 GWh tepla. Většina tohoto množství připadá na léto, z tohoto důvodu se využije třeba jen polovina této energie. Solární kapalinové kolektory jsou ekonomicky velmi výhodné zejména v objektech s vysokou spotřebou teplé vody – bytovací zařízení, bazény, lázně atd. [5]

## **Energie větru**

Větrné elektrárny se staly symbolem alternativní energie. V České republice je potenciál větru poměrně malý. Přesto v konkrétních lokalitách (obcích) může větrná elektrárna pokrýt celoroční spotřebu elektřiny. V současnosti se staví elektrárny stále vyšší (stožár 80 až 100 m). Důvodem je to, že vítr je nad zemí zpomalován, takže vyšší stožár znamená více energie. Rovněž se používají větší rotory, díky kterým se dosáhne dobrého výnosu i při nižších rychlostech větru. Důsledkem je to, že elektrárny jsou více vidět. Pohyb vrtulí

přitahuje zrak. V kombinaci s umístěním zábleskového zařízení (kvůli bezpečnosti letového provozu) se stávají skutečně nepřehlédnutelným prvkem. Jde však o prvek dočasný, fyzická životnost je okolo 20. roků. Větrná elektrárna může krajinně prospět, na její stožár lze umístit například vysílače mobilních telefonů. Díky větší výšce se zvýší i pokrytí, takže může odpadnout mnoho menších stožárů s vysílači. Hluk je problém dávno vyřešený a u kvalitních strojů se s ním nesečkáme. Díky tomu mohou elektrárny stát i relativně blízko obytných domů, i méně než 500 m. Elektrárny obvykle nevadí divokým ani domácím zvířatům – rušení nastává jen během jejich stavby. Mohou být nebezpečné tažným ptákům, proto je při umísťování stavby nutno prozkoumat, zda elektrárna nestojí v trase tahu. Za normálních okolností se ptáci pohybujícím se lopatkám vyhnou, takže ke kolizím dochází jen zřídka, spíše v noci a za mlhy. Pro kvalifikovaný výpočet je nutno znát rychlost větru v konkrétním místě, data z meteorologických stanic jsou nedostatečná a počítačové modely nemusí být přesné. U investice v jednotkách mil. Kč je vhodné věnovat několik desítek tis. Kč a provést měření, jinak se investice může ukázat jako ztrátová. [5]

### **Energie vody**

Vodní energie má u nás velkou tradici. Malá vodní elektrárna byla často i v minulosti atraktivní investicí. V současné době se zdá být potenciál vody vyčerpán. Ve skutečnosti existují lokality, kde technicky lze postavit novou elektrárnu, nebo obnovit původní vodní dílo. Jde však o lokality málo atraktivní, s dlouhou dobou návratnosti. Tím jsou nezajímavé pro běžného investora, obec si však může dovolit přistoupit na delší návratnost. Další potenciál je skryt v možnosti modernizovat současné elektrárny. Kromě turbín, převodovek a generátorů s vyšší účinností lze často osadit další turbínu, která zpracuje dosud nevyužívané sezónní průtoky. [5]

### **Tepelná čerpadla**

Tepelná čerpadla umožňují využít nízkopotenciální teplo okolního prostředí – vzduchu, vody, půdy nebo hornin. Jejich nevýhodou je, že ke svému provozu potřebují elektřinu, ale ta se získává složitěji a dražší než teplo (např. ze dřeva). V energeticky soběstačné obci se tedy mohutněji uplatní jedině tam, kde bude dostatek levné elektřiny. Tepelná čerpadla poskytují komfort srovnatelný s elektrickým vytápěním – pracují bez obsluhy, kdykoli a plně automaticky. Efektivitu tepelného čerpadla určuje topný faktor – udává, kolik elektřiny stroj spotřebuje na výrobu tepla. COP (Coefficient of performance):

$$COP = \frac{|\Delta Q|}{\Delta W}; \Delta Q - \text{změna tepla}, \Delta W - \text{mechanická práce} \quad (\text{Vzorec 2.1})$$

Závisí na okolních podmínkách a způsobu provozu a během roku se mění. Moderní stroje dosahují topného faktoru 5 a více. Tepelná čerpadla mohou využívat k pohonu i spalovací motor na zemní plyn. Takováto tepelná čerpadla jsou až o 50 % efektivnější, protože využívají ještě tepla z chladicího okruhu spalovacího motoru a případně také tepla z výfukových plynů. Tepelné čerpadlo může ochlazovat horniny pod objektem pomocí vrtů hloubky až 100 m. Vrt je nutno dobře dimenzovat a správně provést, aby se nenarušily hydrologické poměry v podzemí. Protože teplota pod zemí je poměrně stálá, topný faktor je vysoký a spotřeba elektřiny malá. Vrty jsou však drahé, v husté zástavbě obtížně proveditelné. Je možno využívat teplo z půdy v okolí objektu kolektorem uloženým v hloubce okolo 1 m pod terénem. To je levnější než vrty, ale pozemek s kolektorem musí mít dostatečnou velikost a nelze ho dále zastavět. Decentralizované systémy s nízkou teplotou produkovaného tepla a decentralizovaná tepelná čerpadla pro skupinu objektů představují finančně výhodný provoz ve srovnání s jinými alternativami a také neekologičtější způsob, jak projektovat zásobování energiemi pro nové pasivní domy. V současnosti se hojně používají tepelná čerpadla ochlazující venkovní vzduch. Jsou levná, protože nepotřebují vrty ani kolektory, jelikož vzduch je proháněn přes chladič ventilátory. Ty jsou zdrojem jistého hluku, což může být překážkou pro použití v hustě obytne zástavbě. Topný faktor je nižší, ale je vyvážen příznivou cenou. Velmi výhodné může být ochlazování vod, např. v bazénech nebo lázních. Zde tepelné čerpadlo může získat zpět většinu energie, vložené do ohřátí vody. Ochlazování povrchových vod (řeka, rybník) naráží spíše na legislativní než technické problémy. S umístěním kolektoru do vody nebo do břehu musí souhlasit správce toku, podobně může být složité vodu z řeky odebírat a ochlazenou vracet zpět, zejména jsou-li v cestě cizí pozemky. [5]

### **Dřevo – kotle pro rodinné domy**

V rodinných domcích a jiných menších objektech lze použít dřevo v lokálních topidlech a kotlích ústředního topení. V současnosti jsou velmi rozšířené kotle se zplyňováním paliva, kde lze použít polenové dřevo nebo brikety. Lze spalovat i štěpku nebo jiný dřevní odpad, v kombinaci s polenovým dřevem. Důležité je, aby dřevo bylo vyschlé, topení syrovým dřevem způsobuje dehtování kotle a zbytečně zvyšuje spotřebu dřeva, to je problém při použití štěpky, která se zřídka sežene vysušená, štěpkuje se obvykle surové dřevo. Polenové dřevo by před použitím mělo vysychat nejméně jeden rok v hranici. To zvyšuje nároky na skladování. Komfortnější je použití kotlů na peletky, které si automaticky přikládají palivo ze zásobníku. Popel se může vybírat jednou týdně nebo

i méně často, podle konstrukce kotle. Obsluha je tedy minimální. Širšímu využití těchto kotlů v ČR zatím brání jejich vysoká cena. Náklady na palivo jsou srovnatelné se zemním plynem či elektřinou. Jsou tedy vyšší než při použití polenového dřeva. Kotel na peletky vyžaduje větší prostor v domě. Peletky je nutno skladovat v suchém a uzavřeném prostoru, což opět zabírá místo v domě. V mnoha typech kotlů na peletky lze spalovat i obilí nebo kukuřici. Jejich cena je srovnatelná s cenou peletek. Podobně jako kotel na peletky může fungovat automaticky i kotel na štěpku. Zde je problémem hlavně vysoká cena malých kotlů (do 50 kW). [5]

### **Dřevo – pro větší výtopny**

Zásobování teplem lze zajistit i centrálním zdrojem tepla (CZT). Zdroj může kromě tepla produkovat i elektřinu (teplárenský cyklus). Nutností je dobře provést průzkum, projekt a kvalitní studii proveditelnosti, která mimo jiná rizika kvantifikuje, aby náklady na rozvody tepla a odběr tepla byly vyvážené i s ohledem na menší produkci emisí v oblasti. V rozptýlené zástavbě je CZT obvykle neefektivní. Modernizace objektů je spojena s úsporami tepla, takže prodej tepla z CZT může klesat. Dalším rizikem může být nedostatek paliva. V mnoha obcích existují centrální výtopny na dřevo, nebo jinou biomasu. Palivem je nejčastěji štěpka, kterou kotle dokáží spalovat i mokrou. Protože výhřevnost štěpky závisí na její vlhkosti, není vhodné štěpku platit podle váhy, ale podle objemu. Trh se štěpkou je rozkolísaný, ovlivňují ho velcí odběratelé. Může se stát, že CZT nebude efektivním řešením. V případě, že by CZT měl produkovat i elektřinu, lze použít parní kotel, který bude pohánět turbínu. Palivo pak může být libovolné. Nabízí se i systémy na bázi dřevoplynu, který se spaluje v pístových motorech. Zde bývají vyšší nároky na kvalitu paliva. Produkce elektřiny závisí na konkrétní technologii a odběru tepla během roku. V případě výhodných výkupních cen může prodej elektřiny do sítě velmi výrazně zlepšit ekonomiku projektu. [5]

### **Energetická biomasa**

Druh rostlin pro vlastní pěstování je třeba zvolit podle technologie spalování (nebo obráceně). Rychle rostoucí dřeviny (vrba, topol aj.) se sklízí jednou za několik let a dřevo se štěpkuje. Rostliny jako tzv. sloní tráva, šťovík Uteuša a jiné se po usušení mohou balíkovat (a posléze pálit v kotli, do kterého se přikládají celé balíky). Konopí vyžaduje speciální sklízecí techniku, která si poradí s velmi pevnými rostlinnými vlákny. Spalovat ho lze rovněž v balících. Další možností je pěstování obilí (zejm. triticales), které se balíkuje a pálí nevymláčené (protože zrno nemusí být kvalitní, je zde menší spotřeba hnojiv a pesticidů). Prakticky všechny druhy biomasy lze zpracovat i na biopalivo –



brikety nebo peletky. To má smysl jen v případě, že biopalivo se bude dále prodávat, nebo spalovat v individuálních kotlích rodinných domků či malých výtopnách. Výroba briket a peletek je energeticky náročná a zvyšuje konečnou cenu paliva. Surovinu je třeba rozdrtit (rozemlít) na malé částice – u briket jsou hrubší, pro peletizaci musí být poměrně jemné. Hmota musí být vysušená, což je problém zejména u dřeva. Vlastní briketovací nebo peletizační linka je zařízení v ceně desítek mil. Kč a její cena se musí promítnout do konečné ceny paliva. Linka pro svůj provoz vyžaduje elektřinu a obsluhu, což zvyšuje provozní náklady. Doposud většina komerčních výrobců pelet svoji produkci vyvážela zejména do Rakouska a Německa, neboť zde byly výhodnější ceny. V současnosti se snaží uplatnit produkci i na trhu Česka z důvodu rostoucích cen ostatních energií již nejsou peletky a brikety tak drahé. [5]

### **Bioplynové stanice**

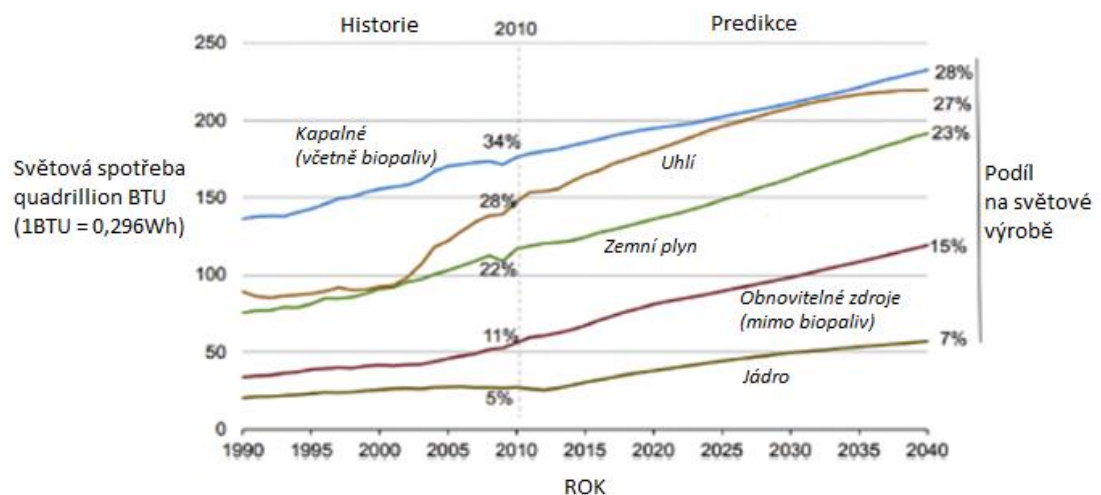
U biomasy, která je příliš mokrá, než aby se dala spalovat, je vhodnější použít bioplynovou technologii. Týká se to zejména hnoje, kejdy a dalších zemědělských odpadů. V čistírnách odpadních vod (ČOV) je produkce bioplynu součástí čistícího procesu. Bioplyn se používá pro ohřev reaktorů (pro urychlení čistícího procesu), někdy se spaluje bez užitku. Bioplyn lze použít pro výrobu elektřiny v kogeneračních jednotkách. Obvykle jde o pístový spalovací motor, kde se bioplyn spaluje namísto nafty. V ČOV se používá pro vlastní spotřebu a přebytek elektřiny se může přenést do elektrické sítě. Odpadní teplo lze použít v technologii ČOV a pro vytápění provozních budov. Protože v ČOV je někdy přebytek energie, lze uvažovat o vytápění dalších objektů. Pro zvýšení energetického výkonu lze bioplynovou technologii dotovat dalšími látkami, zejména odpady z potravinářského průmyslu (použitý fritovací olej). Likvidovat lze i odpady z údržby parků, případně vyříděné složky komunálního odpadu (zahrádkářský odpad, kuchyňské zbytky). To může být výhodné z hlediska odpadového hospodaření, neboť tyto složky je zakázáno skládkovat. [5]

### **Spalování komunálního odpadu a energetické využití**

Produkce pevného komunálního odpadu v současné Evropě zaznamenává rostoucí roční objemy po mnoho desetiletí a představuje, pokud není správně řízena likvidace odpadů, problém pro životní prostředí v důsledku lokálního znečištění a produkci skleníkových a zdraví škodlivých plynných emisí. Z hlediska energie je odpad alternativní palivo pro výrobu elektrické energie a tepla. Získávání energie z odpadů představuje účinné opatření pro snížení skládkování a emisí. Odpad, který je přeměněn na energii zároveň sníží ekvivalentní poptávky po zásobování primární energií. Důležitým faktorem

k získání plných synergických výhod tohoto energetického využití je existence lokální distribuční teplotní infrastruktury, bez níž není efektivní ve velkém měřítku využití přebytečného tepla. Komunální odpad lze jistě pokládat za významný zdroj energie. Je však vhodné rozlišit mezi likvidací odpadu a energetickým využitím. Města a obce si zpracovávají koncepce odpadového hospodářství, kde je vesměs správně kladen důraz na prevenci vzniku, třídění a recyklaci odpadu. To není příznivé pro záměr energetického využití odpadů, protože investice do takového zařízení bude efektivnější při co největším objemu odpadů s co nejvyšší výhřevností. Separací papíru a plastů přitom výhřevnost komunálního odpadu klesá. [5]

Dodávky energie a její účinné využití v průmyslu jsou klíčem k zajištění zdravého fungování hospodářství. Světová spotřeba energie bude do budoucna procházet strukturální změnou (Obrázek 1). Na základě toho, aby byla zajištěna udržitelnost, musí pro dodávku a využití energie platit minimalizace negativních dopadů na životní prostředí, a dokonce i jeho zlepšování. V této souvislosti je základem čistší energie zajištění energie z obnovitelných zdrojů a zejména snížení emisí skleníkových plynů a jiných znečišťujících látek. Je nutné průběžně přezkoumávat hlavní poznatky získané v nedávné době v oblasti účinnějšího využívání energie, čistších paliv a biopaliv, odlučování CO<sub>2</sub>, optimalizace nakládání s odpady. [6]



Obrázek 1 Světová spotřeba energie podle stávajícího a předpokládaného zdroje energie: 1990 – 2040 [6]

Studie [7] zvažuje ekonomické a environmentální přínosy obcím, které mají své vlastní místní zdroje energie z obnovitelných zdrojů, a výsledky porovnává s obcemi, které jsou zásobovány prostřednictvím přenosu ze vzdálených zdrojů. Problémy při energetické krizi v Kalifornii, severovýchodní Severní Americe i Evropě ukázaly a signalizují potřebu

nového a odlišného přístupu k dodávkám energií. Spolu s úsporou energie poskytují místní zdroje možnost ovlivnit životní prostředí. Konečný výsledek pro jakýkoli region, celý stát či společenství států jsou „agilní energetické systémy“, které využívají flexibilní systémy pro potřeby místních oblastí. Úkolem je ukázat a poskytnout ekonomické a politické výhody pro zavádění nových pokročilých technologií pro místní oblasti. Agregace zadávání veřejných a hromadných zakázek na solární systémy na místě je mnohem nákladově efektivnější než jednotlivě u každého podniku, veřejné budovy nebo soukromého objektu. V krátkodobém partnerství veřejného a soukromého sektoru mohou být zavedeny kdysi nákladné energetické technologie do místních systémů, a tak mohou dramaticky vést ke snížení nákladů. [7]

I když se liší scénáře na nízkouhlíkovou budoucnost, tak se v posledních letech zaměřila hlavní pozornost na oblast makro rozvoje, změn na úrovni životního stylu a sociální inovace. Mělo by se odpovědět na následující otázky: jaké změny na úrovni životního stylu by mohly mít potenciál řídit přechod na nízkouhlíkovou budoucnost, které jsou v rámci možností civilizace. [8]

Provozovatel distribuční soustavy obvykle poskytuje vyhrazené výhody pro určitou skupinu zákazníků, z nichž každý má vlastní charakteristiku zatížení, která se liší v čase a období. Realističtější modelování by mělo být navrženo s ohledem na denní a sezónní odchylky v oblastech. Vznikají metody, které mohou řešit optimální rozdělení rozprostřené výroby elektrické energie a rekonfigurace sítě s ohledem na zatížení zákazníků. Uvažované výstupy jsou maximalizovat roční snížení ztrát energie a udržet lepší průběh napětí uzlu. [9]

Energetické společnosti byly svědky mnoha významných změn v posledních letech. Vzestup inteligentní sítě není profitem pouze pro energetické firmy, ale musí být výhodný pro všechny, kteří jsou do tohoto procesu zapojeni, jeho zákazníků a ostatních zúčastněných stran. [10]

Stávající energetické distribuční systémy stále směřují k inteligentním řídicím systémům pro dosažení větších ekonomických, sociálních a případně i jiných nehmotných výhod. Rozprostřená výroba se nyní stává základní složkou realizace koncepce inteligentních distribučních systémů pro hospodářskou životaschopnost a ochranu životního prostředí. Optimální umístění zdrojů může zlepšit výkon sítě z hlediska lepších profilů uzlového napětí, snížení ztrát systému, zlepšení kvality energie a spolehlivosti dodávek, ale nevhodné umístění zdrojů může způsobit zvýšení nákladů. [11]

S rozsáhlým rozvojem zdrojů rozmístěných v oblastech a jejich zvyšující se role v mikro sítích se stává nutností automatická regulace a měření v reálném čase pro podporu integrace dalších malých zdrojů. Na základě flexibilní komunikační vazby mezi částmi mikro sítě jsou vyměňovány informace mezi mikro sítěmi, a tím se regulace, měření a komunikace se postupně přibližuje globálnímu optimálnímu řešení. [12]

V decentralizované řídicí architektuře každý jednotlivý regulátor pracuje lokálně bez řídicího centra [13] a bez přímé komunikace s jinými částmi. Regulátory musí být potom vhodně nastaveny, když dojde ke změně topologie soustavy, tak je pro toto nové zapojení nutné nabídnout další možnosti ovladatelnosti v každé části. [14, 15]

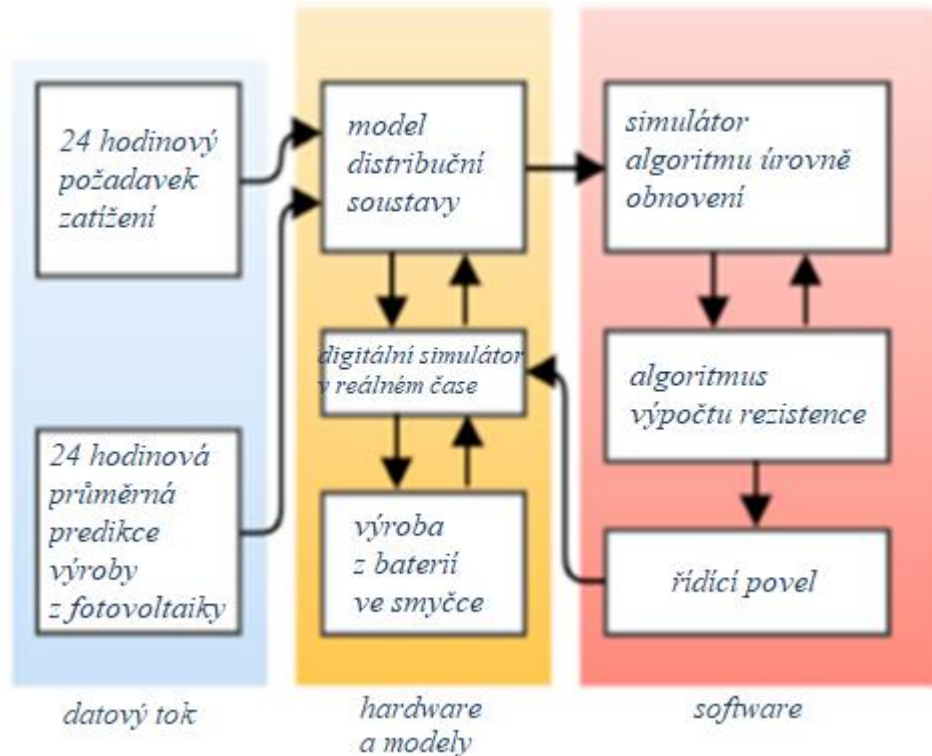
Architekturu řízení mikro sítí lze rozdělit na tři režimy: centralizované, decentralizované a distribuované. Architektura centralizovaného řízení má kontrolu, která odesílá řídicí povely všem jednotkám (zdroje a spotřeby) v síti a přijímá informace od nich. Výhodou tohoto režimu řízení je rychlé a přesné řízení, řešení kolísání napětí, frekvenčních výkyvů, harmonického zkreslení [16] a zachování spolehlivého zásobování. [17]

Distribuované řízení založené na flexibilní komunikaci a propojení mezi jednotlivými částmi by koordinovalo místní autonomii globálních parametrů. [18] Jednotlivé distribuční systémy by komunikovaly s okolními částmi a získávaly tak aktuální stav topologie a parametrů. [19]

Transformace uživatelů elektrizační soustavy z pasivních na aktivní subjekty je důsledkem klesajících výnosů za přenos a distribuci elektrické energie a vyžaduje několik úprav, z nichž jedna je revize poplatků distribuční sítě. Současné návrhy poplatků za užívání sítě často nezajišťují finanční prostředky na technickou obnovu sítě a nedostatek motivace efektivní investice do její modernizace a využití. Případové studie pro lineární profily zatížení jsou simulovány pomocí lineárního programování, aby se minimalizovaly jejich celkové náklady v rámci každého s ohledem na možnost nákupu elektřiny ze sítě a investování do výroby v místě nebo omezení zatížení. [20]

Autoři [21] se zabývají simulacemi v reálném čase a hardwarovým přístupem pro systematickou integraci rozprostřených energetických zdrojů (REZ) (*Obrázek 2*) v pokročilých distribučních sítích se zvláštním zaměřením na odolnost proti poruchám. Pokročilé distribuční sítě jsou považovány za funkčně sofistikovanější než tradiční. Mezi pokročilé funkce patří – rekonfigurace, snímání parametrů v reálném čase atd. Některé z těchto funkcí jsou v současné době realizovány i v mikro sítích. Není však možné převést každou z těchto funkcí z distribuční sítě do mikro sítí. Propojení REZ, včetně skladování energie pro zlepšení spolehlivosti a odolnosti jsou uvedeny. Odolnost

distribučních sítí nabývá na důležitosti a výzkum směrem k posílení spolehlivosti je klíčovou otázkou pro možnosti využití REZ. Simulace se provádějí pomocí digitálního simulátoru v reálném čase (DSRT) a charakterizovaná odezva baterie ve smyčce ověřená proti aktuálnímu toku k zajištění realistických výsledků je zaveden v systému baterie. Rekonfigurační program je propojen s DSRT v obousměrné komunikaci v reálném čase. Mezi klíčové patří zvýšení odolnosti distribučních sítí použitím systému pro skladování energie za dynamických provozních podmínek. [21]



Obrázek 2 Funkce systému v reálném čase [21]

V posledních letech je řízení a provoz mikro sítí zvažováno mnoha pokročilými společnostmi s ohledem na rozvoj rozptýlených energetických zdrojů. Hlavní cíle, kterým je věnována pozornost v managementu mikro sítí jsou provozní náklady a míra znečištění životního prostředí, ale ve spojování těchto cílů mohou nastat protichůdné výsledky v optimalizačním procesu. [22]

Pro řešení problému informační asymetrie na trzích s elektřinou z obnovitelných zdrojů mají evropské vlády zavedeny systémy certifikace. Zatímco certifikace se jeví jako stále důležitější obchodní mechanismus pokud jde o elektřinu z obnovitelných zdrojů, není jasné, do jaké míry řádně fungují trhy s certifikáty. Navíc země si pro své certifikační programy zvolily velmi odlišné návrhy. Za účelem posouzení výkonnosti trhů pro záruku původu certifikátů ve dvaceti evropských zemích, byly studijně zavedeny čtyři tržní

ukazatele výkonu a analyzován jejich vývoj v letech 2001–2016: míra odlivu, volatilita cen, certifikace a rychlost expirace. Zkoumá se vztah mezi výkonností trhu a dvěma konstrukčními rysy certifikačních schémat: veřejný / soukromý charakter certifikačního orgánu a přítomnost mezinárodního standardu. Zjištěno bylo, že navzdory rostoucímu podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů trhu s certifikáty trpí nízkou likviditou a velmi nestálými cenami. Kromě toho se usuzuje, že přijetí mezinárodního standardu podpoří vývoj certifikačních systémů. [23]

Rozšiřování výroby energie z větru a přenosu energie v pobřežních vodách v Evropském Severním moři se urychluje. Zúčastněné strany obhajují regionální správu pro rozšíření evropské sítě a evropská správa věcí veřejných by měla být klíčem k rozvoji integrovaných hybridních off shore projektů. Takové projekty jsou však stále vzácné. Analyzován byl systém rozšíření sítě v Severním moři u pobřeží pomocí rozměrů prováděcí povinnosti a pravomoci. Tento průzkum identifikuje pět výzev:

- 1) interakce evropské a národní úrovně,
- 2) interakce národní a regionální úrovně,
- 3) účast zemí, které nejsou členy Evropské unie,
- 4) závislost regionálního plánování národních rozvojových plánů, které zohledňují národní zájmy,
- 5) interakci a evropské financování projektů společného zájmu.

Nedávný návrh balíčku o čisté energii značně reformuje regulaci evropského energetického systému. Balíček je součástí energetické strategie EU a zaměřuje se na správu politiky v oblasti energetiky a klimatu a na fungování energetického systému. Regionální expanze na moři je tedy do značné míry nezměněna a naše identifikované výzvy přetrvávají. [24]

Nalezení správné rovnováhy mezi centralizací a decentralizací je bojem tak starým, jako samotný projekt evropské integrace. Centralizace je definovaná jako přesun kompetencí na vyšší a agregovanější úroveň řízení, nabízí řadu výhod, včetně větší politické konzistence, méně tržních překážek a narušení hospodářské soutěže. Rovněž však přichází za cenu snížené flexibility, aby bylo možné zohlednit vnitrostátní okolnosti, ale může zase naopak ohrozit domácí politickou podporu. Jak ilustruje vývoj klimatické politiky v EU, míra centralizace nemusí nutně korelovat s úrovní politických ambicí v oblasti ochrany klimatu. Sleduje se úloha obchodování s emisemi a politika na podporu obnovitelných zdrojů energie. Ukazují se časové posuny preferencí v oblasti centralizace a je snaha vysvětlit příčiny těchto změn a jejich důsledky pro politiku v oblasti klimatu.



Rovněž je řešen nedávný trend směrem k větší regionální spolupráci, což se odráží v nově vznikajícím pojetí Evropské energetické unie. Dochází se však k závěru, že zobecnění dopadu centralizace, nebo její nedostatek, nesplňuje v každém jednotlivém případě situaci. [25]

Politiky vyvolané požadavky na zlepšení klimatu přinášejí rozsáhlé důsledky v celém energetickém systému a tím ovlivňují různá odvětví hospodářství. Aby bylo možné analyzovat různé cesty dekarbonizace energetického systému, existující modely se tradičně zaměřily na specifická energetická odvětví, přijaly specifické výzkumné perspektivy, hodnotily pouze určité technologie nebo studovaly izolované složky a faktory energetického systému. Nicméně bylo vynaloženo jen málo úsilí k úspěšnému modelování širšího obrazu energeticko-ekonomického systému. Konceptně je navrženo propojit modely shora dolů a zdola nahoru, aby reprezentovaly: distribuovanou výrobu a poptávku, provoz elektrizačních soustav, investice do infrastruktury, expedice výroby a makroekonomické interakce. Zkoumána byla existující práce na modelování různých dimenzí energetického přechodu, aby mohlo být pochopeno, proč se modely zaměřují na určité prvky nebo části energetického systému. [26]

Ambiciózní cíle dekarbonizace, specifické pro technologie a vývoj v oblasti výpočtů vedly ke zvýšení složitosti a rozmanitosti modelů energetických systémů. Nedostatečná transparentnost a standardizace však ztěžuje posouzení vhodnosti modelu pro konkrétní případy. Modelové schopnosti pro energetický průmysl a politické otázky jsou spojeny kvantifikací rozdílu mezi požadavky na dostupnost energie a politickými zájmy. Výsledky ukazují, že některé modely jsou velmi dobře schopny odpovědět na celou řadu otázek energetické politiky, zatímco jiné jsou vhodné pouze pro určitou oblast energetického odvětví. Mezi rysy, ve kterých modely obecně zaostávají, patří zastoupení distribuční sítě, endogenní přizpůsobení poptávky a technická flexibilita energetického systému. [27]

Jak uvádí studie [28] obecná formulace problému rekonfigurace soustavy pro redukcí ztrát a vyrovnání zátěže, je zde prezentována nová metoda řešení. Řešení využívá vyhledávání různých radiálních konfigurací vytvořených přepínáním napájení úsekové rozvodny. Pro vedení vyhledávání a testuje dvě různé metody aproximace průtoku proudu s různým stupněm přesnosti. Metody se používají k výpočtu nového výkonu v systému po výměně větví a využívají rovnice toku výkonu vyvinuté pro radiální distribuční soustavy. Jak analýza přesnosti, tak i výsledky zkoušek ukazují, že metody odhadu mohou být použity při vyhledávání rekonfigurace daného systému, i když není dobře

kompenzován přenos zátěže mezi různými rozvodnami. Pro vyvažování přenosu zátěže je definován index vyvážení zátěže a je ukázáno, že metody odhadu, které byly vyvinuty pro redukci ztráty výkonu, lze také použít pro vyvažování zátěže, protože oba problémy jsou podobné. [28]

Decentralizovaný hybridní systém obnovitelných zdrojů energie je vhodnou ekonomickou možností pro elektrifikaci venkova, kde rozšíření sítě není možné. Studie [29] dospěla k závěru, že náklady na energii pro hybridní systém připojený k síti jsou ve srovnání s ostrovním hybridním systémem pro podobné profily zatížení nižší. Nakonec bylo provedeno porovnání rozšíření sítě a hybridního ostrovního systému a je stanoven limit ekonomické vzdálenosti. Výsledky simulace ukazují, že nejlepším variantním scénářem pro všechny případy je systém zplyňování biomasy než solární systém. [29]

V příspěvku [30] je popisován vývoj, implementace a aplikace matematického postupu věnovaného formulaci denních profilů zatížení spotřebitelů ve venkovských ostrovních oblastech. Cílem postupu je poskytnout tyto profily jako vstupní údaje pro proces navrhování ostrovních systémů pro elektrifikaci venkova. Profily denního zatížení totiž představují nezbytný vstup pro metody plánování kapacit ostrovních systémů založených na stabilní energetické simulaci a techno-ekonomických analýzách po celou dobu životnosti a na analýze logiky pro řízení toků energie mezi různými komponenty systému. Ve vědecké literatuře tomu však dosud nebyla věnována žádná zvláštní pozornost, pokud jde o konkrétní přístupy k odhadům profilů denního zatížení pro spotřebitele na venkově. Pro pokrytí tohoto nedostatku, byl vyvinut nový matematický postup s přihlédnutím ke specifickým rysům venkovských oblastí. Tento postup je založen na souboru údajů, které lze zkoumat a / nebo předpokládat ve venkovských oblastech a opírá se o stochastický přístup zdola nahoru s korelací mezi různými parametry profilu zatížení, aby se vytvořilo predikované chování odběratelů energie. [30]

Budoucí energetické systémy s velkými podíly rozprostřených zdrojů by mohly být nepříznivě ovlivněny, pokud by několik lokálních ochranných systémů (LOS) nesprávně identifikovaly ztrátu napětí nebo jiné špatné parametry, což by mohlo vést k problémům s nedostatkem elektřiny a stabilitou. Ačkoliv mnoho odborných publikací pojednává o metodách citlivé detekce ostrovních provozů, téměř žádné dokumenty v literatuře se nezabývají problémy spojenými s životaschopností takových ochranných metod během a po poruchách v síti, na kterou by neměly reagovat. Cílem je ukázat nedostatky ve stávajících postupech ochrany elektrizačních soustav, které se týkají detekce ostrovů



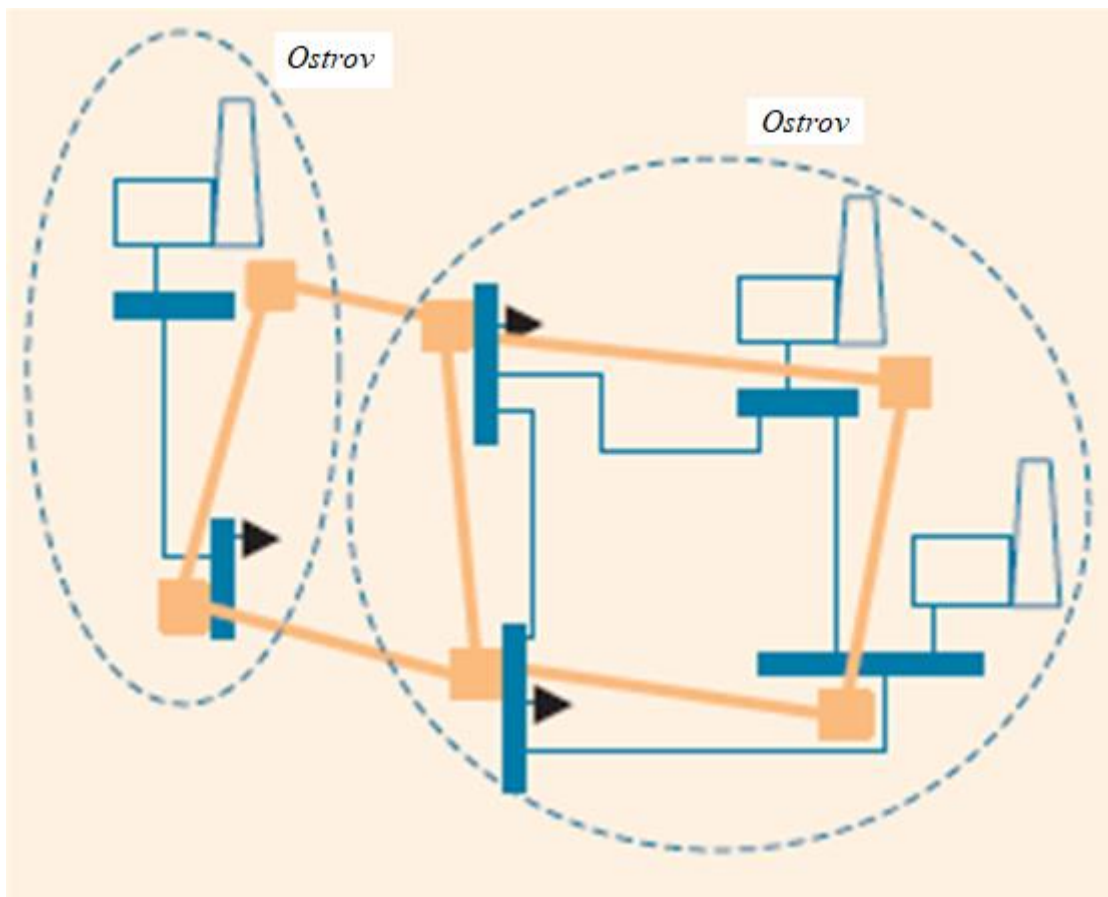
s cílem identifikovat nezbytné oblasti zlepšení, aby se usnadnilo pokračující šíření obnovitelných zdrojů v aktivních distribučních sítích. [31]

Autoři [32] se zabývali původními záznamy o generování neúmyslných ostrovních událostí distribuční soustavě. Záznamy důležitých stavů v soustavě s rozprostřenou výrobou pro zabránění ostrovních režimů je koordinace zdrojů a odběrů s odchylkou frekvence nebo odchylkou napětí. Podpětí – odpojení zátěže, přepětí – kompenzace jalového výkonu, poměr výroby k zátěži, opětovné zapnutí zdrojů a odběrů ve vzájemné koordinaci. [32]

Príspevek [33] uvádí souhrn studií, které analyzují problémy a perspektivy přeměny stávajícího energetického systému na 100 % systém obnovitelných zdrojů energie s využitím inteligentních energetických systémů. Na rozdíl od konceptu inteligentní sítě, který se zaměřuje na Evropskou unii, inteligentní energetické systémy zahrnují do svého zpracování k realizaci celý energetický systém, vhodné návrhy energetické infrastruktury a provozní strategie. Typická inteligentní síť se zaměřuje pouze na odvětví energetiky a často vede k závěru, že přenosová vedení, pružná poptávka po elektřině a skladování elektřiny, jsou primárním prostředkem pro řešení integrace kolísavých obnovitelných zdrojů. Povaha větrné energie a podobných zdrojů však má za následek, že tato opatření nejsou technicky ani ekonomicky efektivní. Nejúčinnější a nejméně nákladná řešení jsou k dispozici, když odvětví elektřiny je kombinováno s odvětvími vytápění a chlazení, a odvětvím dopravy. Kombinace infrastruktur elektřiny a plynu může navíc hrát důležitou roli při navrhování systémů obnovitelných zdrojů. Upozorňuje se na navrhování a modelování budoucí udržitelné inteligentní energetické systémy. [33]

Praktické metody, nástroje a technologie založené na pokrocích v oblasti výpočtů, řízení a komunikace systému rozvodné sítě a další infrastruktury vede k tomu, že se může lokálně samostatně regulovat. Pro realizaci vložení inteligentních systémů do procesu výroby, přenosu a distribuce elektrické energie, musí být nezávislé komponenty v každé jednotlivé části (rozvodně, elektrárně) (*Obrázek 3*). Typická posloupnost pozorovaná při velkých výpadcích elektrického systému následuje v těchto krocích:

- 1) problém s přenosem, například náhlý výpadek hlavního vedení,
- 2) další výpadky přenosových vedení v důsledku přetížení, nastává ostrovní provoz,
- 3) pokles frekvence v ostrově s velkou zátěží,
- 4) výroba je přerušena z důvodu odchylky kmitočtu,
- 5) bezproudí,
- 6) výpadek proudu trvá dlouhou dobu vzhledem k potřebnému času obnovit výrobu. [34]



Obrázek 3 Nouzový stav se dvěma ostrovy a výpadky přenosu [34]

Elektro odvětví rozvojových zemí je v podstatě na úrovni devadesátých let minulého století. V důsledku toho se mění přístupy pro přirozenou elektrifikaci. Zkušenosti z různých způsobů výroby a dodávky elektřiny, které se týkají přírodních zdrojů, a jsou v oblasti dostupné, se vytvářejí včetně koncesionářských plateb, prodejních přístupů a posilování středně velkých podniků v oblasti energetiky. [35]

## 2.2. Obnovitelné zdroje, rozproštěná výroba a připojení k elektrizační soustavě

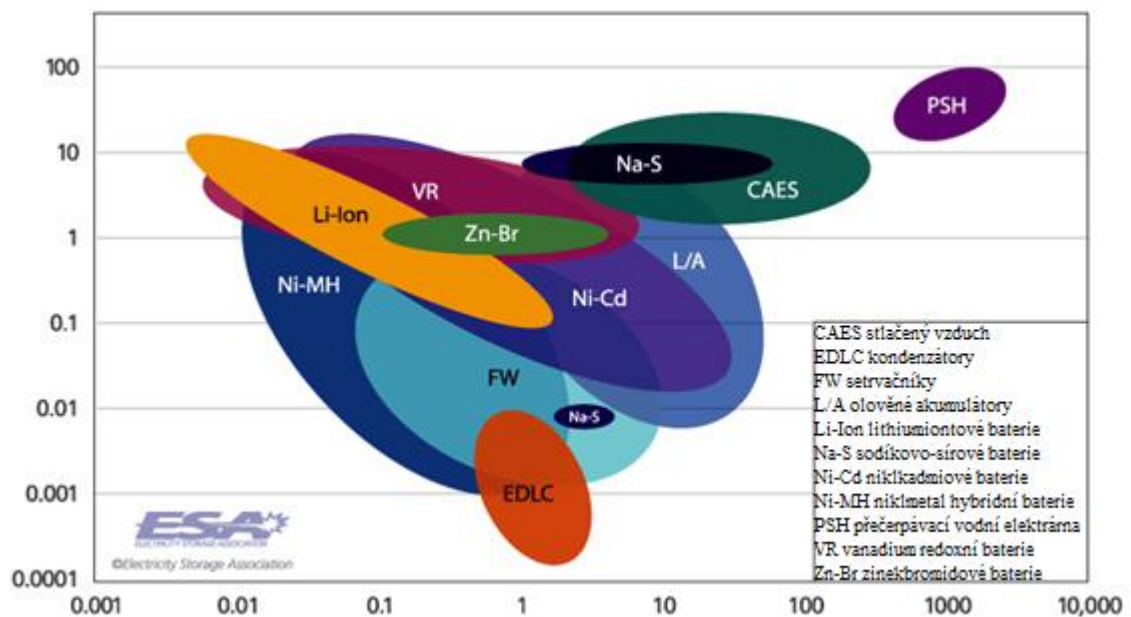
Článek [36] uvádí, že se mikroregionům v Rakousku daří snížit energetickou závislost na dodávkách elektrické energie z vnější distribuční soustavy a posuzuje možnosti a kompromisy mezi náklady a přínosy ke zvýšení energetické soběstačnosti malé venkovské oblasti. [36]

Z průzkumů v oblastech musí být vyvozena přijatelnost druhu obnovitelných zdrojů a jejich využití v dodávce energií a v dopravě. Dostupnost potenciálu obnovitelných zdrojů energie a vysoce účinných technologií jsou dva hlavní důvody pro rozšiřování zásobování energiemi s nízkou produkcí emisí oxidů uhlíku. Vytvoření matematického modelu, který optimalizuje lokální výrobu energie a její rozvod k zákazníkům musí vzít v úvahu parametry, jako je dostupnost obnovitelných zdrojů, počet zákazníků pro zásobování elektřinou a teplem, ztráty v systému, samozřejmě ekonomické zhodnocení, či posouzení návratnosti investic a zdravější životní prostředí. V modelu se posuzuje dostupnost nebo vybudování, umístění a druh obnovitelných zdrojů s ohledem na nejnižší náklady zásobování elektrickou a tepelnou energií. Rozvoj obnovitelných zdrojů energie jako jsou větrné a vodní elektrárny přináší zásahy do krajiny a přírody. Energetické projekty jsou spojeny s environmentálními vlivy, které mohou přinést újmu nebo i úpadek jiných hospodářských činností. K těmto aktivitám je přiřazován i cestovní ruch a turistika. Proto rozvoj obnovitelných zdrojů musí být zhodnocen i na základě preferencí života na vesnici a ve městě. [37]

Pro efektivní a trvalé snížení negativních dopadů na životní prostředí venkovských oblastí je na místě doporučení pro rozšíření využití zdrojů k výrobě elektřiny a tepla, které nezatěžují životní prostředí. Stále větší počet obcí chce pokrýt celou svou spotřebu energií využitím biomasy. Důležité je provést analýzu s ohledem na využití půdy a nákladů na zásobování energiemi. [38]

K uspokojení poptávky po elektrické energii musíme udržitelným způsobem rozšiřovat výrobu z obnovitelných zdrojů připojených v distribuční soustavě a také navrhnout optimální řešení pro její akumulaci. Pro akumulaci je potřebné technické, ekonomické a environmentální zhodnocení moderních bateriových systémů obsahující lithium-iontové akumulátory (Li-Ion), sodík-sírové baterie (NAS) a vanadové redoxní baterie (VRB) (Obrázek 4). Stanovení priorit a případná kombinace systémů skladování energie s predikovatelnou i nepredikovatelnou výrobou elektrické energie z obnovitelných zdrojů

mají být posuzovány z technického i ekonomického hlediska na základě specifikace soustavy. Výsledky mají modelovat řešení pro technické a ekonomicky optimální úložiště elektrické energie při její nadvýrobě nebo nedostatku. Systém s Li-Ion bateriemi nejlépe vyhovuje při velkém přebytku výroby elektřiny, zatímco úložiště NAS baterie je méně dynamické při změně výkonových poměrů, ale je nejvíce konkurenceschopné mezi třemi uvedenými typy úložišť kvůli jeho levnějším pořizovacím nákladům. [39]



↑ vybíjecí čas v hodinách → jmenovitý výkon v megawattch

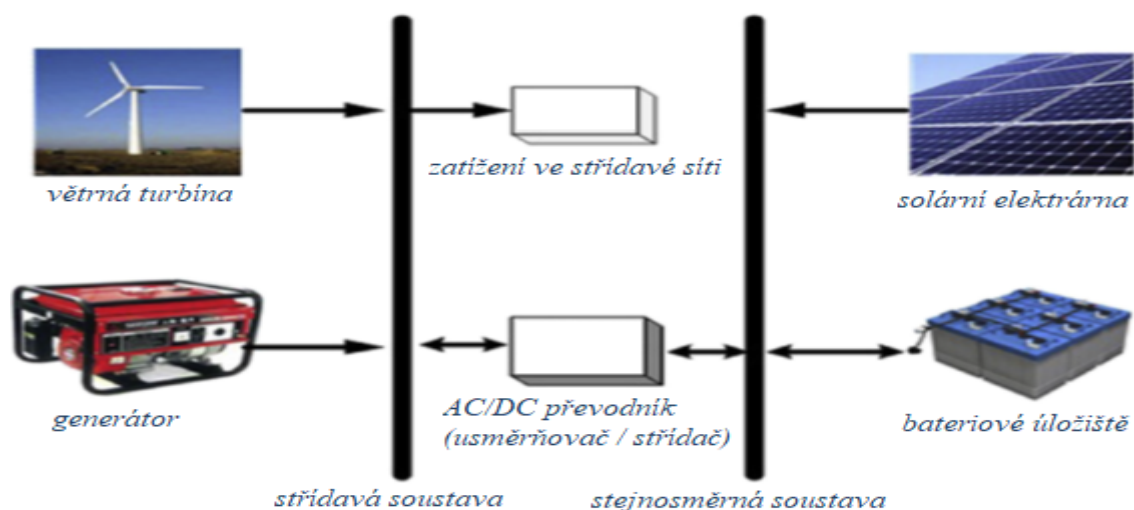
Obrázek 4 Typ úložiště s vybíjecím časem a jmenovitým výkonem [39]

Parametry systému mikro sítí se mění v různých provozních režimech, především v důsledku výstupního proudu střídačů spojených s obnovitelnými zdroji energie. Nedostupnost, nevhodnost či špatné nastavení ochranného systému, které musí být kompatibilní s režimy provozu mikro sítí, je hlavní problém při zavádění mikro sítí. Dvě důležité vlastnosti těchto sítí jsou principy peer-to-peer a plug-and-play. To znamená, že neexistuje žádná část jako hlavní regulátor, který může být kritický pro provoz systému, a jednotky s distribuovanou výrobou mohou být instalovány v libovolném místě mikro sítě. Tyto vlastnosti dále komplikují provoz a ochranu mikro sítě. Všechny typy poruch musí být simulovány ve všech možných pásmech provozu systému a parametry systému jsou analyzovány, aby se identifikovaly možné metody detekce poruch. Na základě výsledků simulace je doporučeno ochranné schéma, které splňuje normy ochrany jako je selektivita, koordinace a spolehlivost. [40]

Zvýšené povědomí o klimatických změnách a poptávce po energii způsobily rychlý rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Poptávka po lepším systému spolehlivosti dodávek vyžaduje, aby tyto zdroje energie byly připojovány v blízkosti zátěže. [41]

Elektrifikace obcí z hlavní sítě vede k velkým investicím a ztrátám. Proto se tvoří koncepce decentralizované výroby elektřiny. Vyvíjejí se různé strategie, v nichž poptávka po elektrické energii různých vesnic regionu Madhya Pradesh (Indie) jsou využívány obnovitelné zdroje energie při minimalizaci nákladů na výstavbu. [42]

Velká část populace světa, zejména v rozvojových zemích žije na venkově nebo ve vzdálených oblastech, které jsou geograficky izolovány od připojení k elektrické síti. Napájení, a především nepřerušované napájení nebo přeprava paliva k výrobě elektrické energie, pro tyto oblasti představuje velkou výzvu. Použitím obnovitelných zdrojů energie v hybridním energetickém systému mimo síť může být cestou k řešení tohoto problému (Obrázek 5). Malajsie je kopcovitý terén s darem obnovitelných zdrojů energie. Je možné využít těchto obnovitelných zdrojů k výrobě elektrické energie a omezení závislosti na fosilních palivech. Z tohoto pohledu je prováděn výzkum za účelem analýzy výkonu fotovoltaického zdroje a větrné elektrárny typu „off-grid“ hybridní energetický systém pro vzdálenou oblast s názvem „KLIA Sepang Station“ ve státě Selangor, Malajsie. Systém je navržen a simulován tak, aby zásoboval malou komunitu s ohledem na průměrnou spotřebu 33 kWh / den při maximálním zatížení 3,9 kW. Simulace a optimalizace systému byly provedeny firmou HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable). Software využívá data z reálného času, intenzitu slunečního záření a rychlost větru v této oblasti. Analyzovaný hybridní energetický systém by mohl být použitelný i v jiných regionech světa, kde jsou klimatické podmínky podobné. [43]



Obrázek 5 Schéma hybridního energetického systému [43]

Kontext a pozadí [44] studie vycházejí z rostoucí role obnovitelné energie při zlepšování energetické bezpečnosti, ochraně klimatu a podpoře hospodářského rozvoje. V mnoha těchto případech jsou tato vysoká očekávání ohrožena nedostatkem integrované metodiky pro měření potenciálu obnovitelné energie z různých zdrojů. Jako hlavní hypotéza byla předpokládána možnost vývoje, komplexní a integrované metodiky hodnocení potenciálu obnovitelných zdrojů energie. Proto bylo použito metody hodnocení založené na mapovacích technikách, simulačním softwaru pro větrné farmy a analytických nástrojích geografického informačního systému. Hlavní novinkou této studie je integrace třech obnovitelných zdrojů energie (biomasa, solární energie a vítr) a příslušné měření jejich celkového energetického potenciálu a vytváření map, které ukazují potenciál pro solární, větrnou energii a energii z biomasy při vysokém prostorovém rozlišení. Kromě toho byl změřen a zmapován celkový potenciál obnovitelné energie pro zásobování místní poptávky po energií. Mapy potenciálu obnovitelných zdrojů energie v kombinaci s dobrým prediktorem je multidimenzionální index vyjadřující úroveň rozvoje lokalit pro rozvoj zařízení založených na obnovitelných zdrojích energie. Studie doporučuje využití map potenciálu obnovitelných zdrojů energie jako kritérií pro přidělování projektů v roce 2006 a rozvoje venkova založeného na obnovitelných zdrojích energie s cílem dosáhnout vyváženějšího regionálního rozvoje. [44]

Evropská komise navrhla novou směrnici o obnovitelných zdrojích energie, která obsahuje ustanovení o flexibilitě, která umožní nákladově efektivní dosažení ambiciózního cíle pro obnovitelnou energii ve výši 20 % spotřeby energie, který byl stanoven na rok 2020. Jedno z ustanovení o flexibilitě uvažuje o tom, že země budou schopny dosáhnout svých individuálních cílů nákupem svého deficitu při zavádění elektřiny z obnovitelných zdrojů z jiných zemí s přebytkem (tj. s využitím elektřiny z obnovitelných zdrojů ze zemí nad splněnými limity). Tento obchod bude mít pravděpodobně podobu výměny záruk původu výroby energie. Garance původu energie jsou v současné době prováděny v členských státech tak, aby splnily požadavek směrnice o obnovitelných zdrojích elektřiny a každá země měla systém, který umožňuje dohledat zdroj každé kWh elektřiny z obnovitelných zdrojů a informuje o tomto zdroji. [45]

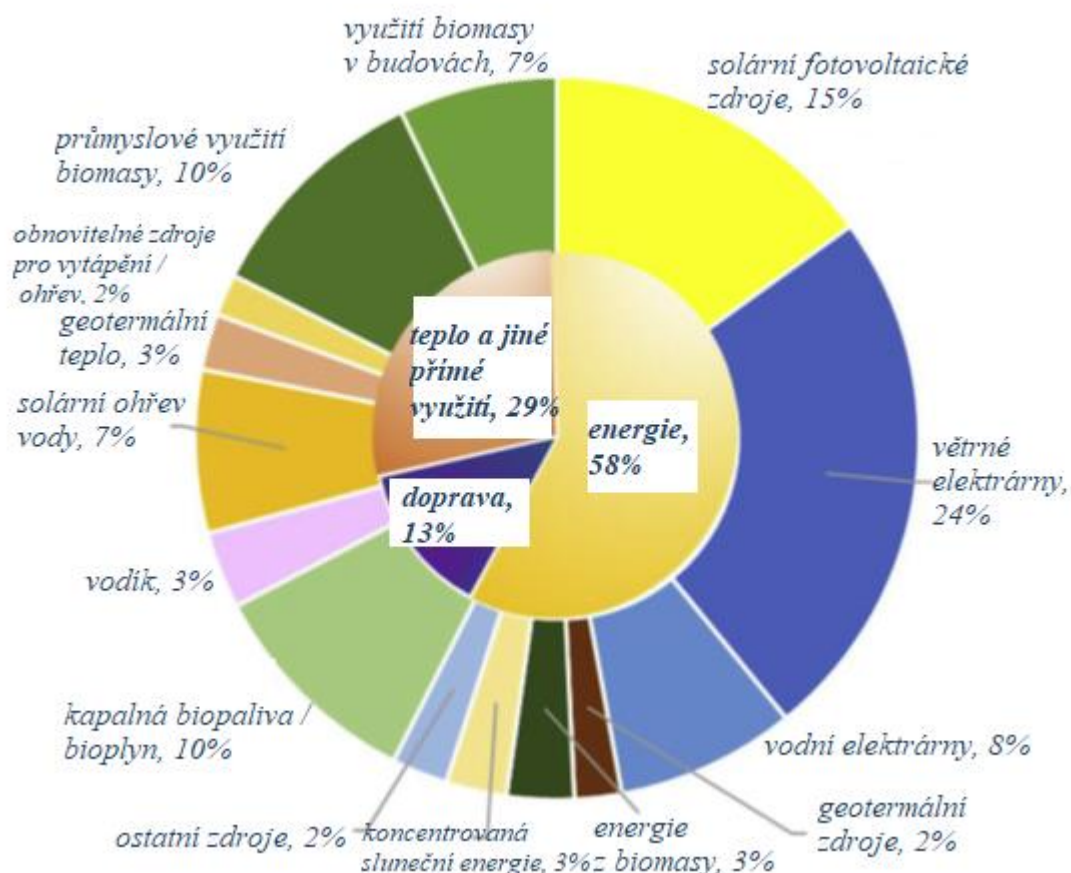
Globální energie z obnovitelných zdrojů si v posledních letech udržuje stabilní růst, který je podporován především národními politikami a rostoucí poptávkou. Důležitá může být analýza zkušeností s rozvojem obnovitelných zdrojů energie ve vyspělých zemích a poskytnout odkazy a návody pro jejich přijetí v jiných zemích. Výsledky porovnávají a shrnují definice rozprostřené výroby z 18 předních zemí v oblasti obnovitelné energie.



Empiricky byl analyzován rozprostřený a centralizovaný rozvoj obnovitelné energie v Německu se zaměřením na větrnou a solární energii. Bylo zjištěno, že 95 % solární výroby a 85 % výroby energie z větru je instalováno v Německu, a že nejhodnější režim výroby energie z obnovitelných zdrojů je model výroby z rozprostřených zdrojů. [46]

Studie [47] se zabývá technickými a ekonomickými charakteristikami zrychleného přechodu výroby energie do roku 2050 s maximálním využitím nových technologií pro obnovitelné zdroje energie. Z analýzy vyplývá, že technologie energetické účinnosti a obnovitelných zdrojů energie jsou základními prvky tohoto přechodu a jejich součinnost je rovněž důležitá. Výkonná ekonomika, rozprostřené zdroje, rozdílné zdroje výroby energie a významné socioekonomické změny jednoznačně jsou pro přechod na tento systém (*Obrázek 6*). Obnovitelná energie může dodávat dvě třetiny celkové celosvětové poptávky po energii a přispět k objemu snížení emisí skleníkových plynů, které je zapotřebí až do roku 2050 pro omezení průměrné globální hodnoty zvýšení teploty pod 2°C. Větrné a solární technologie musí být doplněné vysokou úrovní energetické účinnosti. Aby mohlo být zajištěno snížení, či úplné odstranění emisí oxidu uhličitého, musí být implementovány nové technologie a inovace, zejména pro dopravu a výrobní odvětví. [47]

## REmap 2050: 222 EJ



Obrázek 6 Členění využití obnovitelných zdrojů energie v podmínkách celkové spotřeby energie, REmap 2050. Poznámka: Nezahrnuje neenergetické použití. [47]

Přínosy zvýšení podílu obnovitelné energie na celkovém energetickém mixu zahrnují lepší energetickou bezpečnost, snížení emisí oxidu uhličitého a zlepšení lidského zdraví. Musí být identifikován potenciál technologií obnovitelných zdrojů a úlohy inovací pro zdvojnásobení globálního podílu výroby z obnovitelných zdrojů z 18 % na 36 % mezi lety 2010 a 2030. Jako první krok je vytvořen referenční případ založený na národních energetických plánech 26 zemí, které zvyšují podíl obnovitelných zdrojů na 21 % do roku 2030. Realizovatelný potenciál technologií obnovitelných zdrojů se odhaduje mimo referenční případ na úrovni zemí. Sdružením potenciálu zemí tento dokument odhaluje, že globální podíl obnovitelných zdrojů se může do roku 2030 zdvojnásobit na 36 %. Navzdory rozdílům v počátečních stavech a potenciálech zdrojů, je pro každou zemi důležitá úloha zvýšení výroby z obnovitelných zdrojů. Je zapotřebí dalšího výzkumu, který by specifikoval oblasti pro jednotlivé země a specifické technologie, jakož i identifikovat politické návody, které je mají řešit. [48]



Výsledky uvedené v [49] definují a srovnávají nejvhodnější strategie pro integraci obnovitelných zdrojů: super síť a inteligentní soustavu. Vedle sebe se objevují významné technologické konflikty zájmů. Jsou uvedeny rozdíly mezi mezioborovou strategií v oblasti integrace obnovitelných zdrojů energie a přenosových systémů, které musí operátoři překonat, a to i za účelem jejich strategického vývoje a v různých teritoriích, nebo se strategickou integrací. Analýzy zahrnují přirozený a nediskriminační přístup, který podporuje vytvoření strategie pro přidělení přenosových kapacit. [49]

Autoři [50] se zabývají integrací nových zdrojů obnovitelné energie do energetických systémů v Evropě s výzvami a možnými řešeními, aplikací predikčních nástrojů pro větrné elektrárny pro provoz energetických soustav, novými úkoly, které vytvářejí nová řešení pro komunikaci v distribučních systémech. Zjištěny jsou možnosti větrné energie v Řecku, integraci rozprostřené výroby v Dánsku, větrných elektráren v Nizozemsku, EDF (Électricité de France) a rozprostřených zdrojů energie ve Francii a nových obnovitelných zdrojů v Itálii. Prostudována byla Evropská technologická platforma o elektrických sítích budoucnosti, která byla zveřejněna v lednu 2006. V tomto ohledu jsou kriticky posouzeny hnací síly směrem k inteligentním sítím, dnešním sítím a klíčovým výzvám pro inteligentní síť budoucnosti. [50]

Studie [51] předkládá analýzu zaměřenou na výběr mezi ostrovní solární výrobou elektřiny a na bázi biomasy a konvenčním rozšiřováním či posilováním elektrické sítě pro vzdálenou elektrifikaci ve vesnicích. Model poskytuje vztah mezi systémy obnovitelných zdrojů energie a limitem ekonomické vzdálenosti ze stávajícího bodu sítě, založený na analýze nákladů životního cyklu, kde bude odpovídat výroba pro systémy obnovitelných zdrojů energie vs. rozšíření sítě. Z analýzy vyplynulo, že pro obce s nízkou poptávkou po energii, které se nacházejí daleko od stávající sítě, jsou systémy založené na zplyňování biomasy cenově konkurenceschopnější než solární systémy nebo dokonce ve srovnání s rozšířením sítě. [51]

Využívání obnovitelných zdrojů energie s kolísáním výkonu / výroby celosvětově roste. Stejně rostou obavy o to, jak tyto zdroje začlenit do energetických systémů. Návrh optimálního mixu energetických zdrojů při opatřeních ke zmírnění změny klimatu je výzvou, se kterou se potýká řada států. Tato optimalizace může být realizována podle ekonomických cílů nebo se zaměřením na technologicko-provozní cíle a v rámci těchto dvou hlavních seskupení může být pro proces navrhování potenciálně použito několik různých kritérií. Zde je přezkoumána řada optimalizačních kritérií a následně aplikována na model energetického systému západního Dánska v analýze využití tepelných čerpadel

pro integraci větrné energie. Analýzy ukazují, zda je daný systém modelován jako provozovaný v ostrovním režimu, nebo nemá velký dopad na definici optimální úrovně větrné energie. Pokud nejsou do analýzy zahrnuty úspory energie a snížení emisí CO<sub>2</sub> za hranicí systému, pak buď není možné rozšířit větrnou energii na vysokou úroveň, nebo je naopak vhodnější instalovat relokační technologie, které mohou využít přebytečnou výrobu. Analýzy také ukazují, že různá optimalizační kritéria odlišují optimální návrhy.

[\[52\]](#)

V příspěvku [\[53\]](#) je navržena zobecněná formulace pro inteligentní energetický management mikro sítí pomocí umělé inteligence společně s lineární multiobjektivní optimalizací. Navržený multiobjektivní inteligentní energetický management má za cíl minimalizovat provozní náklady a dopad mikro sítí na životní prostředí s ohledem na proměnné jako budoucí dostupnost obnovitelných energií a poptávky po zátěži. Navrhované strojové učení je charakterizováno zdokonaleným studijním modelem a schopností zobecnění. Účinnost operace mikro sítí silně závisí na procesu plánování nabíjení baterií, kterého nelze dosáhnout konvenční optimalizační formulací. Výsledky ukazují značnou minimalizaci provozních nákladů a úrovně emisí ve srovnání s literárními přístupy k mikro síťovému energetickému managementu založenému na příležitosti nabíjení a správě baterií. [\[53\]](#)

### 2.3. Doprava a využití elektrovozidel

Energetické projekty jsou spojeny s environmentálními dopady, které mohou přinést „pros & cons“ (pro & proti) i jiných hospodářských činností. Proto rozvoj obnovitelných zdrojů musí být zhodnocen i na základě preferencí života (jeho kvality) ve venkovských oblastech. Součástí procesu je nutnost zhodnotit také dopady na místní dopravu a ekonomiku. [54]

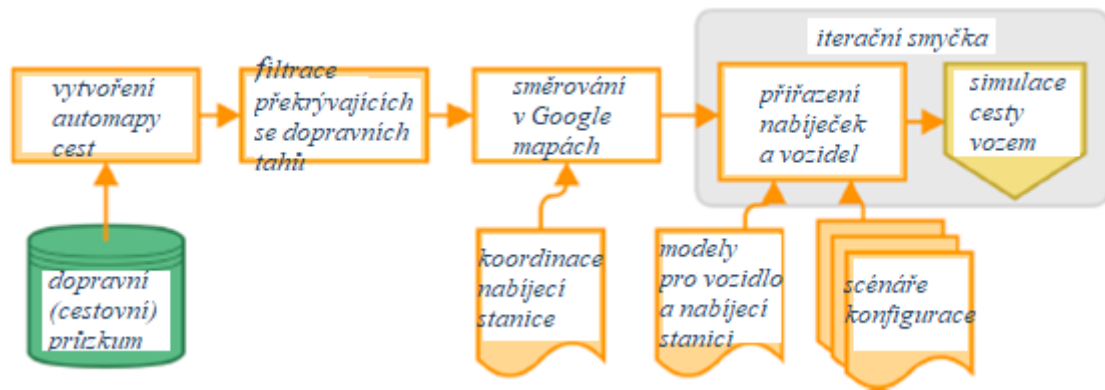
Doprava z venkovských oblastí automobilovou dopravou se spalovacími motory versus elektrovozidly se potýká s problematikou nákladů a dojezdových vzdáleností. [55]

S rostoucím počtem elektromobilů budou rychlé nabíjecí stanice významně ovlivňovat kvalitu parametrů elektrické sítě. Na druhou stranu uživatelé elektromobilů mají mít možnost změnit místo nabíjení z důvodu cenových pobídek za dobíjení, které lze považovat za zdroje pružné reakce pro ovlivnění parametrů elektrické rozvodné sítě. Rychlé nabíjecí stanice mají být rozprostřeny v krajině optimálně pro stanovení cenového schématu a pro regulaci elektrického napětí v distribuční síti. Musí být zohledněna dopravní charakteristika uživatelů a vyvinut simulační model mobility elektromobilů a přesně určit místa rychlého nabíjení. [56]

V posledním desetiletí bylo provedeno mnoho výzkumných prací na další podporu používání elektrických vozidel vývojem nových technologií a služeb. Řízení jejich plánování a plánování poplatků je však stále náročným úkolem a je třeba se tím zabývat. Hlavním problémem je přesměrování vozidel do vhodných dobíjecích stanic s kratší dobou čekání, rychlým nabíjením a zajistit zajímavé bonusy pro jejich uživatele. Má být zaveden model predikce pro řízení a správu manipulační potřeby elektromobilů. Cílem je předpovědět průměrnou rychlost nabíjení a dobu nabíjení s přihlédnutím k příchodu požadavků na zpoplatnění a stavu nabíjení každého elektrického vozidla. [57]

Omezení kapacity baterie v elektrických vozidlech přispívá k tomu a představuje překážku jejich masovému rozšíření. Zatímco byly nedávno zavedeny elektrovozidla na vysoké úrovni, není jasné, zda budou schopny projet všechny možné trasy bez dlouhých dojezdů k dobíjecím stanicím a s potřebnou infrastrukturou pro tato vozidla. Model ze Švýcarska a Finska je používán k výpočtu pokrytí všech cest a prozkoumání možností, jak toto pokrytí zvýšit. Dokument přináší způsob, jak usnadnit snadné dobíjení a rozvoj související infrastruktury (*Obrázek 7*). Výsledky naznačují že 85–90 % všech vnitrostátních cest může být pokryto nabíjecími stanicemi v roce 2019. Pokud infrastruktura nabíjecí stanice je vhodně vyvinuta a jsou přijímána opatření, tak v obou

zemích je možné dosáhnout potenciálního pokrytí 99 % nebo více. Dostupnost nabíjecí stanice přispívá ke zlepšení komfortu uživatele vozidla a je žádoucí. Doporučením je zaměřit politické úsilí na rozvoj a možnost zviditelnění elektromobility budováním stanic s rychlým nabíjením. [58]



Obrázek 7 Přehled vstupů a kroků přijatých modelem optimalizace [58]

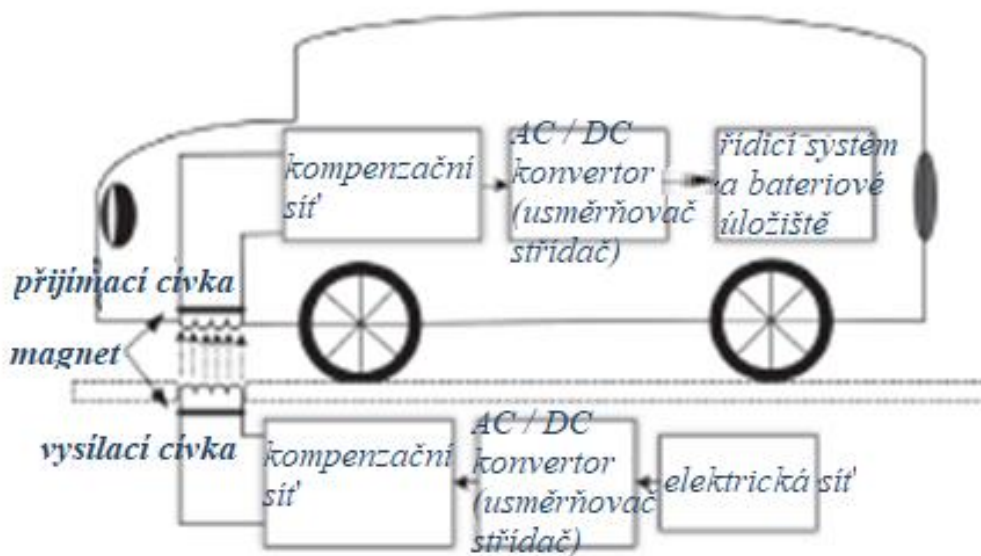
Dopravní informace pro konvenční vozidla jsou v literatuře široce studovány. Společný zájem je vysílat průměrné hodnoty rychlosti na silničním úseku a v oblasti. Obvykle to postačuje k výpočtu přibližné doby jízdy na dané trase. Pro elektrická vozidla, kde je dojezd zatím omezen, je důležité znát aktuální dopravní situaci ještě lépe, aby nedošlo k vybití baterie. Za tímto účelem jsou znalosti o odhadované spotřebě energie elektrovozidla podstatně významnější než znalosti průměrného času jízdy na trase. Cílem je poskytnout přehled spotřeby energie elektrovozidla a zpracovat účinné směrovací algoritmy, které budou přizpůsobeny aktuální dynamické dopravní situaci na trasách dojezdu k dobíjecím stanicím. Byla vyhodnocena reálná terénní studie z Německa a slouží jako základ pro analýzu spotřeby energie elektrovozidla. Tato studie zkoumala chování řidiče a spotřebu elektrovozidla při jízdě s ohledem na čas cesty a vzdálenost cesty. [59]

V literatuře je modelováno používání elektrických vozidel s využitím různých přístupů v energetických systémech, životnímu prostředí a analýze poptávky po cestování. Je poskytován systematický přehled o různorodých přístupech využívající dvojí klasifikaci zastoupení použití elektrických vozidel na základě časového měřítka a na podstatné rozdíly v technikách modelování. Pro denní analýzu poptávky lze identifikovat modelování založené na činnostech, které poskytují rámec umožňující integraci mezi odvětvové analýzy, která je nezbytná pro vznikající integraci dopravní a elektrické sítě.

Nicméně, při použití současných příkladů implementace simulačních nástrojů pro analýzy interakcí dochází k omezením ze strany energetických systémů. Mezi nejkritičtější patří nedostatek reálných měření při rychlém nabíjení většího počtu elektrovozidel. [60]

Vozidla s klasickými pohonnými jednotkami budou nahrazena vozidly s elektrickým pohonem, což je nevyhnutelným trendem pro nízkouhlíkovou dopravu. S ohledem na pomalý vývoj technologií v oblasti vozidel na konvenční paliva budou zřejmě od roku 2030 do roku 2045 zakázána k prodeji na různých místech světa. Scénáře ukazují, že se v roce 2050 sníží emise uhlíku o 54,1 % až o 84,8 % ve vazbě na rychlost elektrifikace globální dopravy. Náhrada vozidel se spalovacím motorem vozidly s elektrickým pohonem by proto měla být doprovázena dekarbonizací globálního energetického sektoru. [61]

Výraznější využití elektrovozidel v dopravě pomůže snížit emise skleníkových plynů a také zvýší ceny benzínu. Elektrifikovaná doprava vyžaduje, aby byla zřízena široká škála nabíjecích sítí, a to v uživatelsky přívětivém prostředí. Bezdrátové systémy nabíjení elektrických vozidel (BSNEV) (*Obrázek 8*) mohou být potenciální alternativní technologií pro nabíjení elektrických vozidel bez jakýchkoli problémů. Je popsána aktuální dostupná technologie bezdrátového přenosu energie pro elektrovozidla. Zahrnuje také bezdrátové transformátorové struktury s různými feritovými jádry, která byla zkoumána. BSNEV jsou spojeny s otázkami zdraví a bezpečnosti, které byly zkoumány také se současným vývojem v mezinárodních normách. Jsou zaznamenány dvě hlavní aplikace, statické a dynamické BSNEV a aktuální pokrok v oblasti výzkumných laboratoří, univerzit a průmyslových odvětví. Budoucí nadcházející koncepty BSNEV jsou například „bezdrátové systémy dobíjení v kolech“ (WCS). [62]



Obrázek 8 Základní blokové schéma statického bezdrátového nabíjecího systému pro elektrovozidla [62]

Studie [63] zkoumá uplatnění elektrických vozidel na podporu elektrické sítě (podpůrné služby), zejména pro regulaci kmitočtu. Vyhodnocena je dánská elektrická síť. Dánská síť má dvě různé sítě: DK1 (západní Dánsko) a DK2 (východní Dánsko). I když jsou obě elektrické sítě koordinovány stejným operátorem přenosových služeb (TSO, Energinet.dk), mají tyto sítě odlišné vlastnosti, včetně kapacity, složení zdrojů a připojení k síti. Kapacita sítě DK2 je výrazně nižší než DK1 a má poměrně vysoký podíl obnovitelné energie, což vede k několika problémům, včetně vlivu na kolísání frekvence. Pokud jde o primární frekvenční regulaci, DK2 respektuje předpisy pro symetrickou regulaci jak směrem nahoru, tak směrem dolů. Provozovatel DK1 přijímá různou nezávislou cenu pro regulaci nahoru a dolů. Z analýzy příjmů za primární frekvenční regulaci prováděná osobními vozidly s elektrickým pohonem může být vydělána částka přibližně 7 000 až 11 000 DKK, což při kurzu 0,135 DKK za 1 € je 945 až 1485 € ročně za osobní automobil v DK1 i DK2. Symetrická primární regulace frekvence v DK2 vede k vyšším příjmům celkem při vybíjení a nabíjení elektrovozidel dle předpisů výrobců elektrovozidel ve srovnání s DK1. Bohužel, protože frekvence a její fluktuace k nižším hodnotám, předpokládá se rychlejší degradace akumulátorů elektrovozidel v DK2, jelikož elektrovozidla by byla více využívána v režimu vybíjení. [63]

## 2.4. Sociální průzkumy

Na základě identifikace výpočtových, imaginativních a performativních režimů se v současné době zkoumá, jak venkovské oblasti (čtyři obce v Anglii) (*Obrázek 9*) provádějí hodnocení budoucnosti života na venkově, které souvisí s otázkami životního stylu a klimatu. Zvláštní pozornost je věnována úloze imaginativních konstrukcí venkova v opatřeních souvisejících s velikostí závislosti na energii s emisí uhlíku a změnou klimatu. Odhaluje se přítomnost odlišností mezi vyjádřenými obavami ohledně spotřeby energie a změny klimatu. [64]



*Obrázek 9 Oblasti příkladových studií ve Velké Británii – Anglii [64]*



Populační odezva roste a mnoho společností vyvíjí programy maximálního zhodnocení reakce na poptávku. Existuje mnoho výzev pro nalezení optimální reakce nabídky na poptávku. Jednou z hlavních překážek širokého rozšíření programů je nejistota týkající se hodnoty odezvy na poptávku z hlediska místa a času. V tomto ohledu existuje skutečná a naléhavá potřeba hodnotit reakci poptávky, má-li být plně využit její potenciál. [65]

Mikro sítě pro elektrifikaci venkova v rozvojových zemích rostou na popularitě, ale ještě nejsou široce nasazeny. Klíčovou bariérou šíření mikro sítí je nejistota v předvídání spotřeby elektřiny zákazníky a s tím spojené finanční riziko investorů. Důkladné průzkumy využití energie ve fázi před realizací projektu, které zachytí současnou a předpokládanou spotřebu mají snížit riziko investice. Obecná spolehlivost a přesnost těchto průzkumů ale nebyla prokázána. Příklad takového výzkumu srovnává předpokládaný odhad spotřeby elektrické energie na skutečnou měřenou spotřebu zákazníků osmi mikro sítí ve venkovských oblastech Keni. Následný audit porovnává inventář spotřebičů s realizovanými zdroji a sítěmi. Analýza ukazuje, že schopnost přesně odhadnout na základě spotřeby minulé spotřebu budoucí na základě údajů z průzkumu nebo auditu, a to i v relativně krátkém časovém horizontu, je náchylný k výrazné chybě. Průměrná absolutní chyba zde dosáhla 426 Wh/den na zákazníka. Alternativní přístup založený na datových serverech, využívající průměrnou spotřebu zákazníků z každé mikro sítě k předvídání spotřeby v jiných podobných mikro sítích byl přesnější a snížil střední absolutní chybu na 75 Wh/den na zákazníka. Hodinové profily zatížení byly vytvořeny tak, aby poskytly informace o potenciálních příčinách chyb a navrhly nápravné algoritmy. [66]

Zajímavá je evoluční ekonomická geografie pro analýzu interakce mezi technologiemi místní nebo regionální komunity. Centrální výzkumy, které jsou závislé na vytváření příležitostí, jsou užitečnými nástroji pro vysvětlení, jak jsou nové technologické koncepty vytvářeny v prostorově a časově odlišných podmínkách. [67, 68]

Empirické výsledky ukazují významné národní rozdíly nových technologií založených na obnovitelných zdrojích. Podpora vládních politik a intenzivního výzkumu a vývoje hraje klíčovou úlohu při vytváření nových technologických možností založených na obnovitelných zdrojích energie. [69]

Příspěvek studuje reakce domácností na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Dle závěrů experimentu provedený norskou energetickou společností, byly nabídnuty záruky původu dodávek 5 000 zákazníkům. V experimentu dostalo pět různých skupin po 1 000 zákaznických informace o certifikátu energie z obnovitelných zdrojů



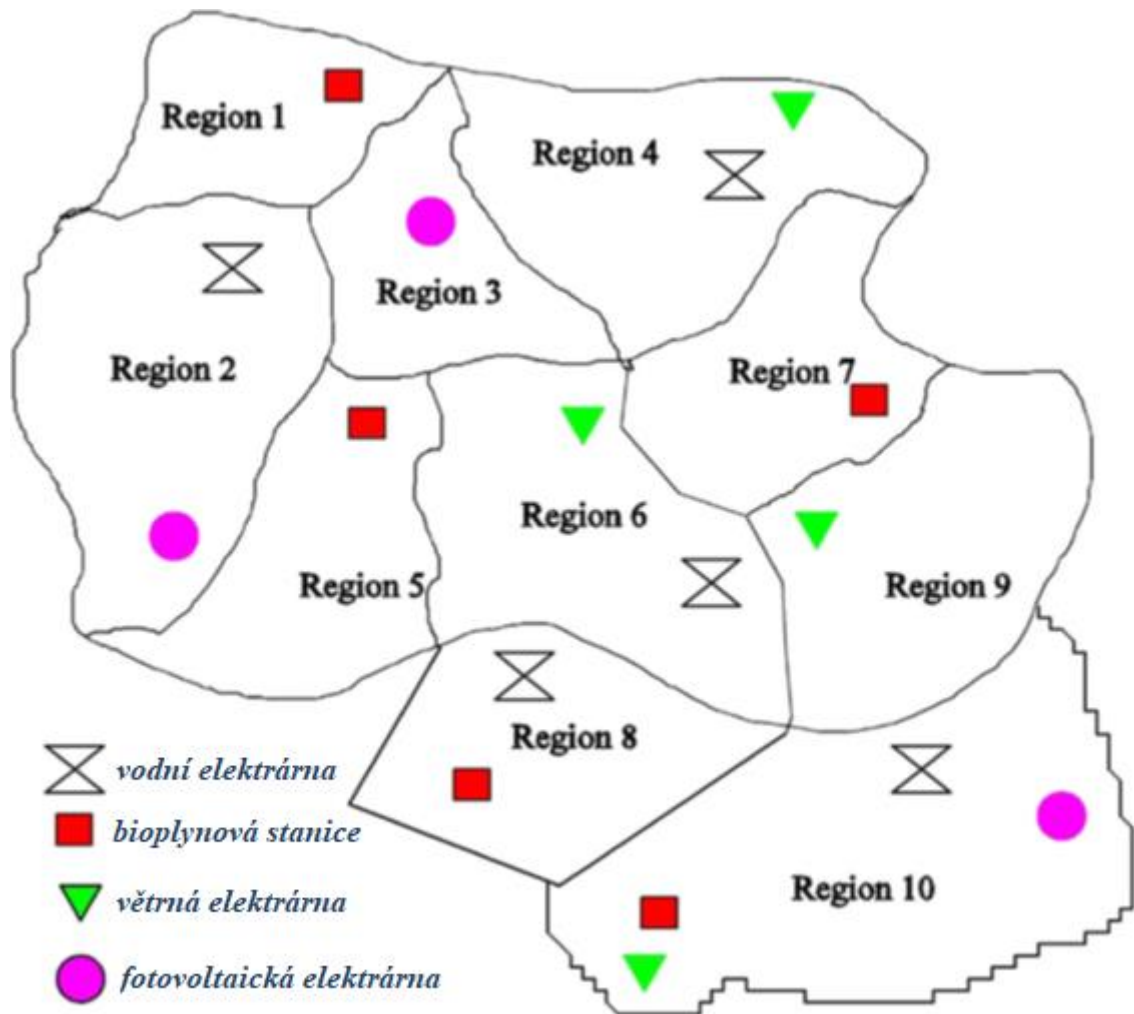
a o tom, jak jej zakoupit. Informace a důvody, pro které by zákazníci měli nabídku přijmout, byly sestaveny odlišně pro každou ze skupin. Experiment přinesl minimální odezvy a použitý materiál z diskusních fór a hloubkových rozhovorů pro interpretaci a vysvětlení výsledků. Z analýzy vyplynulo, že zákazníci mají tendenci nerespektovat informace, které přicházejí od jejich dodavatele, přičemž existuje také nízká míra srovnatelnosti mezi zprávou uvedenou v informacích a pochopením a vnímáním zákazníků. Zatímco například informace obsahovaly argument, že zákazníci musí nakupovat certifikáty k získání elektřiny z obnovitelných zdrojů, Norové z důvodu svého povědomí o výrobě energie z hydroelektráren v zemi vnímají elektřinu jako obnovitelnou. Účastníci skupin navíc shledali, že prezentované termíny a čísla jsou nepochopitelné v rozsahu, v jakém jim byly předloženy a vyvolaly v nich nevědomost. To negativně ovlivnilo důvěru lidí v informace a také jeho odesílatele, protože význam a spolehlivost jsou hlavními výzvami ke zveřejnění v Norsku. [70]

Autoři [71] analyzovali důsledky velkých investic do obnovitelných zdrojů energie s vlivem na trh práce. Ačkoliv v Německu lze pozorovat rostoucí průmysl pro podporu a provoz obnovitelných zdrojů, celkový efekt velkých nárůstů výroby elektřiny a tepla založených na obnovitelných zdrojích je zanedbatelný. Použitý model PANTA RHEI byl použit mimo jiné k vyhodnocení německé energetické koncepce v roce 2010. Zohledňuje kladné i záporné dopady vlivu obnovitelných zdrojů. Výzkum ukazuje celkové efekty v různých předpokladech pro ceny fosilních paliv, domácí instalace obnovitelných zdrojů, ale i mezinárodní obchod. Výsledky jsou citlivé na předpoklady vývoje světových trhů obnovitelných zdrojů a německého vývozu na tyto trhy. Téměř všechny tyto scénáře vykazují pozitivní čisté dopady na zaměstnanost. S průměrnými předpoklady bude čistá zaměstnanost pro expanzi obnovitelných zdrojů v roce 2030 dosahovat přibližně 150 tisíc zaměstnanců. Pro předpoklad německého vývozu energie z obnovitelných zdrojů pod současnou úrovní jsou čisté dopady mírně negativní. Hrubá zaměstnanost vzroste z 340 tisíc v roce 2009 na 500 až 600 tisíc v roce 2030. [71]

Studie [72] se zabývá tím, jak britští majitelé domů reagovali zpětnou vazbou na svou domácí spotřebu energie v terénním testování displejů v reálném čase nebo inteligentních monitorů energie. Po přezkoumání relevantních literárních pramenů o účincích energetické zpětné vazby na chování spotřebitelů a o složité úloze energií a spotřebičů v rámci domácích ekonomik, vychází text z kvalitativních důkazů z rozhovorů s britskými zkušebními pracovníky, kteří sledují inteligentní energetiku s různými úrovněmi sofistikovanosti. Zaměření bylo na motivaci malých výrobců k získávání

informací, na to, jak byly monitory o spotřebě energie používány, jak zpětná vazba změnila chování spotřebitelů, a na další omezení či změny chování, kterými domácnosti prošly. [72]

V geografických oblastech (Obrázek 10), ve kterých se posiluje vliv regionálních regulátorů, bylo zjištěno, že se jedná o optimalizaci na základě přenosového algoritmu a na platformě zákaznické diferencovanosti. [73]



Obrázek 10 Typická geografická oblast s potenciálním rozdělením zdrojů energie [73]

Energiewende (Pojem Energiewende vyjadřuje přechod od energie z fosilních a jaderných paliv na obnovitelné zdroje energie.) v Německu zahrnuje organizační inovace pro poskytování obnovitelné energie venkovských komunit, často označovaných jako „bioenergetické vesnice“. Tyto vesnice se zabývaly častými regulačními a ekonomickými změnami, ale málo je známo o tom, co určuje jejich reakci na tyto vstupy. Zkoumaly se postupy v pěti vesnicích ve spolkové zemi Braniborsko (Německo) v roce 2006. Reakce na změny v regulačním rámci, které podporují lepší využití

přebytečného tepla v rámci EU, tedy bioplynové zdroje energie. Komparativní metoda případové studie čerpá z rozhovorů se zúčastněnými stranami ve vesnicích a doplňující materiál ke kontrole akčních situací a ohniskových transakcí v řetězcích hodnot bioenergie. Zjištění naznačují, že propojení mezi akčními situacemi v bioenergetických vesnicích může usnadnit rozhodnutí pro bydlení občanů protichůdných očekávání na budoucí změny v energetické politice a jejich reakcích. [74]

Dokument [75] na základě empirického průzkumu v celé EU navrhuje alternativní koncepci projektů společného a politicky motivovaného využívání energie z obnovitelných zdrojů, které zahrnují různé formy podniků, družstev a poskytovatelů veřejných služeb. Má být přijat jasnější postoj k organizačním i vlastnickým rysům a k politické motivaci těchto projektů. Cílem je překonat nejasnost pojmu „energie společenství“ a rozšířit perspektivu nad rámec britského kontextu. Mapování projektů obnovitelných zdrojů napříč různými evropskými zeměmi byly identifikovány tři vývojové trendy a poskytnuta případová studie projektu pro každý trend: další šíření místních projektů, využívání obnovitelných zdrojů, vytváření regionálních a městských projektů obnovitelných zdrojů. Země, kterých se výzkum týkal, jsou Spojené království, Španělsko a Německo. Rovněž reflektovány byly poznatky o koncepci komunitní energie a jsou vyzváni vědci, aby rozšířili svůj výzkum. [75]

## 2.5. Dotazníková šetření

Dotazník je souhrn předem vybraných otázek sloužících pro shromáždění dat. Při správném postupu a vzhledem k potřebnému času a úsilí tazatele i dotazovaného a za relativně nízkých nákladů je získáno množství dat, která se mohou vyhodnocovat. Nutným předpokladem pro úspěšné provedení dotazníkového šetření a jeho správné i korektní vyhodnocení je studium odborné literatury, která se zkoumaným spektrem činnosti zabývá.

### Obsah dotazníku

- Definice výzkumného problému.
- Stanovení výzkumných otázek.
- Formulace hypotéz. Hypotéza je tvrzení, vyjádřené oznamovací větou, které lze potvrdit nebo vyvrátit. Významnou funkcí hypotéz je propojení teoretické a empirické hodnoty.

### Forma dotazování

- Anonymní versus neanonymní.
- Písemné – ústní – telefonické – po internetu.

Dotazníky pro písemné vyplňování jsou z organizačního hlediska nejjednodušší a také nejlevnější formou komunikace s dotázaným. Jestli-že respondenti vyplňují dotazníky sami, odpovídají více s rozmyslem, protože čas vyplnění si volí sami, mají méně zábran při zodpovídání citlivých otázek a nejsou tolik ovlivněni způsobem kladení otázek.

Ústní dotazování má výhodu osobního kontaktu, která dává tazateli možnost reagovat na situaci, vyložit problematická místa a zkontrolovat úplnost vyplnění. Osobní účast tazatele má zpravidla pozitivní vliv i na návratnost dotazníku a často podvědomě vede respondenty k větší pravdivosti odpovědí. Je možné zjišťovat i obsahově náročnější informace. Osoba tazatele patří i k rizikům postupu, protože může působit na dotazovaného negativně. Ústní dotazování může mít i podobu šetření s tazateli, které je v organizačně, finančně i časově náročnější, protože tazatele je potřeba zaškolit.

Telefonické dotazování vyžaduje speciálně proškolené tazatele i techniku.

Při elektronickém dotazování existuje možnost použít Word, nástroj vývojář k vytvoření formuláře pro internet.

### Specifikace cílové skupiny

Vychází z formulace hypotéz. Koho se hypotézy týkají? Respondenty je třeba přesně specifikovat věcně, místně i časově. Významným problémem, který je nutno vyřešit při přípravě terénního sběru dat, je volba rozsahu výběrového souboru. Příliš malý výběr nemůže totiž být základem pro zobecnění prováděná s požadovanou přesností, zbytečně velký výběr pak zvyšuje náklady spojené se získáním informací, neúměrně výslednému efektu. Navíc představa, že čím je výběrový soubor větší, tím přesnější výsledky lze získat, je správná jen za určitých podmínek, které se v praxi málokdy podaří splnit.

Otázka rozsahu výběrového souboru, která bývá při posouzení jeho kvality často uváděna jako nejdůležitější nebo dokonce jediná, je však méně podstatná než jeho reprezentativita, tj. vlastnost zaručující, že výběr bude dobře odrážet charakteristiky výzkumu. Reprezentativitu výběrového souboru nejlépe zaručuje náhodný výběr, kdy má každý prvek základního souboru stejnou šanci dostat se do výběru.

V praxi není postup náhodného výběru vždy proveditelný, a to především z technických důvodů. Ne všichni jedinci jsou stejně dosažitelní nebo je příliš nákladné a často i nemožné shromáždit vybranou skupinu v téže době na témže místě. V takových případech se často používá metoda organizovaného výběru. Při použití této metody se předem stanoví, že výběr má vzhledem k jednomu či více znakům vykazovat určité složení úměrné známému rozložení těchto znaků v základním souboru. Za dodržení této podmínky se provádí první výběr, kterým se základní statistický soubor zúží na soubor o přijatelnější velikosti a dosažitelnosti. V rámci tohoto užšího souboru se pak teprve provede výběr náhodný. Výběry, které nebyly pořízeny důsledně náhodným způsobem, je možné přezkoušet. Jedna z metod přezkoušení výběru spočívá např. ve stanovení kontrolních znaků, u kterých se následně zkoumá, zda se jejich rozložení ve výběrovém souboru od rozložení v základním souboru statisticky významně liší.

### Typy otázek

- Uzavřené otázky jsou vysloveny tak, aby možnosti odpovědí byly předem dány a bylo možné je standardizovat. Výhodou uzavřené otázky je komunikační jednoduchost a snadné zpracování. Nabídka možných odpovědí respondentům usnadňuje pochopení otázky a pomáhá si rozpomenout na všechny aspekty sledované proměnné. Na druhé straně existuje nebezpečí, že dotázaným do jisté míry je vnucena odpověď, na kterou by sami nepřišli. Pokud se při formulaci nabídnutých odpovědí nepodaří vystihnout, jaké typy názorů mohou existovat, nelze vyloučit zkreslení získaných údajů. Podle počtu variant odpovědí jsou

otázky děleny na dichotomické (alternativní) se dvěma možnými variantami odpovědí. Obvykle jde o prostou otázku i o snadnou odpověď. Trichotomické otázky se třemi možnými variantami odpovědí nabízejí většinou navíc možnost úniku v podobě odpovědi, nevím, nejsem rozhodnut. Polytomické otázky umožňují respondentovi výběr z více variant předem stanovených odpovědí. Baterie otázek představují spojení několika dotazů, u nichž mohou nastat stejné varianty odpovědí.

- Otevřené otázky umožňují obsáhlejší, nestandardizované odpovědi, které tazatel musí věrně zaznamenat. Umožňují získat nepředpokládanou odpověď a vylučují frustraci, kterou může respondent pociťovat, jestliže má na výběr jen nabízené odpovědi a nemá příležitost volně vyjádřit svůj názor. Hlavní nevýhodou otevřených otázek je pracné zpracování získaných údajů a problémy při interpretaci odpovědi respondenta. Je přitom třeba myslet na to, že zřetelnost a hloubka odpovědi závisí na respondentových schopnostech vyjadřovat se. Samostatné formulování odpovědi není pro každého jednoduché.

#### Ratingová metoda, škály

Ratingová metoda se používá ke zjišťování obecných pojmů pomocí sady empiricky pozorovatelných znaků. Provádí se podle předem stanovených pravidel, tzv. škál.

Škálováním je rozuměno užívání různých technik, kterými jsou přiřazovány číselné hodnoty takovým jevům, které nejsou metrické. Číselný údaj na škále je vždy doplněn slovním popisem.

Mezi nejčastější techniky škálování patří:

- Numerická posuzovací škála.

velmi dobře    spíše dobře    spíše špatně    velmi špatně    neumím posoudit

1                    2                    3                    4                    5

- Grafická posuzovací škála.
- Kumulativní posuzovací škála se skládá z více položek, jejichž posuzování se sčítá.
- Škála pořadí – respondent řadí soubor vyjmenovaných subjektů podle preferenčního pořadí.
- Škála párové komparace – ze souboru předmětů jsou respondentovi předkládány vždy pouze dva, přičemž má vybrat ten, který preferuje. Preferenční pořadí se pak stanoví podle toho, kolikrát je určitý objekt preferován před jiným.

- Škála konstantní sumy – respondent rozděluje fixní sumu bodů, procent nebo peněz (obvykle 100) mezi několik objektů a tím vyjadřuje relativní preferenci každého z nich.
- Standardní posuzovací škála, kde je základem určitý vzor (standard), který je používán pro srovnání. Tak například pro hodnocení určitých vlastností se používají jako standardy konkrétní osoby, jejichž posuzovaná vlastnost je posuzovatelům obecně známa (např. píle, pracovitost, smysl pro povinnost, schopnost řídit jiné) a s nimi jsou srovnávány posuzované osoby. Pokud se nechce pracovat s konkrétními lidmi, může být vytvořen imaginární portrét, podle kterého se bude srovnávat.
- Sémantický diferenciál – respondent vyjadřuje svůj postoj k předmětu výzkumu na určitém počtu (obvykle 10-25) pětistupňových nebo sedmistupňových bipolárních škál, které jsou na pólech ohraničeny antonymy, jež vyjadřují opačné hodnocení (např. malý – velký, silný – slabý, hořký – sladký).

#### Konstrukce otázek

Otázka by měla být formulována neutrálně, aby z ní nebylo možné odvodit pozici tazatele. Žádná alternativa odpovědi by se neměla zjevně nabízet, ani být na první pohled nepřijatelná. Otázky v dotazníku musí být formulovány s ohledem na cílovou skupinu a je nutné brát ohled na věk, sociokulturní prostředí, vzdělání a další specifika respondentů. Je třeba si uvědomit, že formulace otázky má zásadní vliv na odpověď respondentů. Otázky musejí být jasné a srozumitelné všem respondentům. Proto se používá jednoduchý jazyk, známý slovník, co nejvíce specifické formulace dotazů. Musí se vyloučit víceznačná slova, záporné otázky, sugestivní otázky, zavádějící otázky, nepříjemné otázky, tabu, dotazy na skutečnosti, které nejsou prožité a nejsou proto uvědomovány, otázky tázající se na dvě nebo více různých věcí současně, sugestivní a zavádějící otázky, které již navrhuji odpověď.

### Konstrukce dotazníku

Hlavička: Název dotazníku, jméno a příjmení dotazovaného (pokud není dotazník anonymní), další potřebné údaje (např. třídu, školní rok, datum vyplnění).

Oslovení, údaje o osobě, organizaci, která výzkum provádí (oficiální název organizace, adresa, kontakty).

Motivace, k čemu bude dotazník sloužit, co přinese, případná odměna, uvést internetovou stránku, kde budou zveřejněny výsledky, případně respondent může uvést svůj email, kam mu budou výsledky zaslány, vysvětluje způsob výběru respondentů (zdůraznit, že respondent byl vybrán vědeckým způsobem, má důležitou roli jako reprezentant mnoha lidí, nelze jej nahradit).

Instrukce, jak dotazník vyplňovat, popřípadě vysvětlení některých pojmů, sdělení, kolik času vyplnění zabere, případně jak bude zajištěna anonymita a jak bude zabráněno zneužití osobních údajů či dotazníku. Úvodní otázky pro navázání kontaktu, vzbuzení důvěry, zájmu. Mají být snadné a zajímavé.

Do dotazníku lze zařadit podle potřeby také filtrační a kontrolní otázky. Každý dotazník má svou logickou strukturu, dynamiku, která pomáhá udržet zájem respondenta, a určitou omezenou délku. Při konstrukci dotazníku se musí brát v úvahu význam funkce jednotlivých otázek v dotazníku, míru strukturovanosti dotazníku. Otázky by měly být v dotazníku uspořádány v určité sekvenci tak, aby z hlediska respondenta tvořily určitý logický celek, který podporuje plynulost rozhovoru.

Při řazení otázek v dotazníku je třeba počítat s tím, že otázky se při dotazování neuplatňují izolovaně, ale ve vzájemném kontextu, což znamená, že každá otázka ovlivňuje odpověď i na otázky následující. V řazení otázek je proto třeba postupovat tak, aby otázky, které mohou ovlivnit odpovědi na jiné otázky, těmto otázkám nepředcházely. Někdy je naopak možné položit otázku tak, aby usnadnila lépe pochopit smysl následujících otázek nebo aby ulehčila rozpomínání.

Pozor na přiměřený rozsah dotazníku, doporučuje se, aby jeho vyplnění nezabralo víc než 30 minut. Pak už nastupuje únava a klesá zájem a tím i kvalita vyplňování. To se ovšem týká zdravých dospělých osob, pro děti a hendikepované osoby by dotazník měl být kratší. Dotazník by měl být vzhledově atraktivní, s přehledným uspořádáním otázek. Prostor pro záznam odpovědí na otevřené otázky by měl odpovídat tomu, nakolik obšírná odpověď bude očekávána. Je vhodné odlišit typem písma text otázek od textu, který obsahuje instrukce k otázkám. [\[76\]](#)



### 3. Cíle vědecké práce

Cílem práce bude zjistit, zda využití alternativních energetických zdrojů (slunce, vítr, voda, bioplyn) bude přínosné jako adekvátní náhrada tradičních neobnovitelných zdrojů ve venkovských oblastech.

Dílčím cílem bude zkoumat možnosti rozšíření elektromobility v oblastech s nižší hustotou obydlí ve vazbě na umístění rychlonabíjecích stanic pro elektromobily a zjištění hustoty, směrů a spádových oblastí dopravy.

Navazujícím cílem na předešlé bude vytvoření postupu pro zlepšení životního prostředí s akceptovatelnou energetickou soběstačností regionu s maximálním využitím obnovitelných zdrojů.

#### **3.1. Stanovení hypotéz a na základě zjištěných údajů a změřených hodnot hypotézy potvrdit či vyvrátit.**

3.1.1. Hypotéza č. 1: Vlastníci nemovitostí jsou ochotni investovat do ekologických zdrojů energie a zateplení objektu s finanční podporou státu.

3.1.2. Hypotéza č. 2: Distribuční energetická soustava je schopna za současných podmínek připojit obnovitelné zdroje energie rozprostřené v území Mělnicka – Kokořínska.

3.1.3. Hypotéza č. 3: Rychlonabíjecí stanice s nepredikovatelnou spotřebou (odběrem) mohou být celoročně připojeny k energetické soustavě ve zkoumané geografické oblasti Kokořínska.

## 4. Metodika zpracování

### 4.1. Provedení dotazníkového šetření respondentů v oblasti s otázkami

Dotazníky respondentům v uvedené geografické oblasti budou obsahovat otázky osídlení, využívání energií, počtu, typů a využití vozidel, zjištění dojezdových vzdáleností a obvyklé trasy se statistickým vyhodnocením. Šetření bude provedeno s formálními požadavky na veřejné průzkumy a forma dotazníku bude předem konzultována s odborníky z oborů statistiky a psychologie.

Dotazníkový průzkum s otázkami [\[Příloha B\]](#) (*Tabulka 1*) proběhne v oblasti MAS Vyhlídky (*Obrázek 11*) v období od srpna do října 2017. V dostatečném předstihu budou respondenti informováni letáky [\[Příloha A\]](#) o následném dotazníkovém průzkumu a osobně o tom, co má průzkum přinést. Na území MAS Vyhlídky bude dotazníkové šetření situováno do oblastí obcí: Lhotka, Střemy, Nebužely, Nosálov, Lobeč, Vysoká, Kokořín, Liběchov, Tupadly, Medonosy (Chudolazy), Velký Borek, Liblice, Hostín, Řepín. Územní celky ve správě uvedených obcí jsou zvoleny na základě předběžného dopravního průzkumu, zkušeností místních obyvatel, konzultací s místními samosprávami a v neposlední řadě z odborného posouzení dopravní a energetické infrastruktury.

*Tabulka 1 Stručný přehled otázek předkládaných respondentům*

1.	Počet členů domácnosti a věková skladba.
2.	Sociální zařazení členů domácnosti (pracující, student, důchodce).
3.	Typ objektu (rodinný, bytový, jiný), stáří (<10, 10-19, 20-29, 30-49, 50<).
4.	Energetický charakter objektu (pasivní, energeticky úsporný, klasický) a velikost vytápěné plochy.
5.	Zdroje energie (elektřina, plyn, pevná paliva s upřesněním) a využití obnovitelných zdrojů.
6.	Počet a druh motorových vozidel, pohon vozidel, průměrný počet najetých km za týden.
7.	Obvyklý důvod cestování a případný počet spolujezdců – osobní vozidlo.
8.	Využívané dopravní prostředky (kolo, auto, motocykl, autobus, vlak).
9.	Otázky týkající se životního prostředí a akceptované obnovitelné zdroje energie v oblasti.



Obrázek 11 Mapa Místní akční skupina Vyhlídka, zapsaný spolek (Zdroj: <http://www.vyhlidky.cz/>)

#### **4.2. Zhodnocení energetické náročnosti objektů, provedení průzkumu využití energií především pro topení, ohřev vody a další spotřebu**

Energetická náročnost objektů bude statisticky zhodnocena z výsledků dotazníkového šetření a technickou prohlídkou topných soustav objektů, u kterých proběhne termovizní měření, včetně konzultací s vlastníky nemovitostí.

#### **4.3. Realizace termovizního měření vybraných objektů pro vyhledání tepelných úniků a mostů na budovách**

V rámci zjišťování energetické náročnosti objektů ve zkoumaných lokalitách budou provedena termovizní měření. Doporučené podmínky pro termovizní měření staveb jsou následující:

- nejvhodnější doba měření je před východem slunce – měření potom není ovlivněno teplotou a tepelnou akumulací sluncem osvětlených ploch,
- rozdíl teplot na vnitřní a vnější straně budovy alespoň 10-15 °C (není nutný mráz, stačí teplota okolo 5 °C) - nejvhodnější je měření v období listopad až březen,
- 2 hodiny před měřením zabránit zbytečnému úniku tepla z objektu (nevětrat a mírně přitopit, ideální vnitřní teplota je 23 °C a více),
- měření ve venkovním prostoru není možné při silném dešti či hustém sněžení.
- Termovizní měření objektů proběhlo termovizní kamerou FLIR P640 (*Obrázek 12*) s technickými parametry v *tabulce 2*.



*Obrázek 12 Termovizní kamera FLIR P640*

*Tabulka 2 Technické parametry termovizní kamery FLIR P640*

Rozlišení detektoru	640 x 480
Typ detektoru	nechlazený mikrobolometr
Frekvence	30 Hz
Teplotní rozsah	-40 °C až +500 °C
Citlivost detektoru	0,03°C
Přesnost	±2 °C nebo ±2 %
Obrazovka	5,6“ barevné LCD
Ostření	automatické nebo manuální
Bluetooth, wifi	ano
Zoom	1–2 x digitální zoom
Tvorba reportu	v PC
Váha	1,8 kg s baterií
Stupeň krytí	IP54

#### 4.4. Provedení jízd elektrovozidlem a vozidlem se spalovacím motorem

Pro posouzení ekologičnosti provozu v dané oblasti a vhodnosti využití elektrovozidla z pohledu dojezdových vzdáleností, zjištěných z dotazníkového průzkumu, budou provedeny testovací jízdy elektrovozidlem VW e-up! a konstrukcí karoserie identickým vozidlem se spalovacím motorem Škoda Citigo (*Obrázek 13*), jejichž technické parametry z dokumentace výrobce jsou uvedeny v *tabulce 3*.

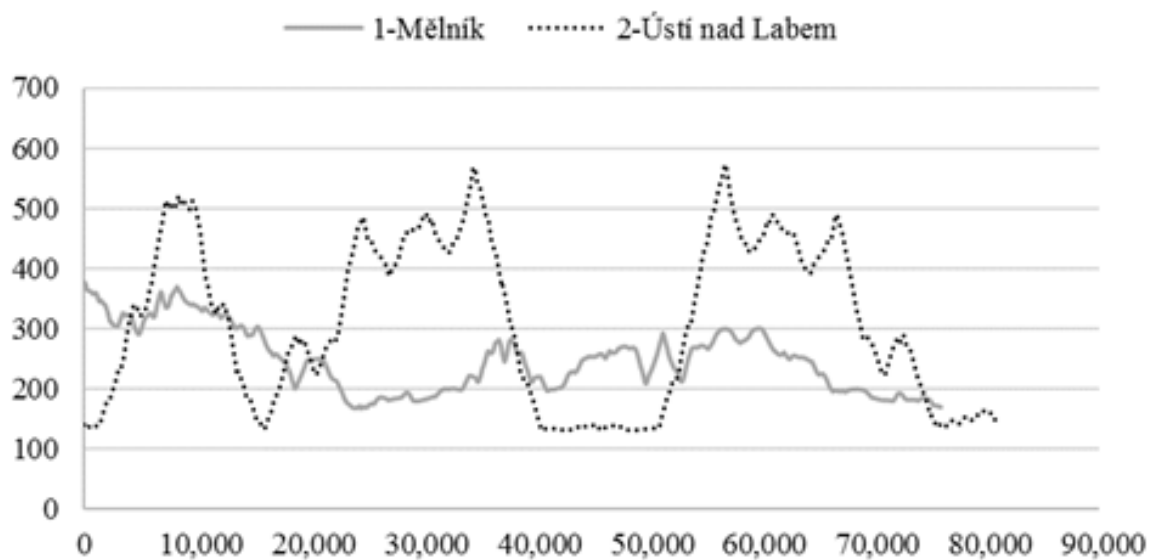


*Obrázek 13 Vozidla VW e-up! a Škoda Citigo*

*Tabulka 3 Technické parametry vozidel Škoda Citigo a VW e-up! (Zdroj: Škoda, Volkswagen)*

Škoda Citigo MPI 44kW 5°M		VW e-up!	
výkon motoru (kW)	44	výkon motoru (kW)	60
spotřeba (l/100 km)	4,4	spotřeba (kWh/100 km)	11,7
emise CO <sub>2</sub> (g/km)	109		
max. rychlost (km)	162	max. rychlost (km)	132
max. toč. moment při 3000 ot. (Nm/min <sup>-1</sup> )	95	max. toč. moment při 0 ot. (Nm/min <sup>-1</sup> )	210
akcelerace 0 – 100 km (s)	14,4	akcelerace 0 – 100 km (s)	12,4
nádrž - benzín (l)	35	kapacita baterie (kWh)	18,7

Trasy budou voleny jako obvyklé a nejčastější, které budou zjištěny z dotazníkových šetření, diskuzemi s místními samosprávami a konzultacemi s Místními akčními skupinami. Jízdy proběhnou 19. září 2017 v oblasti Mělnicka (*Tabulka 4, Obrázek 15, 16 a 17*) a 20. září 2017 v oblasti Ústí nad Labem. Výškový profil tras v oblasti v regionu Mělník, trasa 1 a 2, a tras v regionu Ústí nad Labem na *obrázku 14*. [\[Příloha J\]](#)



↑ nadmořská výška (m n. m.)                      → vzdálenost (m)

*Obrázek 14 Výškový profil tras Mělnicko a Ústecko*

Tabulka 4 Trasy a vzdálenosti úseků v oblasti Mělnicka (vnořený úsek)

Trasa 1	
místo	vzdálenost (km)
Mělník	0
(Velký Borek) ↔	3,4
(Vysoká) ↔	10,2
(Vysoká) ↔ (Kokořín)	6,2
(Lhotka) ↔	2,6
Střemy	8,1
Nebužely	10,7
(Kanina) ↔	3,8
(Stránka) ↔	6,6
Lobeč	22,6
Nosálov	24,9
$\Sigma \leftrightarrow$	32,8
$\Sigma$	82,6

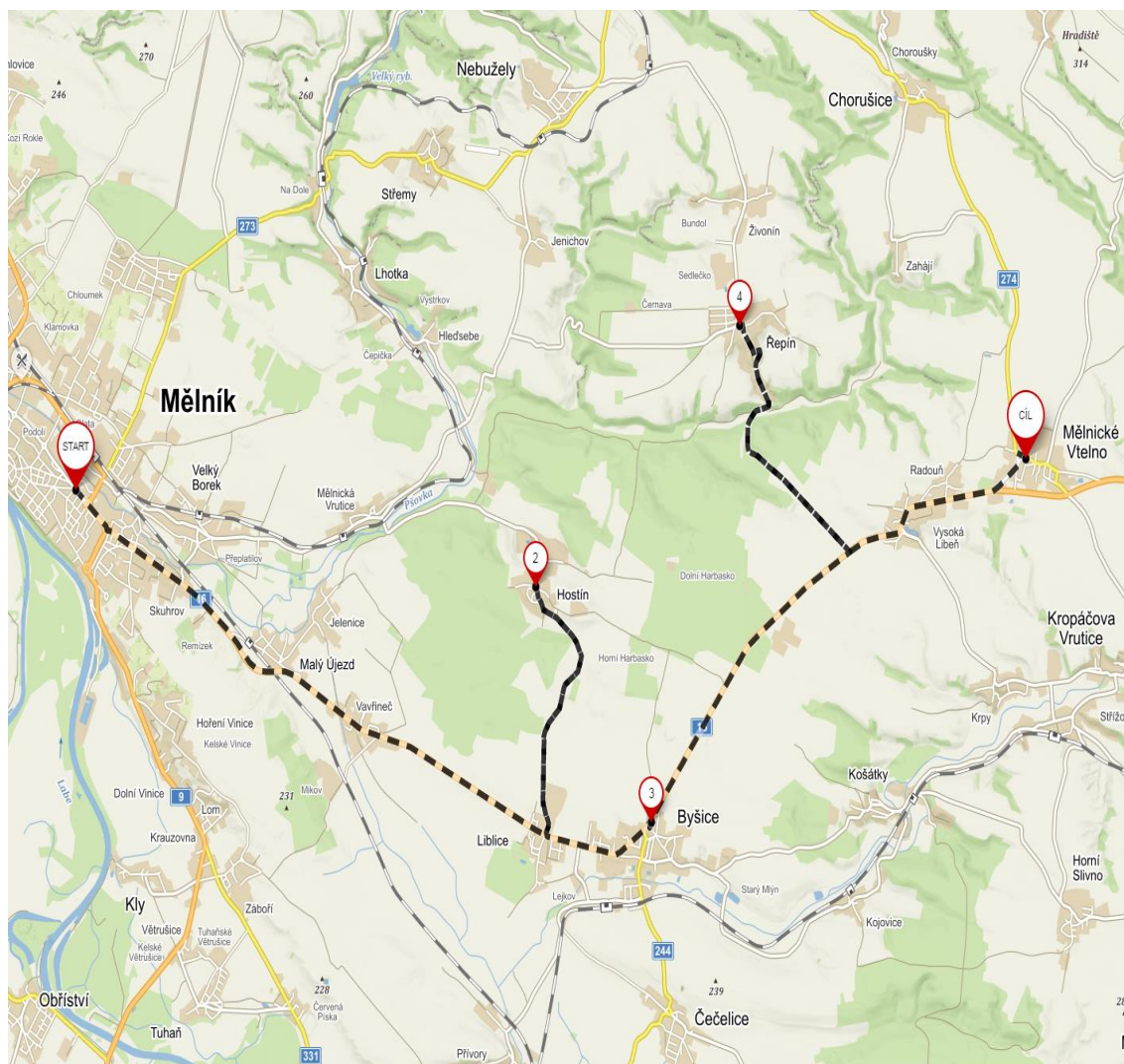
Trasa 2	
místo	vzdálenost (km)
Mělník	0
Liblice	8,6
(Hostín) ↔	7,4
(Řepín) ↔	8,2
Mělnické Vtelno	18,1
$\Sigma \leftrightarrow$	15,6
$\Sigma$	51,8

Trasa 3	
místo	vzdálenost (km)
Mělník	0
Liběchov	8
Tupadly	12,7
Medonosy	19,4
$\Sigma$	38,8



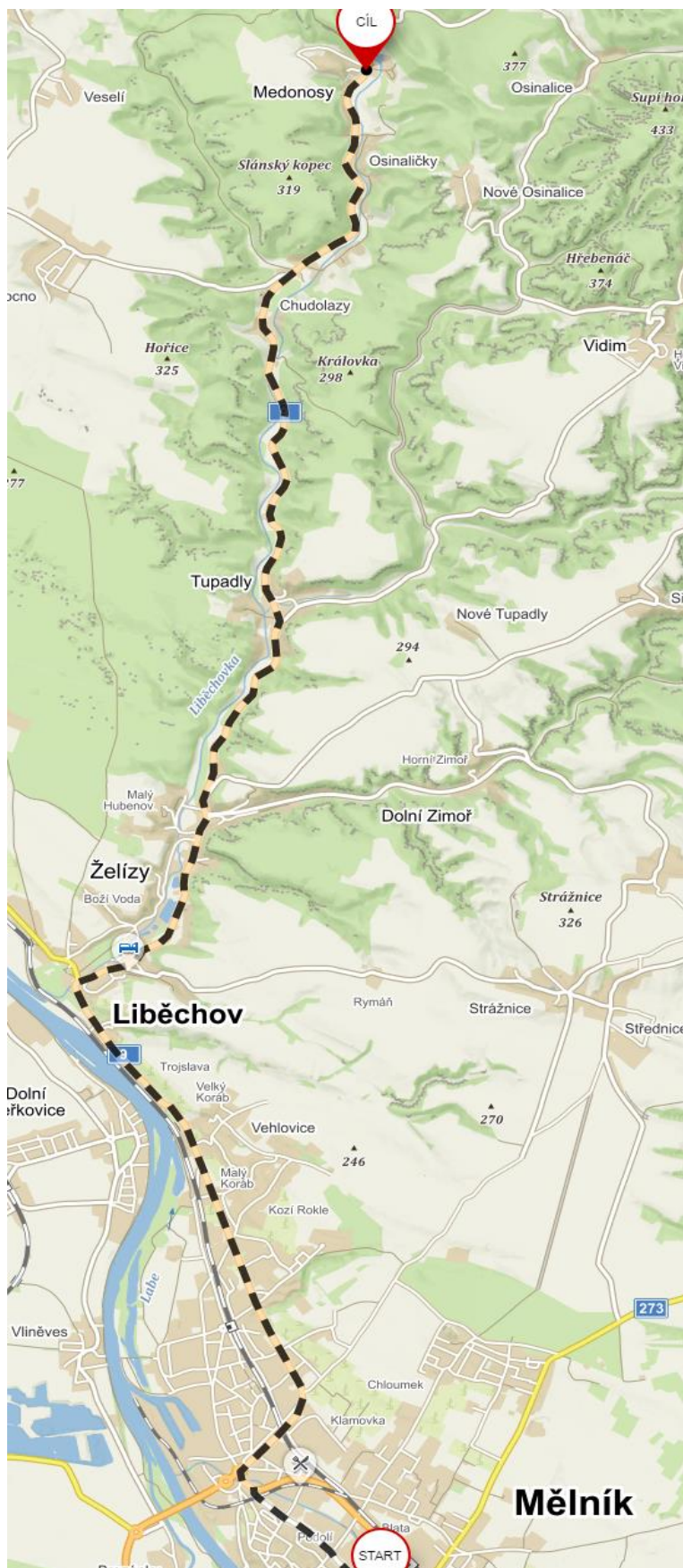


Obrázek 15 Mapa Trasa 1 v oblasti Mělnická (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)



Obrázek 16 Mapa Trasa 2 v oblasti Mělnická (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)





Obrázek 17 Mapa Trasa 3 v oblasti Mělnická (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)

#### 4.5. Měření elektrických a zjištění technických parametrů elektroenergetické soustavy

Proběhne měření elektrických dynamických hodnot (především napětí) a zjištění statických technických parametrů elektroenergetické soustavy.

Měření bude realizováno univerzálním měřicím přístrojem VOLTCRAFT VC-607 (*Obrázek 18*), měřicí přístroj má technické parametry v dokumentaci uvedené v *tabulce 5*. Pro následný podrobný rozbor parametrů distribuční soustavy může být použita měřicí jednotka LINAX PQ3000 (*Obrázek 19*), která umí vyhodnotit také průběh sinusového napětí a výskyt vyšších harmonických složek.

#### Proudové kleště kalibrované VOLTCRAFT VC-607



*Obrázek 18 Proudové kleště VOLTCRAFT VC-607*

Tabulka 5 Technické parametry měřicího přístroje VOLTcraft VC-607

Kalibrace podle	ISO/DKD
Rozsah měření stejnosměrného napětí	0 mV až 1000 V
Rozsah měření frekvence	0 až 400 kHz
Základní přesnost	±1 %
Displej (druh, velikost, řádky/znaky/rozlišení)	4000 digitů
Rozsah rozevření pro proudové kleště	57 mm
Kategorie přepětí	CAT III 1000 V
Rozsah měření střídavého napětí	0 až 750 V
Rozsah měření odporu	0 až 40 MΩ
Frekvenční rozsah	50 až 400 Hz
Rozsah měření střídavého proudu	0 až 1500 A
Napájení	Baterie 9 V
Rozsah měření kapacity	0 až 40 μF
Rozsah měření stejnosměrného proudu	0 až 2000 A
Kalibrace (dle normy)	ISO/DKD

**LINAX PQ3000** je jednotka určená pro monitorování elektrické sítě. Periodicky zaznamenává data a události související s kvalitou elektřiny. Extrémně spolehlivě měří parametry stanovené normou, jako frekvenci napájení, flicker, nesymetrii napájení, harmonické a meziharmonické složky, poklesy napětí, přepětí a přerušení napětí.



Obrázek 19 Měřicí jednotka LINAX PQ3000

Měřicí jednotka LYNAX PQ3000 rozpozná a vyhodnotí průběh následujících jevů v elektrické síti a na uvedeném základě stanoví možné příčiny a následné pravděpodobné projevy.

Jev (J) – Frekvence sítě

Příčiny (P) – Výpadek zdrojů výkonu, velké změny zátěže

Možné navazující problémy (M) – Nestabilita napájecí sítě

Jev (J) – Hodnota napájecího napětí

Příčiny (P) – Změny zatížení sítě

Možné navazující problémy (M) – Porucha provozních prostředků, vypnutí zařízení, ztráta dat

Jev (J) – Flicker (kolísání, míhání napětí) a rychlé změny napětí

Příčiny (P) – Časté změny zátěže, start motoru

Možné navazující problémy (M) – Blikání osvětlení, ovlivnění pracovního výkonu exponovaných osob

Jev (J) – Výpadky / špičky napájecího napětí

Příčiny (P) – Velké změny zátěže, zkrat, zkrat proti zemi (zemní spojení), bouře, přetížení napájení, dodávky obnovitelných energií, jako větrné nebo fotovoltaické zdroje

Možné navazující problémy (M) – Porucha provozních prostředků jako řídicí jednotky, nebo pohony, přerušení provozu, ztráta dat řídicích jednotek a počítačů

Jev (J) – Přerušení napětí

Příčiny (P) – Zkrat, vypnutí jištěním, výpadek komponent, plánované přerušení napájení

Možné navazující problémy (M) – Výpadek výroby, přerušení procesů, ztráta dat řídicích jednotek a počítačů

Jev (J) – Nesymetrie napájecího napětí

Příčiny (P) – Nerovnoměrné zatížení fází působením jedno nebo dvoufázových spotřebičů

Možné navazující problémy (M) – Proud v nulovém vodiči, přetížení / přehřátí provozních prostředků, zvýšení harmonické oscilace

Jev (J) – Vyšší harmonické

Příčiny (P) – Nelineární zátěž, jako měnič kmitočtu, usměrňovač, spínací obvody, obloukové pece, počítače, zářivky a podobně

Možné navazující problémy (M) – Redukce efektivity stroje, zvýšené ztráty energie, přetížení / přehřátí provozních prostředků, proud v nulovém vodiči

Jev (J) – Meziharmonická napětí, napětí pro přenos signálu

Příčiny (P) – Měniče kmitočtu a podobné řídicí jednotky

Možné navazující problémy (M) – Flickery, porucha ústředního ovládání

#### **4.6. Zhodnocení vybudování rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla**

Připraveny budou údaje k projektu pro optimální umístění nabíjecích stanic elektrovozidel ve zkoumaném území v dopravních uzlech z pohledu počtu projíždějících vozidel, podpůrné struktury stanic s respektováním omezení elektroenergetické soustavy a případných dalších omezení ze strany přírodních rezervací, chráněných krajinných oblastí nebo národních parků, či památkové péče.

#### **4.7. Vytvoření metodického postupu pro možnosti zlepšení životního a akceptovatelnou energetickou soběstačností regionu s maximálním využitím obnovitelných zdrojů energie**

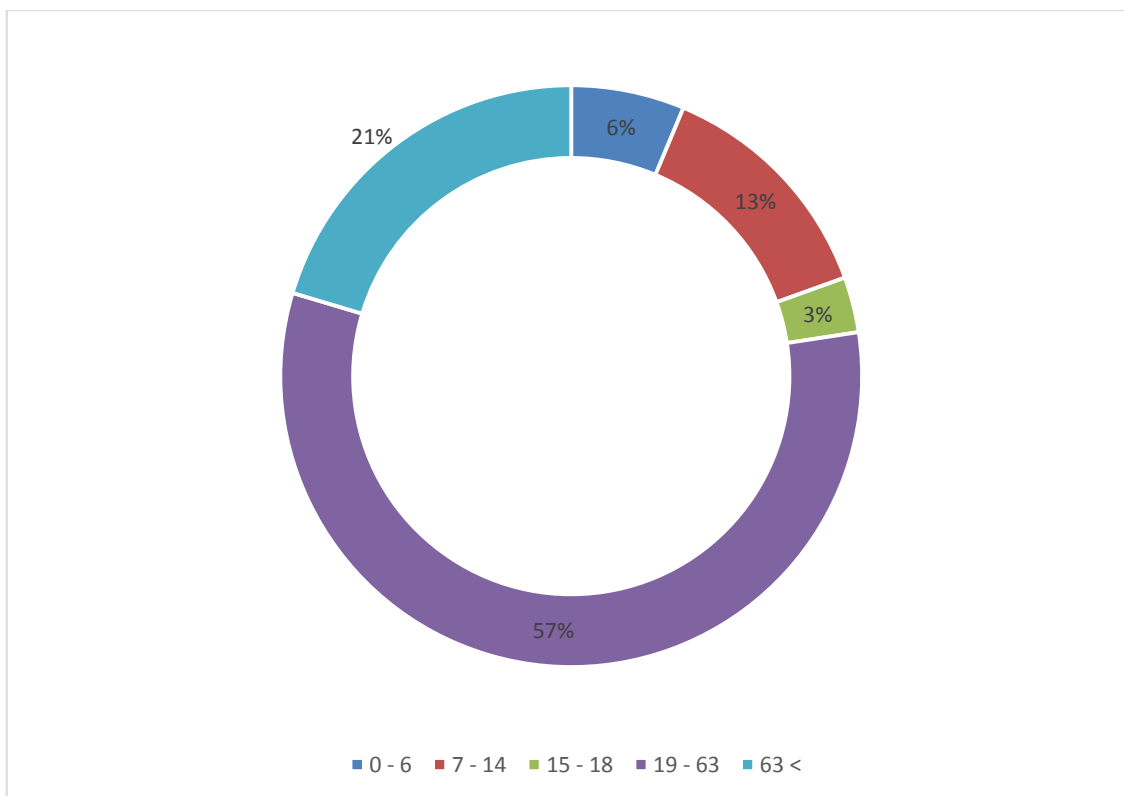
## 5. Výsledky

Kapitola výsledky v disertační práci shrnuje výstupy dotazníkového šetření, zjištění energetické náročnosti objektů, včetně vyhodnocení termovizního měření vybraných budov. Kapitola přináší také výsledky srovnávacích jízd elektrovozidlem a vozidlem se spalovacím motorem v jiných geografických územích a odlišných podmínkách provozu. V kapitole na základě statických parametrů a dynamických hodnot v energetické soustavě jsou optimálně rozprostřeny v území obnovitelné zdroje energie. Rozšiřování elektromobility přináší tlak na zvyšování počtu nabíjecích stanic, což je ve výsledcích prezentováno návrhem optimálního umístěním těchto stanic v dané oblasti s ohledem na hustotu provozu, dojezdových vzdáleností a spádové oblasti.

### 5.1. Výsledky dotazníkového šetření v oblasti MAS Vyhlídky a vyhodnocení energetické náročnosti objektů

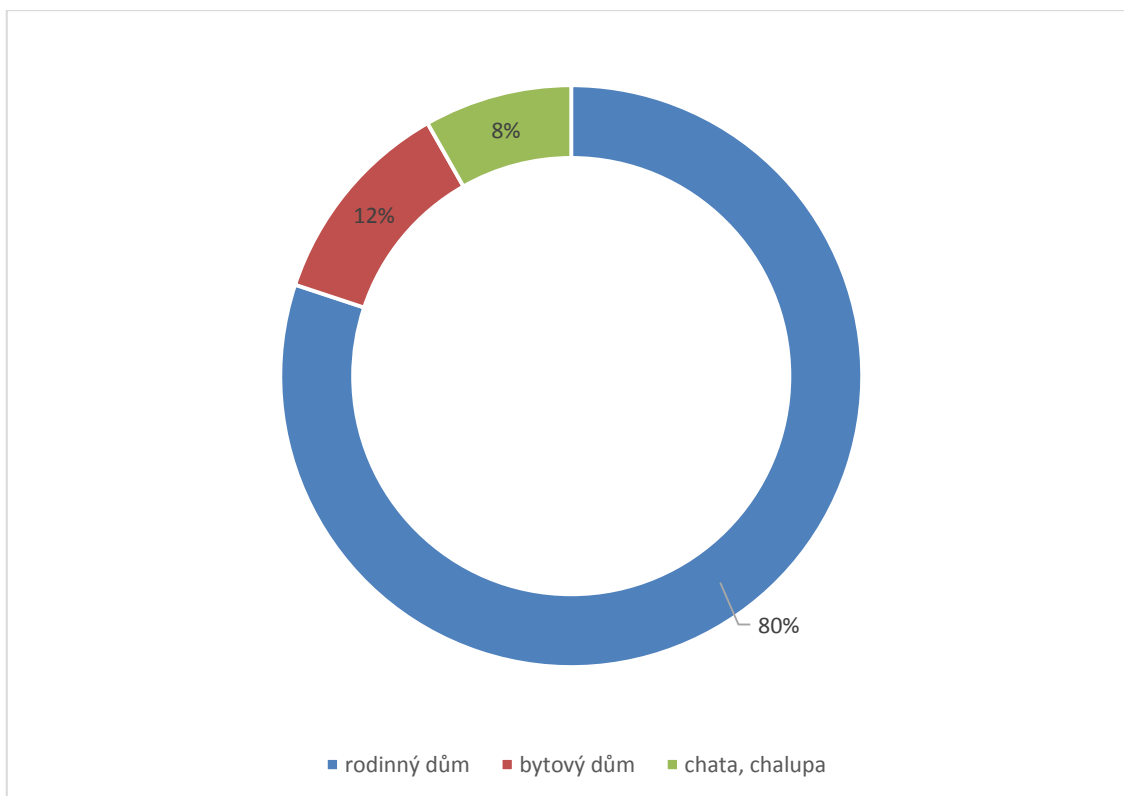
Z dotazníkových šetření jsou známy počty a věk osob (*Obrázek 20*) v domácnostech, charakter objektů (*Obrázek 21*), s objekty a využívanými zdroji energie je spojen tzv. průkazem energetické náročnosti budovy (*Obrázek 22*), stáří objektů (*Obrázek 23*), využívané zdroje paliv a energií na vytápění (*Obrázek 24*), využívané zdroje paliv a energií pro ohřev vody (*Obrázek 25*), využití elektrické energie pro jednotlivé činnosti (*Obrázek 26*), počet vozidel v domácnostech (*Obrázek 27*), průměrný týdenní počet najetých kilometrů (*Obrázek 28*), včetně cílové lokace, druh motorových vozidel, povědomí obyvatel o ekologických otázkách, případně akceptovatelné zdroje energie a další eventuality.





*Obrázek 20 Graf: Věková skladba členů domácností (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

Graf na *obrázku 20* ukazuje, že 57 % obyvatel je v uvedené oblasti v produktivním věku, což je ovšem pod celostátním průměrem, který je 65 % (zdroj: ČSÚ, <http://www.cszo.cz>). Více než 8/10 obyvatel dojíždí za prací a studuje mimo obec, ve které mají osoby trvalé bydliště (Zdroj: dotazníkové šetření, místní samosprávy, vlastní).



*Obrázek 21 Graf: Charakter objektů (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

Graf na *obrázku 21* zobrazuje charakter objektů. 4/5 obyvatel bydlí ve vlastním rodinném domě, ale z celkového počtu objektů je necelých 10 % v rozsahu B až D, dle škály energetické náročnosti budovy na *obrázku 22*. [\[Příloha I\]](#) Ostatní objekty se nacházejí v uvedené škále v rozsahu E až F, tedy nevhodná až mimořádně nevhodná.

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: .....

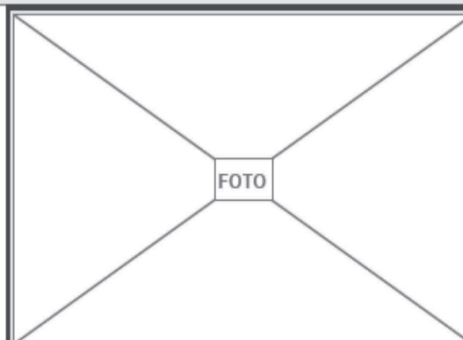
PSČ, místo: .....

Typ budovy: .....

Plocha obálky budovy: ..... m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: ..... m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: ..... m<sup>2</sup>

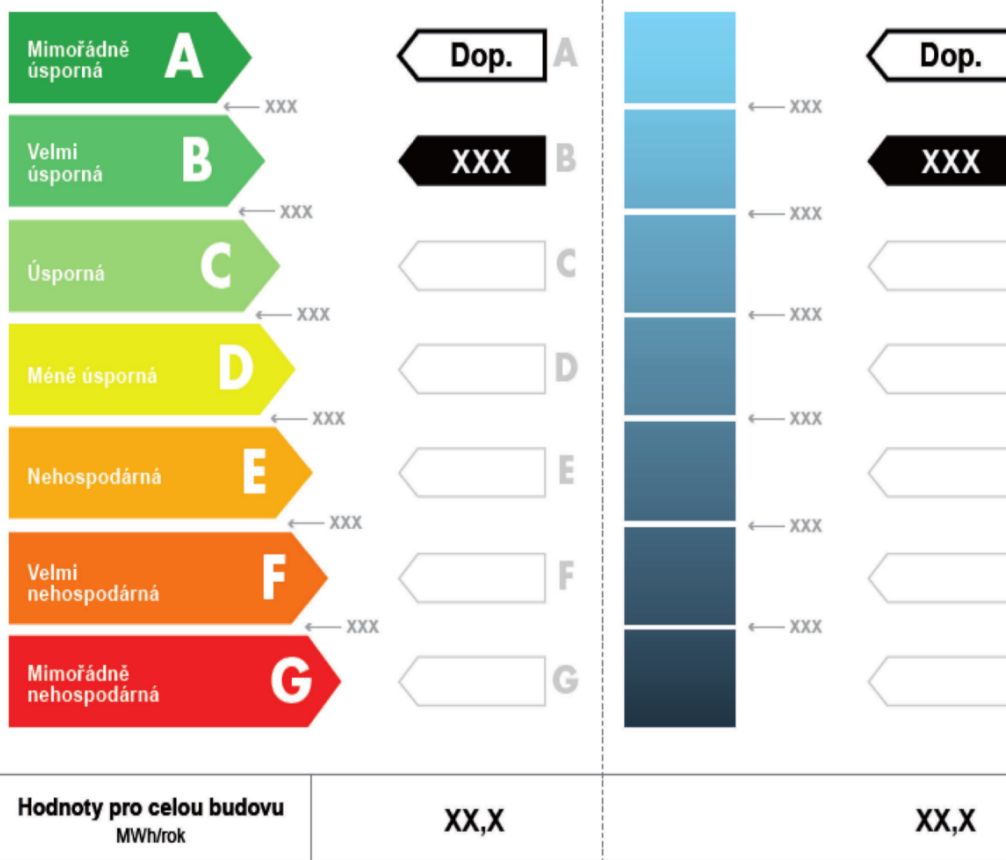


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

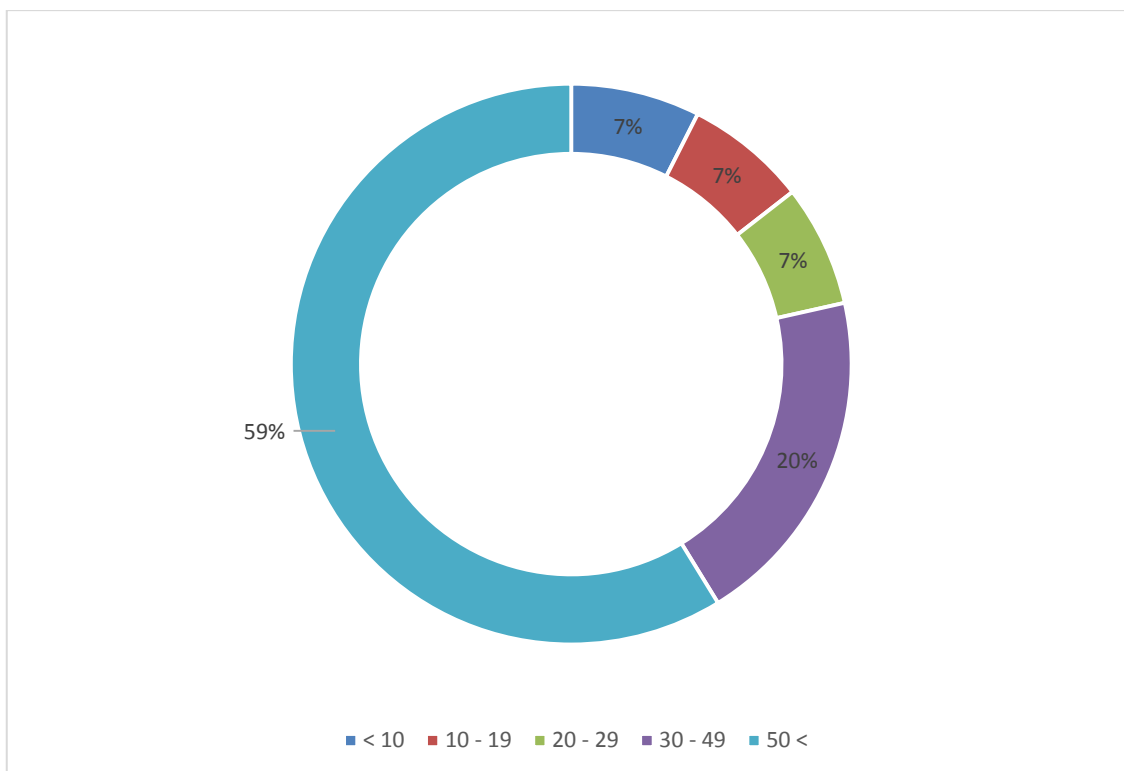
**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

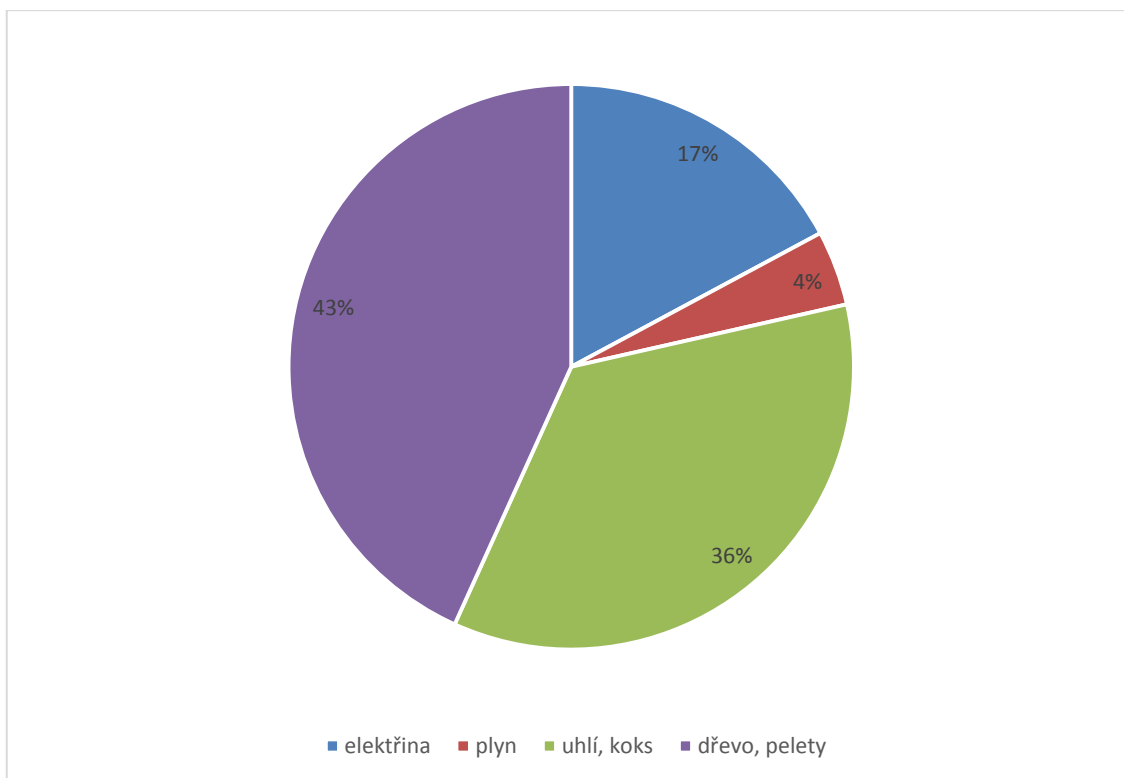


Obrázek 22 Průkaz Energetické Náročnosti Budovy (Zdroj: [Ministerstvo průmyslu a obchodu, www.mpo.cz](http://www.mpo.cz))



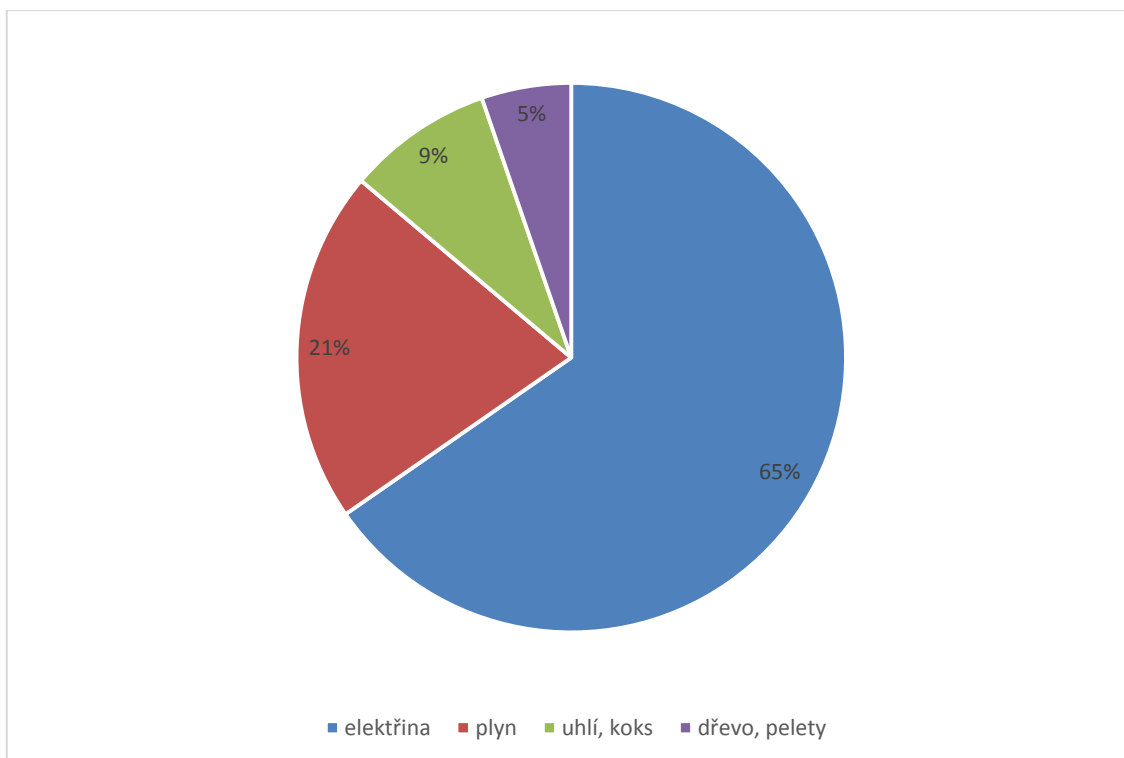
*Obrázek 23 Graf: Průměrné stáří objektů (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

Graf na *obrázku 23* – stáří objektů, ještě doplňuje komentář ke *grafu 21*, o energetické náročnosti budov, žádná z budov starších 20 roků nemá realizováno doplňkové zateplení pláště objektu ani provedenou výměnu oken a dveří za energeticky úsporné. (Zdroj: místní samosprávy, vlastní.).



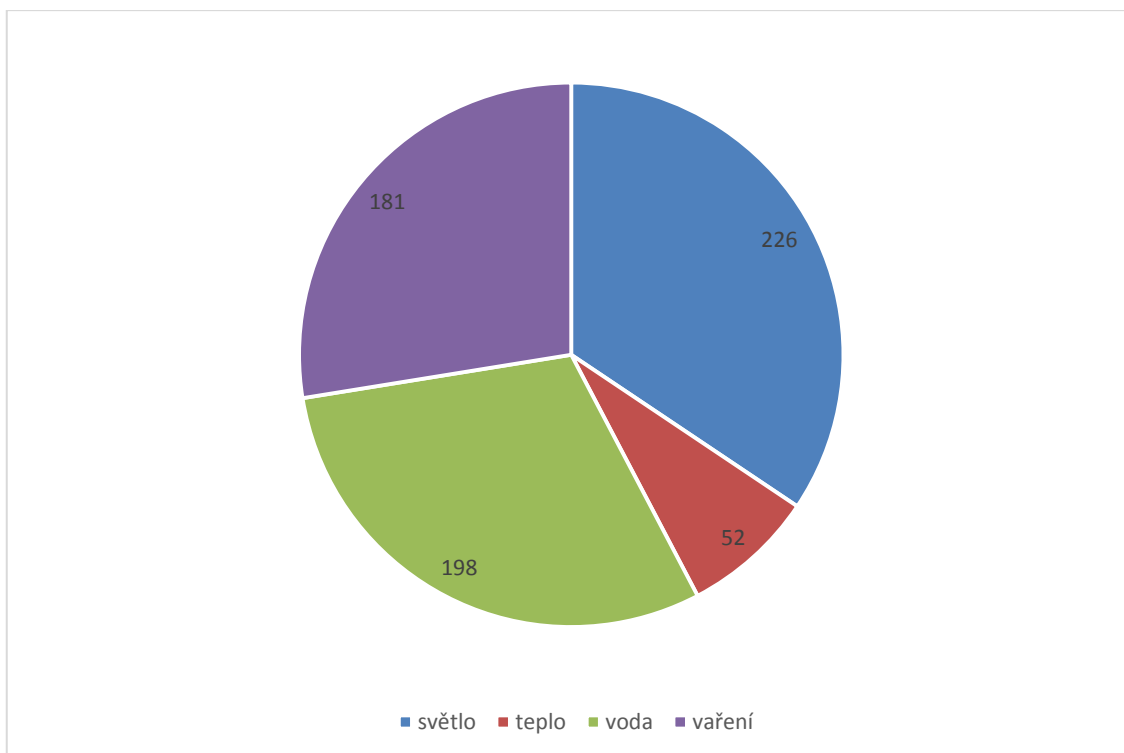
*Obrázek 24 Graf: Využívané zdroje energie pro vytápění (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

Graf na *obrázku 24* ukazuje, že nejvíce využívanými zdroji energie pro vytápění jsou pevná paliva, především dřevo a následně uhlí. Dřevo je v oblasti nejdostupnější a nejlevnější.



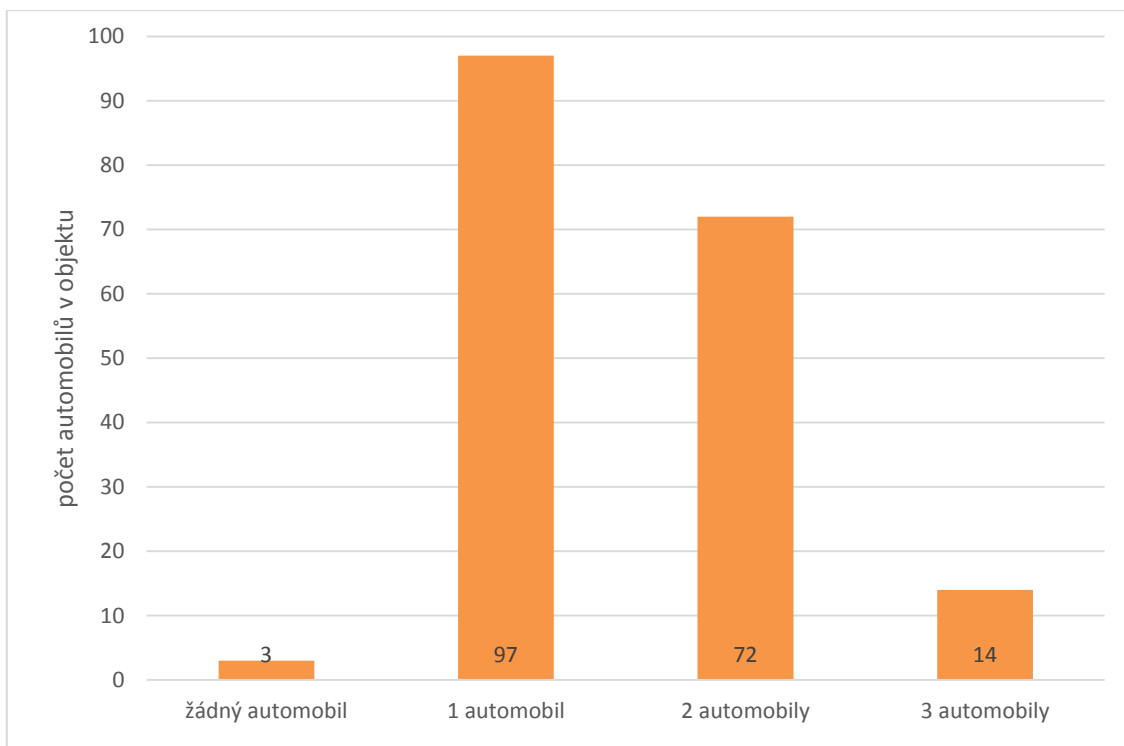
*Obrázek 25 Graf: Využití energií a paliv pro ohřev vody (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

Graf na *obrázku 25* ukazuje využívání energií pro ohřev vody. Elektrická energie je využívána k ohřevu vody přibližně ze 2/3, především v elektrických bojlerch, plyn ohřívá vodu asi v 1/5 objektů.

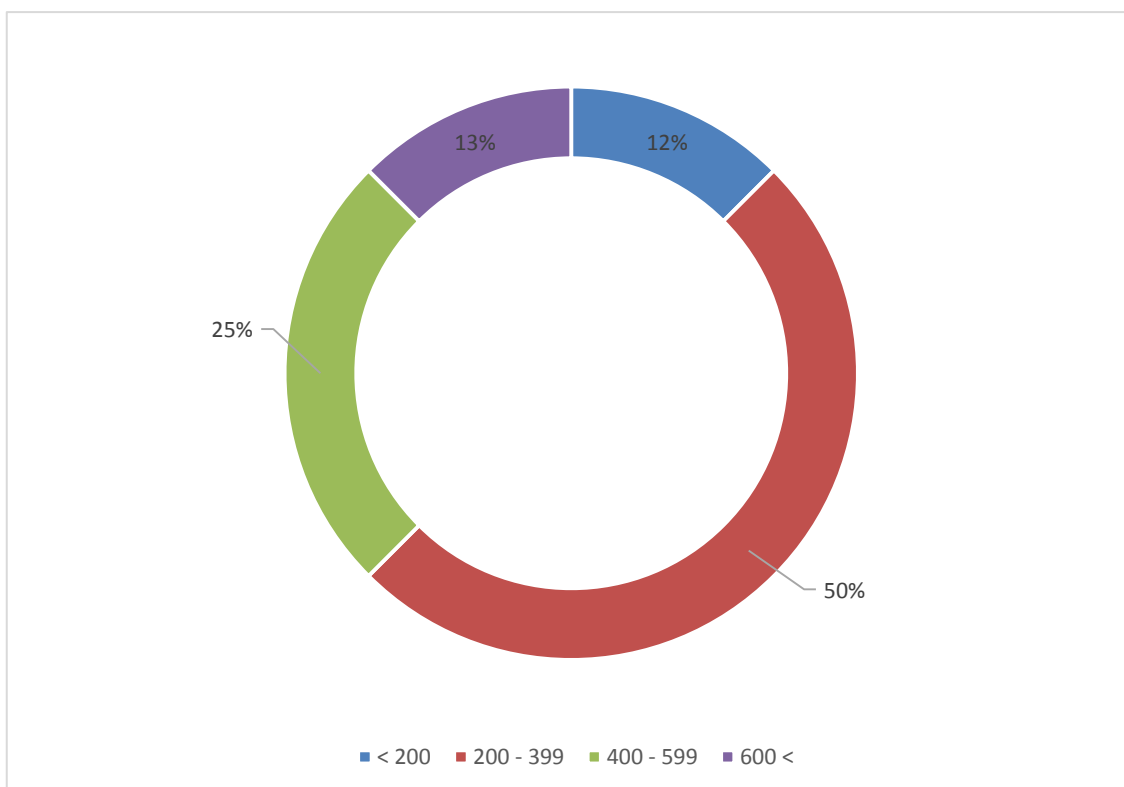


*Obrázek 26 Graf: Využití elektrické energie z celkového počtu 242 objektů (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)*

*Obrázek 26* představuje graf využívání elektrické energie k různým činnostem v domácnostech. Byl vzat reprezentativní vzorek 242 objektů ve zkoumané geografické oblasti Kokořínska. Elektřina je nejvíce využívána pro osvětlení a ohřev vody (ohřev vody už uvedl graf na *obrázku 25*) a následně pro přípravu jídla. Graf neuvádí velikost spotřeby pro jednotlivé druhy činností, ale představuje počet využití elektřiny v objektech.



Obrázek 27 Graf: Počet automobilů v domácnostech (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)



Obrázek 28 Graf: Rozsah kilometrů ujetých v týdnu jedním automobilem (Zdroj: vlastní – dotazníkový průzkum)

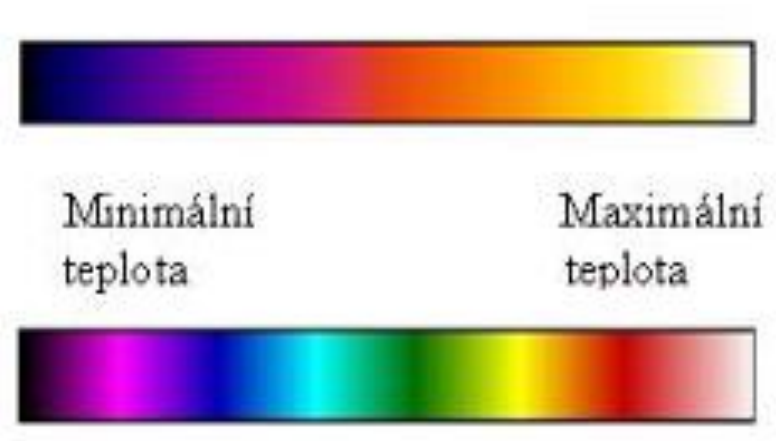


*Obrázky 27 a 28* zobrazují grafy, které se spojují s dopravní obslužností. *Graf 27* zpracovává počet automobilů v domácnostech. Z výsledků je patrné, že bezmála 100 % domácností má automobil, a více než 70 % má automobily dva. Z dalších šetření vyplynulo, že automobily využívají zážehový a vznětový motor v poměru 2/1. Dalším důležitým zjištěním spojeným s *grafem 28* je cílová lokace, kterou je z 80 % Mělník, a z necelých 5 % Praha. V Mělníku respondenti dotazníkového šetření přestupují na dopravu hromadnou, nebo zde mají zaměstnání či školu.

## 5.2. Realizované termovizní měření vybraných objektů pro vyhledání tepelných úniků a mostů na budovách

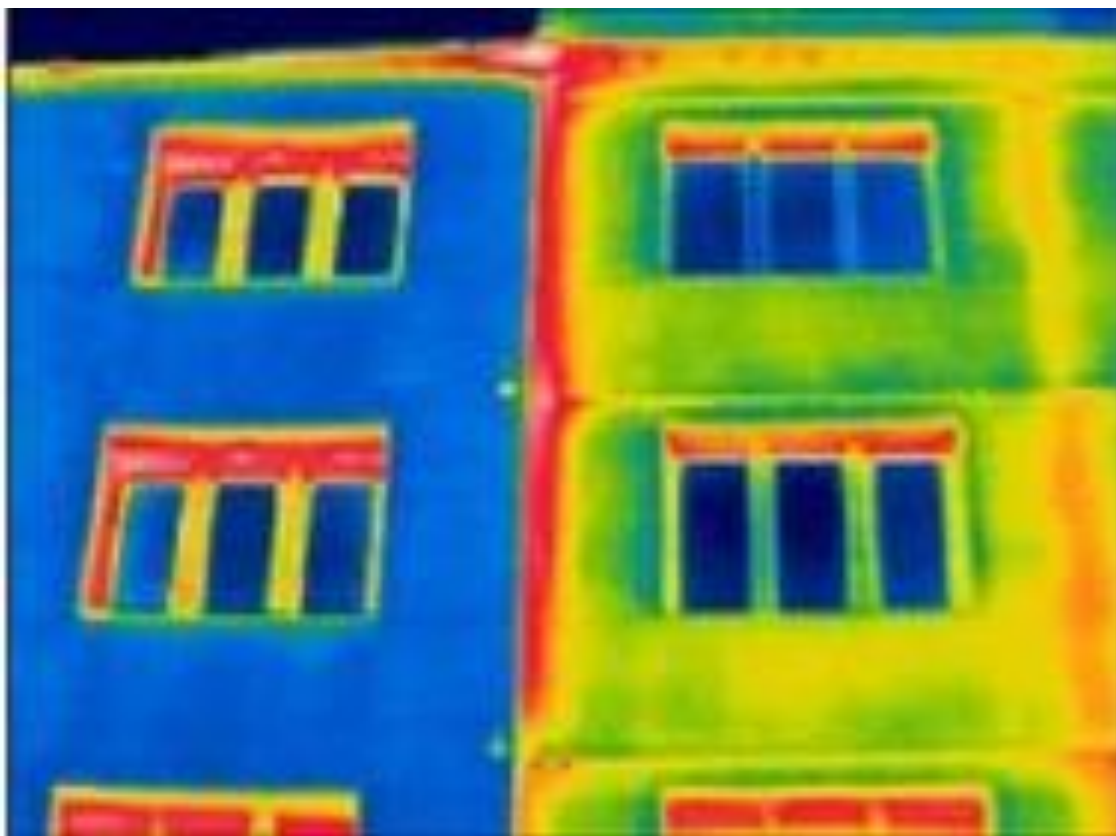
Měření byla realizována v ideálních doporučených podmínkách pro jeho provedení u konstrukčně rozdílných objektů a s různými druhy topných soustav v oblasti MAS Vyhlídky 9. února 2018. Měření probíhalo v ranních a dopoledních hodinách a počasí v uvedeném dnu a dané oblasti bylo dle ČHMI následující: Zataženo, bez sněžení a deště, teplota 0 °C. Vítr V až SV o rychlosti 0 až 3 m/s.

Infračervené záření pokrývá frekvence 300 GHz až 400 THz (má vlnovou délku mezi 760 nm a 1 mm). *Obrázek 29* převádí infračervené spektrum záření do viditelného spektra.



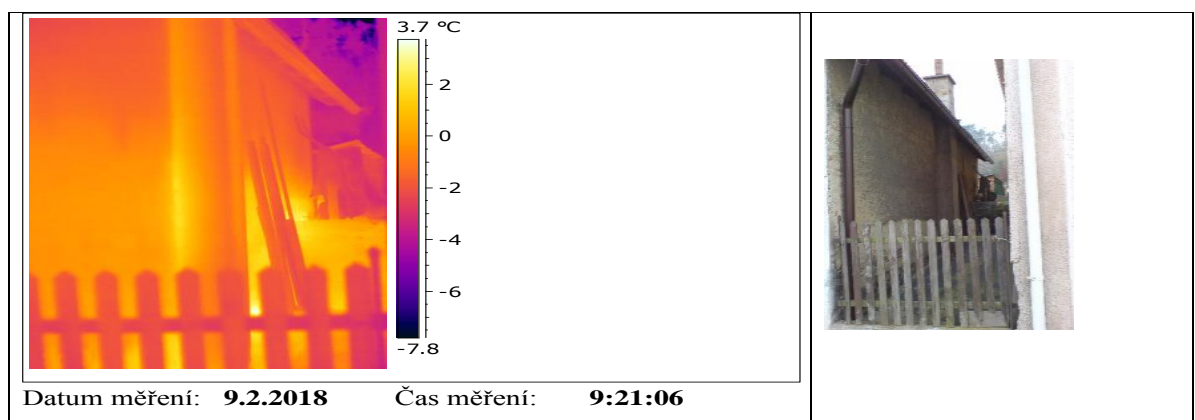
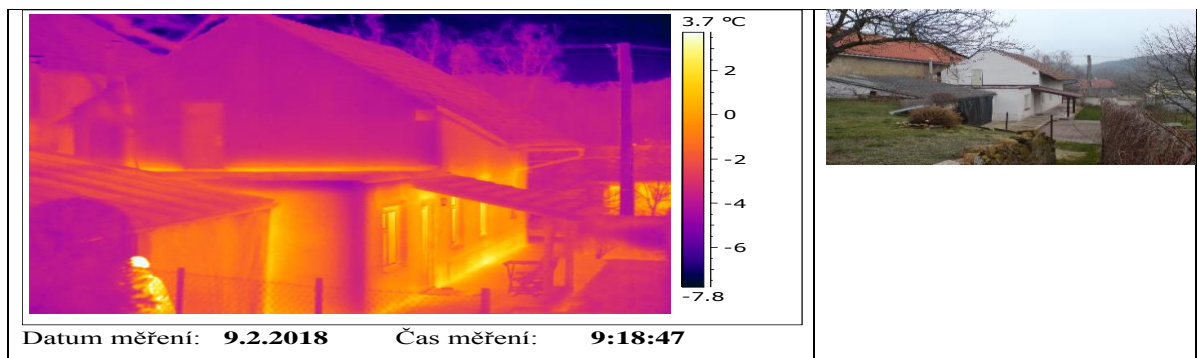
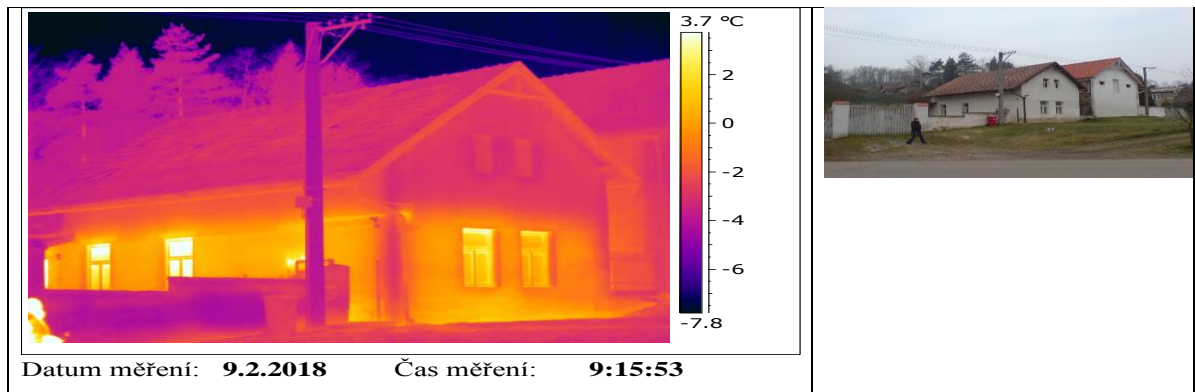
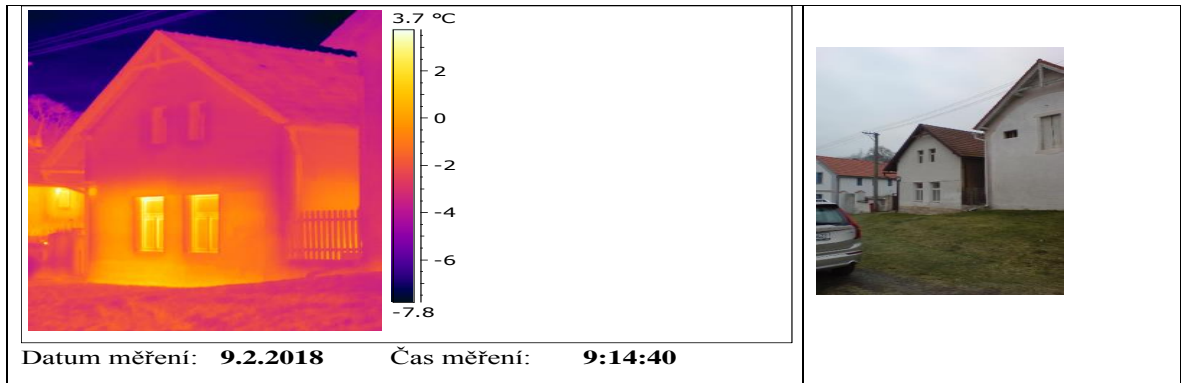
*Obrázek 29* Zobrazení barevného spektra termovizního měření ve viditelné oblasti (Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/>)

*Obrázek 30* – termovizní fotografie byla pořízena pro demonstraci zateplené a nezateplené části jedné budovy, zde je možné jednoznačně rozlišit, kde jsou tepelné úniky a mosty. Část objektu na levé straně obrázku s doplněným zateplením pláště budovy má výrazně větší poměr modré plochy než pravá strana objektu bez zateplení pláště, kde převládají plochy především ve žluté a červené barvě infračerveného spektra. Na pravé nezateplené straně objektu jsou viditelné svislé a vodorovné červené dlouhé pruhy, které označují místa zbudovaných vnitřních příček mezi místnostmi, uvedené tepelné mosty nejsou na levé straně viditelné. V horní pravé části obrázku je viditelný únik sálavého tepla z nezateplené části budovy.

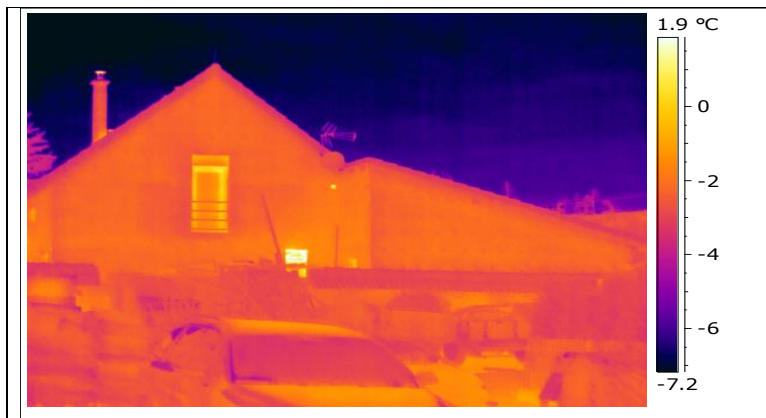


*Obrázek 30 Termovizní měření ukazuje rozdíl mezi zateplenou (vlevo) a nezateplenou (vpravo) částí budovy (Zdroj: FLIR, vlastní)*

Termovizní měření bylo realizováno na 13 objektech v obcích Lhotka, Hleďsebe a Nebužely. Dále v těchto objektech proběhlo zdokumentování topných soustav s výstupy pro zhodnocení energetické náročnosti staveb. Termovizní měření na vybraných objektech potvrdilo značné rozdíly mezi úrovní tepelné izolace jednotlivých budov (*Obrázek 31 a 32*). Velmi zřetelné jsou tepelné úniky a tím zvýšená energetická náročnost. Budova na *obrázku 31* je nezateplená a vytápěná přímotopnými tělesy, budova na dalším *obrázku 32* má provedeno dodatečné zateplení pláště a je vytápěná kotlem na pevná paliva. Termovizní měření provedená na objektech s různými zdroji vytápění a u jedné budovy s provedeným doplňkovým zateplením pláště budovy na *obrázcích 31 a 32* předkládají jednoznačné výsledky, aby u nezateplených budov bylo doplňkové zateplení provedeno. Pro posouzení je nutné provést přehodnocení automatického posunu barevného spektra termovizní kamery, které u provedených měření činí posun téměř o 2 a 4 °C. Vlastníci objektů, na kterých bylo provedeno termovizní měření statickou kamerou ze všech stran objektu, velmi kladně hodnotili provedený výzkum a výsledky budou uplatněny při rekonstrukcích objektů.



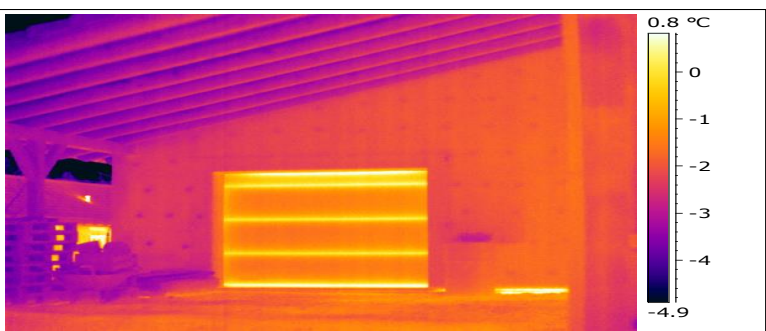
*Obrázek 31 Termovizní měření klasické budovy vytápěné elektrickými přímotopnými tělesy bez akumulace*



Datum měření: **9.2.2018** Čas měření: **9:05:34**



Datum měření: **9.2.2018** Čas měření: **9:06:28**



Datum měření: **9.2.2018** Čas měření: **9:08:31**



Datum měření: **9.2.2018** Čas měření: **9:09:31**



Obrázek 32 Termovizní měření zateplené budovy s kotlem na tuhá paliva (dřevo, koks)

Hypotéza č. 1: Vlastníci nemovitostí jsou ochotni investovat do ekologických zdrojů energie a zateplení objektu s finanční podporou státu.

Hypotéza č. 1 **se potvrzuje** na základě výsledků dotazníkového šetření a konzultací týkajících se energetické náročnosti objektů, životního prostředí v oblasti a výsledků termovizních měření. Respondenti v závěrečné části dotazníkového formuláře (*otázka 5. – Uvažujete o použití obnovitelných zdrojů energie? otázka 6. – Podporujete myšlenku rozvoje využití alternativních energetických zdrojů z veřejných prostředků?*) a při osobních konzultacích uvedli z 98 % ochotu investovat do obnovitelných, ekologických zdrojů energie a zateplení objektu s podporou státu.



### 5.3. Porovnání výsledků jízd elektrovozidlem a vozidlem se spalovacím motorem

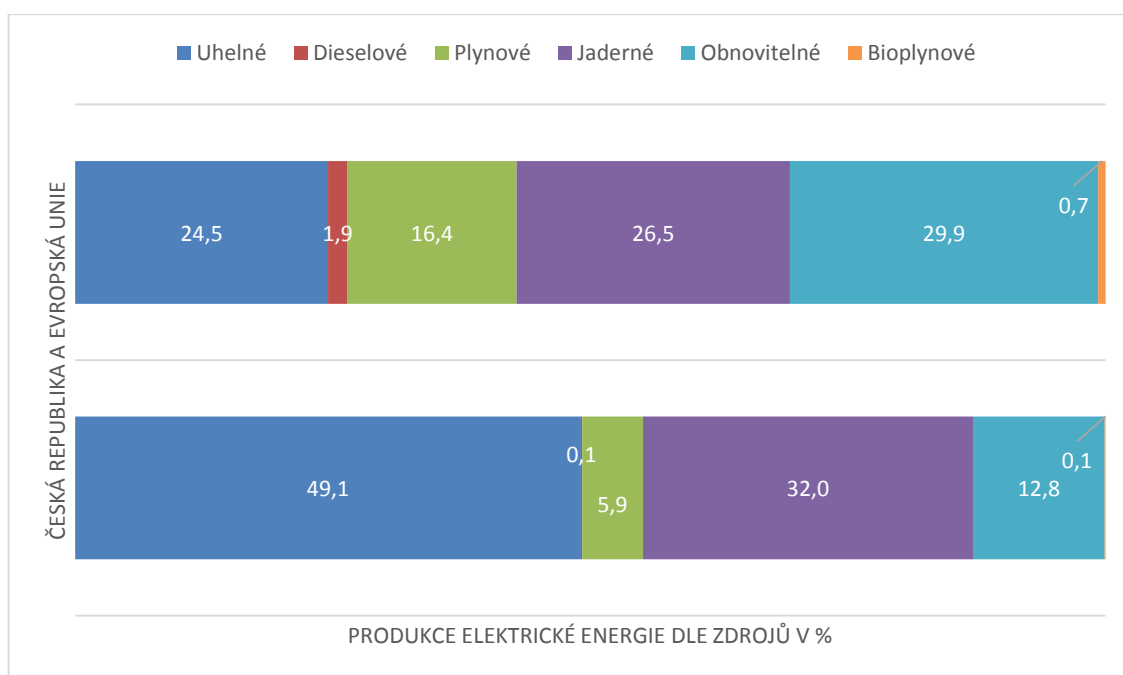
Výstupem jízd vozidlem se spalovacím motorem byla kvantifikace okamžité produkce emisí CO<sub>2</sub> ve výfukových plynech a následné porovnání sumárních výsledků. Spalovací motor ve vozidle Škoda Citigo na uvedených, výškovým profilem rozdílných, trasách vykazoval minimální odchylku produkce emisí CO<sub>2</sub> ve výfukových plynech.

Výstupem jízd elektrovozidlem byla především spotřeba elektrické energie a průběh nabíjecího proudu při rychlonabíjení. Se spotřebou elektrické energie při provozu se dále pracuje v souvislosti s dobíjením elektrovozidla a porovnáním této spotřeby s energetickým mixem v České republice a v Evropě (*Tabulka 6, Obrázek 33*). Následně je provedeno porovnání produkce emisí CO<sub>2</sub> z průmyslové energetiky pro dobíjení určitého počtu elektrovozidel a emisí produkovanými určitým počtem vozidel se spalovacími motory. Z uvedeného lze posoudit ekologičnost využití elektrovozidla v běžném provozu.

Z dotazníkových šetření vyplynulo, že průměrný počet kilometrů ujetých za týden jedním vozidlem se pohybuje okolo 400 km a maximální denní ujetá vzdálenost je do 80 km. Pro využití elektrovozidla VW e-up! jsou tyto vzdálenosti příznivé z hlediska dojezdových vzdáleností na jeden nabíjecí a vybíjecí cyklus, a také z porovnání tras Mělnicko vs. Ústecko s výrazně odlišným výškovým profilem, nemá výškový profil zásadní vliv na spotřebu elektrovozidla, díky využití rekuperace a pohybu vozidla z místa startu do místa cíle a zpět.

Tabulka 6 Produkce elektrické energie v České republice a v Evropské unii podle skladby zdrojů v TWh (2017) (Zdroj: EU energy in figures, Statistical pocketbook 2017)

	Česká republika (TWh)	Evropská unie (TWh)
Pevná paliva	41,14	792,5
Ropa	0,09	61,1
Plyn	4,96	529,9
Jádro	26,84	857,1
Obnovitelné zdroje	10,7	965,8
Spalování odpadů, bioodpadů	0,08	23,2



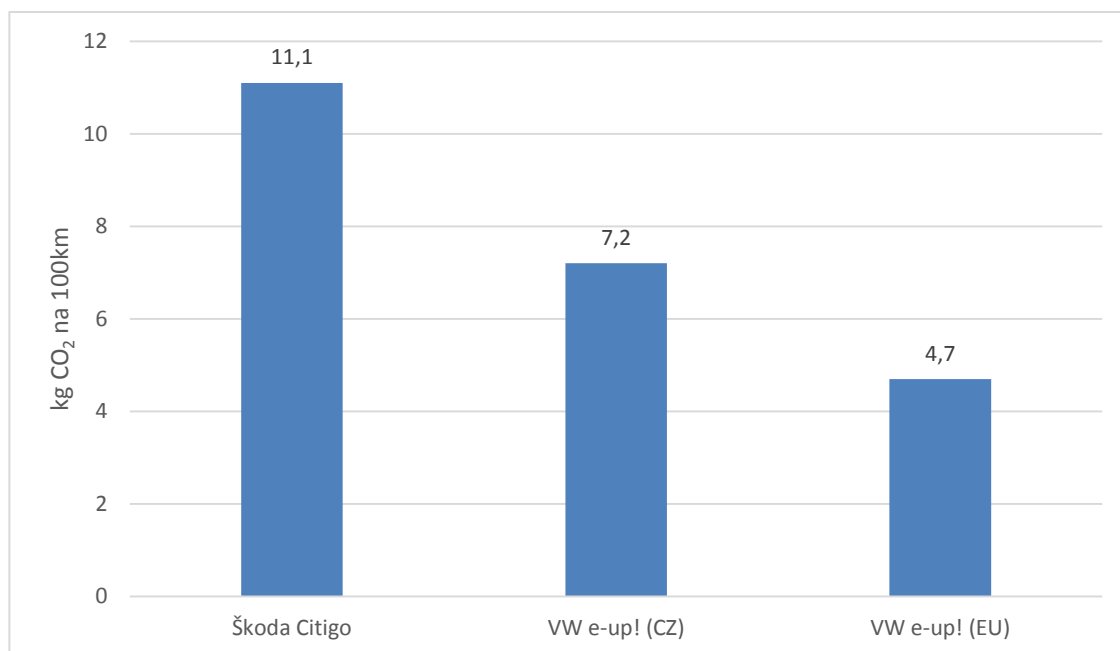
Obrázek 33 Graf: Porovnání produkce elektrické energie v České republice a v Evropské unii v energetickém mixu v % (2015) (Zdroj: EU energy in figures, Statistical pocketbook 2017)

Spotřeba vozidel byla změřena při testovacích jízdách v oblasti Mělnicka a v oblasti Ústí nad Labem 19. a 20. září 2017. Trasy byly výškovým profilem, častostí změn směru a terénní náročností odlišné. Spotřeba vozidel (l nebo kWh) a produkce emisí CO<sub>2</sub>, přepočtená produkce emisí CO<sub>2</sub> je následující - vozidlo Škoda Citigo se spalovacím zážehovým motorem s palivem benzín Natural 95 mělo spotřebu 4,2 l na 100 km



a vyprodukovalo průměrně 11,1 kg CO<sub>2</sub> na 100 km. Vozidlo s elektropohonem spotřebovalo 12,4 kWh na 100 km. Při přepočtu na energetický mix České republiky se k výrobě takového množství energie vyprodukuje 7,2 kg CO<sub>2</sub>, při přepočtu na energetický mix Evropské unie je vyprodukováno pouze 4,7 kg CO<sub>2</sub> (Obrázek 34). Maximální odebíraný nabíjecí proud z rychlonabíjecí stanice na stejnosměrné straně dosahoval hodnoty do 100 A při tzv. chytrém nabíjení, kdy řídicí systém elektromobilu datově komunikuje s nabíjecí stanicí přes nabíjecí konektor.

Pokud má být vše přesně hodnoceno, tak by se musela v upřesňujících detailech klíčovat produkce emisí a jiných nebezpečných látek pro člověka a životní prostředí při výrobě jednotlivých druhů vozidel, při výrobě zařízení pro vybudování zdroje energie, při zpracování ropy na palivo a také ztráty při přenosu a distribuci elektrické energie, případně další eventuality. Výše uvedené není předmětem výzkumu a překračuje rámec této práce.



Obrázek 34 Graf: Produkce emisí CO<sub>2</sub> vozidla Škoda Citigo na ujetí 100 km a přepočtené emise CO<sub>2</sub> vozidla VW e-up! na energetický mix České republiky a Evropské unie (Zdroj: EU energy in figures, Statistical pocketbook 2017, vlastní měření a výpočty)

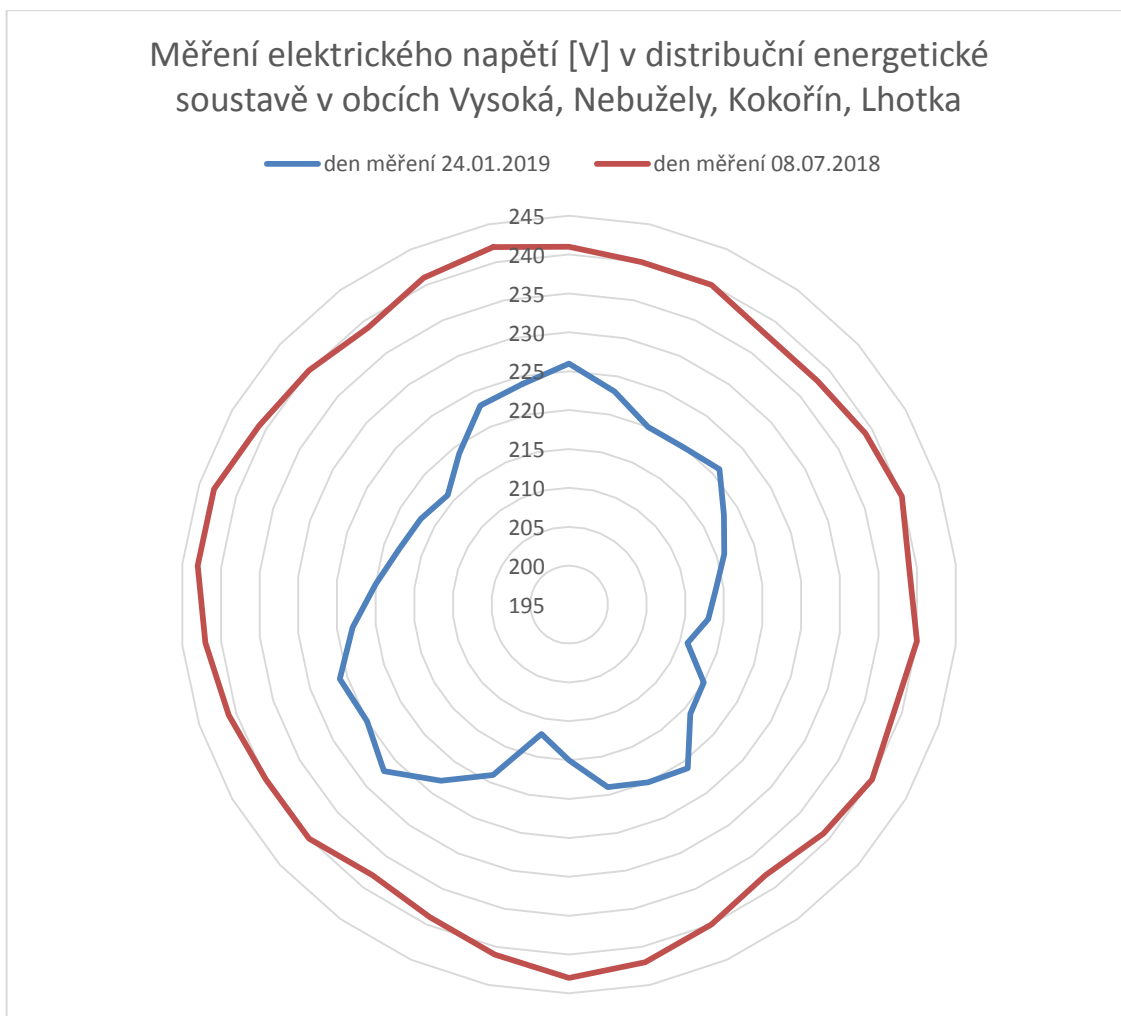
#### 5.4. Výsledky měření elektrických a zjištění technických parametrů elektroenergetické soustavy

Ve čtvrtek 24. ledna 2019 ve 4. týdnu bylo maximální zatížení v zimním období 2018 / 2019 elektroenergetické soustavy České republiky ve výši 11 591 MW. V tomto datu a lokalitě Mělnicka byly klimatické podmínky následující: oblačno až zataženo, ojediněle slabé sněžení, přechodně až polojasno, denní teploty -4 až 0 °C, noční teploty -4 až -8 °C, při vyjasnění až -12 °C, vítr SV o rychlosti 3 až 7 m/s.

V neděli 8. července 2018 ve 27. týdnu bylo minimální zatížení v roce 2018 elektroenergetické soustavy České republiky ve výši 4 796 MW. V tomto dni a lokalitě Mělnicka byly klimatické podmínky následující: polojasno až oblačno, ojediněle přeháňky, denní teploty 23 až 27 °C, noční teploty 14 až 10 °C, vítr SZ o rychlosti 2 až 6 m/s. (Zdroj: [Česká elektroenergetická přenosová soustava – www.ceps.cz](http://www.ceps.cz), [Energetický regulační úřad – www.eru.cz](http://www.eru.cz), [Český hydrometeorologický ústav – www.chmi.cz](http://www.chmi.cz))

Provozovatel distribuční soustavy potvrdil, že v uvedených obdobích nebyly v měřených oblastech odchylky od standardního zapojení, ani registrováno poruchové oslabení soustavy. Výsledky měření jsou jedny z klíčových pro posouzení instalace a využití energie z obnovitelných zdrojů a lokace větších odběrů elektrické energie – rychlonabíjecí stanice pro elektrovozidla.

Měření dynamických hodnot ve 4. týdnu přineslo výsledky, ze kterých bylo vyhodnoceno, že v oblasti Mělnicka – Kokořínska [Příloha D] není možné za současného technického stavu distribuční soustavy připojit větší odběry elektrické energie – např. rychlonabíjecí stanice pro elektrovozidla ani tato elektrovozidla dobíjet z domovních rozvodů ze zásuvky 16 A v zimním období. Důvodem jsou nedostatečné přenosové a transformační kapacity v distribuční soustavě. Výpočty a měřeními byla potvrzena razantní a nekontrolovaná degradace napětí při případném dalším navýšení zatížení distribuční soustavy hrozí napěťový kolaps a možnost poškození zařízení provozovatele distribuční soustavy, ale i elektrických spotřebičů a rozvodů u odběratelů elektrické energie. *Obrázek 35* zobrazuje výsledky jednoho z mnoha realizovaných měření v tomto týdnu a ukazuje průběh napětí, který je uveden na časovém úseku 120 sekund. Další měření provedená v různých časech (ráno, dopoledne, odpoledne, večer, noc) v zimním období měla velmi podobný průběh. Tím bylo ověřeno značné kolísání napětí ve velice krátkých časových úsecích (jednotky sekund) a velká četnost tohoto jevu.



*Obrázek 35 Graf: Průběh napětí, měření v trvání 120 s*

V rozvodně Mělník město (VVN/VN, tedy 110/22 kV), ze které jsou zkoumané oblasti napájeny, jsou instalovány dva transformátory (*Tabulka 7*), které v základním zapojení oblastí nepracují v paralelním provozu a každý napájí vlastní oblast na sekundární straně. Přehled štítkových údajů ( $S_n$ ,  $u_k$ ,  $i_0$ ,  $\Delta P_k$ ,  $\Delta P_0$ ).

*Tabulka 7 Parametry transformátorů v rozvodně Mělník – město*

U [kV]	$S_n$ [MVA]	$u_k$ [%]	$i_0$ [%]	$\Delta P_k$ [kW]	$\Delta P_0$ [kW]	zapojení
110 / 22	40	11,5	1,9	228	80	Yd0

Hypotéza č. 2: Distribuční energetická soustava je schopna za současných podmínek připojit obnovitelné zdroje energie rozprostřené v území Mělnicka – Kokořínska.

Hypotéza č. 2 **se potvrzuje** na základě zjištěných statických technických parametrů elektroenergetické soustavy v oblasti. Instalovaný výkon použitých transformátorů VN/NN v uvedené geografické oblasti je u jednotlivých strojů 630 kVA a použité vodiče venkovních vedení VN jsou konstrukce AlFe 70/11 a AlFe 42/7. Vodiče VN mají dostatečnou proudovou rezervu ve směru toku výkonu z oblasti spotřeby k transformační stanici VVN/VN (110/22 kV), nebo je výroba z obnovitelných zdrojů v oblasti spotřebována bez ztrát při přenosu energie. Pro obnovitelné zdroje připojené k distribuční soustavě 22 kV se použijí transformátorové stanice, případně ještě vybavené střídačem pro fotovoltaické elektrárny, které se v současnosti běžně vyrábějí. Uvedené zjištěné skutečnosti dokládají možnost připojení obnovitelných zdrojů o určitém objemu výkonu, bez nutnosti investice do elektroenergetické soustavy v oblasti.

Hypotéza č. 3: Rychlonabíjecí stanice s nepredikovatelnou spotřebou (odběrem) mohou být celoročně připojeny k energetické soustavě ve zkoumané geografické oblasti Kokořínska.

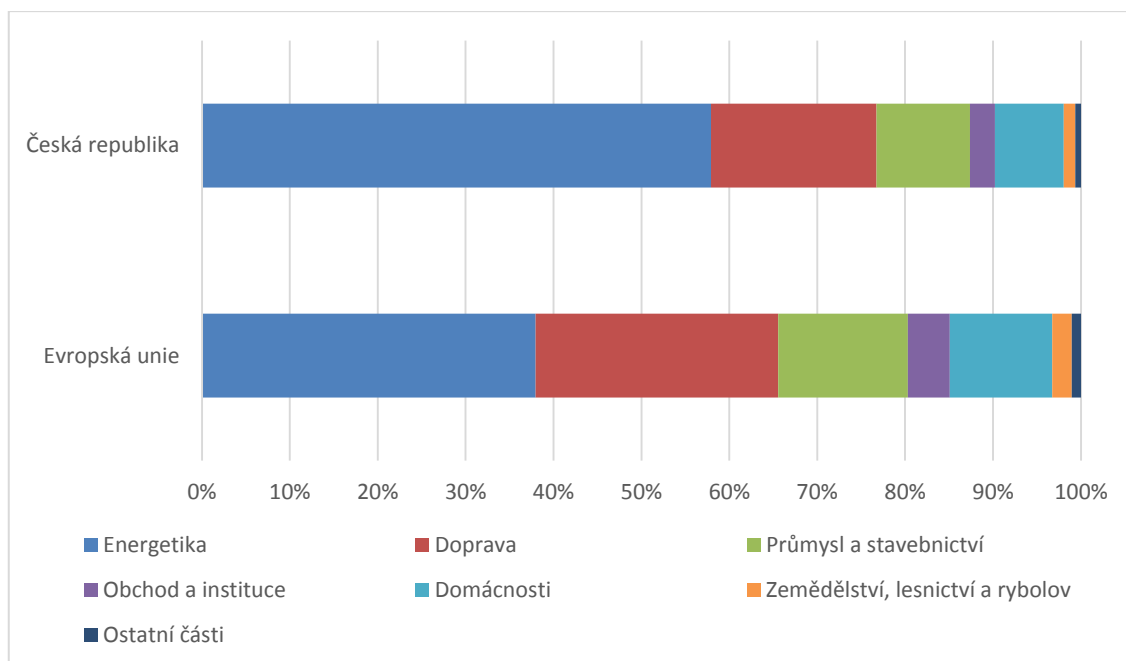
Hypotéza č. 3 **se zamítá** na základě výsledků měření dynamických hodnot elektroenergetické soustavy v oblasti. Především měření elektrického napětí v zimním období, kdy v týdnu okolo ročního maxima (leden, únor) klesalo napětí až k hodnotě 210 V, v časových změnách jednotek sekund. Potvrzena byla velká degradace napětí. K vyrovnání elektrického výkonu (*Vzorec 5.1*) se nadále zvyšovala hodnota elektrického proudu až nad hodnotu proudové zatížitelnosti vodičů venkovních vedení VN, čímž se vodiče nekontrolovaně zahřívaly, což bylo potvrzeno termovizním měřením vodičů. Směr toku elektrického výkonu na vedení VN je překračován od transformační stanice VVN / VN (110/22 kV) do oblasti odběru – spotřeby. Situaci proudové zatížitelnosti vodičů zlepšovala nízká teplota venkovního okolního prostředí v zimním období. Přesto dochází v oblastech k odpínání spotřeby z důvodu podpětí, a proto není možné další odběr – rychlonabíjecí stanice v oblasti celoročně připojit.

$$P = U \cdot I \quad (\text{Vzorec 5.1})$$

$P$  – výkon [W];  $U$  – napětí [V];  $I$  – proud [A]

## 5.6. Návrh obnovitelných energetických zdrojů a bateriových úložišť v oblasti Mělnicka – Kokořínska

Druhy a lokace obnovitelných zdrojů energie byly navrženy na základě technických parametrů distribuční energetické soustavy a provedených měření v soustavě 230/400 V, především napěťových poměrů. Uvedené zdroje jsou akceptovatelné trvale bydlícími občany a místními samosprávami za určitých podmínek. Provedená měření a dotazníková šetření připravily data pro disertační práci a výstupy pro optimální umístění a využití dostupných obnovitelných a akceptovatelných zdrojů s případnou akumulací energie při jejím přebytku a dodávce při jejím nedostatku, aby nemuselo docházet k masivním investicím do energetické infrastruktury. Za nejproblematictější se pokládají fosilní paliva, jejichž spalování znečišťuje ovzduší, vytváří a zhoršuje skleníkový efekt (Obrázek 36).



Obrázek 36 Graf: Produkce emisí CO<sub>2</sub> v České republice a v Evropské unii z pohledu odvětví a činností člověka (2015) (Zdroj: EU energy in figures, Statistical pocketbook 2017)

Z tohoto pohledu jsou obnovitelné zdroje energie velmi bezpečné. Tím, že jde převážně o malá zařízení rozptýlená v území, neohroží výpadek jednoho nebo několika z nich celkový provoz sítě. Další výhodou obnovitelných zdrojů energie je to, že jen výjimečně zabírají nová území. Solární systémy, malé vodní elektrárny a bioplynové stanice se většinou budují v zastavěných oblastech nebo jejich blízkosti. Na místní úrovni jsou v současnosti závažným problémem emise z lokálních topenišť. Mnoho lidí se vrátilo

ke spalování dřeva. Současná situace v dotačních programech, zvýhodňování výkupních cen energií z obnovitelných zdrojů a legislativní rámec v daném sektoru se neustále vyvíjí a mění. Proto je ekonomické zhodnocení druhořadým a technické řešení hlavním tématem výstupů disertační práce. V době stagnujících či rostoucích cen energií se snaha o dosažení energetické soběstačnosti zdá být vhodnou cestou pro zajištění energetických potřeb obcí.

Energetické soběstačnosti lze dosáhnout na osobní úrovni. Efektivnější je dosáhnout energetické soběstačnosti na úrovni obce, případně regionu. K dispozici je větší plocha, kterou lze využít pro různé druhy zdrojů energií. Na území obce lze využít i potenciál větru pro stavbu větších elektráren, případně potenciál vodní energie, je-li k dispozici. V rámci obecní infrastruktury lze vybudovat bioplynovou stanici spojenou s čističkou odpadních vod nebo obecní výtopnu na biomasu. V energeticky soběstačné obci peníze za energie zůstávají v lokálním oběhu a zvyšují tak bohatství celé společnosti.

Energetická soběstačnost z obnovitelných zdrojů má tyto výhody:

- lokální zlepšení ovzduší, snižování emisí z lokálních topenišť na fosilní paliva,
- snížení globálních emisí CO<sub>2</sub>,
- využití místních energetických obnovitelných zdrojů,
- podpora zemědělců, kteří pěstují energetické plodiny,
- vytvoření pracovních míst v obci,
- peníze za energie zůstávají v regionu,
- občané mohou ovlivňovat ceny energií v obci, v oblasti,
- zabezpečení oblasti vůči výpadkům vnějších dodávek energie,
- zvýšení spolehlivosti celostátní energetiky při správně vybaveném systému.

Nová pracovní místa mohou být k dispozici v lokálním energetickém zdroji. Podobný efekt může mít nákup paliva od místních zemědělců, lesních hospodářů nebo zpracovatelů dřeva. Energetická soběstačnost přinese obcím stabilní ceny energií a paliva, čisté ovzduší bez dýmu a zápachu ze spalování uhlí, pracovní místa pro místní občany a podporu místních podnikatelů, případně vlastní výrobu elektřiny pro obec. Produkce energie a její spotřeba musí být vzájemně v blízkém dosahu z důvodu nízkých ztrát a možnosti rychlejší reakce na změnu podmínek (např. klimatických). Nemožnost výroby energie z obnovitelných zdrojů je kvantifikována vhodnými funkcemi a zařízeními v distribuční soustavě a také predikce a pravděpodobnost výroby, spotřeby a vnějších vlivů musí být začleněny do modelu plánování.

### 5.6.1. Vodní zdroje

Vodní tok Pšovka v Kokořínském údolí má roční průměrný průtok 0,9 m<sup>3</sup>/s. Na tomto toku se nachází dvě uměle vytvořená jezera – Harasov a Lhotka. Obě jezera mají u výtoku spád 3 m. Z parametrů průtoku a spádu jsou obě lokality vhodné pro vybudování malé vodní elektrárny s Kaplanovou turbínou. Vhodnost Kaplanovy turbíny byla odvozena z obrázku grafu závislosti průtoku, spádu a výkonu (*Obrázek 37*). Kaplanova turbína je klasická přetlaková turbína v základním provedení výborně regulovatelná, ale výrobně náročná. Dnes ji vyrábí řada firem v České republice s různými úpravami regulace i dispozičním uspořádáním (kolenové či přímoproudé turbíny). Jsou použitelné pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik m<sup>3</sup>/s, individuálně až několik desítek m<sup>3</sup>/s. Je vhodná zejména pro jezové a říční malé vodní elektrárny. Pro předběžný odhad dosažitelného výkonu MVE lze použít zjednodušený vztah (*Vzorec 5.2*), kde je výkon uveden v kW.

$$P = k \times Q \times H \quad (\text{Vzorec 5.2})$$

*P* – výkon [kW]; *k* – je konstanta uváděná v rozsahu 5 - 7 pro malé vodní elektrárny, 8 - 8,5 pro střední a velké, její velikost ovlivňuje účinnost soustrojí a technická úroveň použité technologie; *Q* – průtok [m<sup>3</sup>/s]; *H* – spád [m]

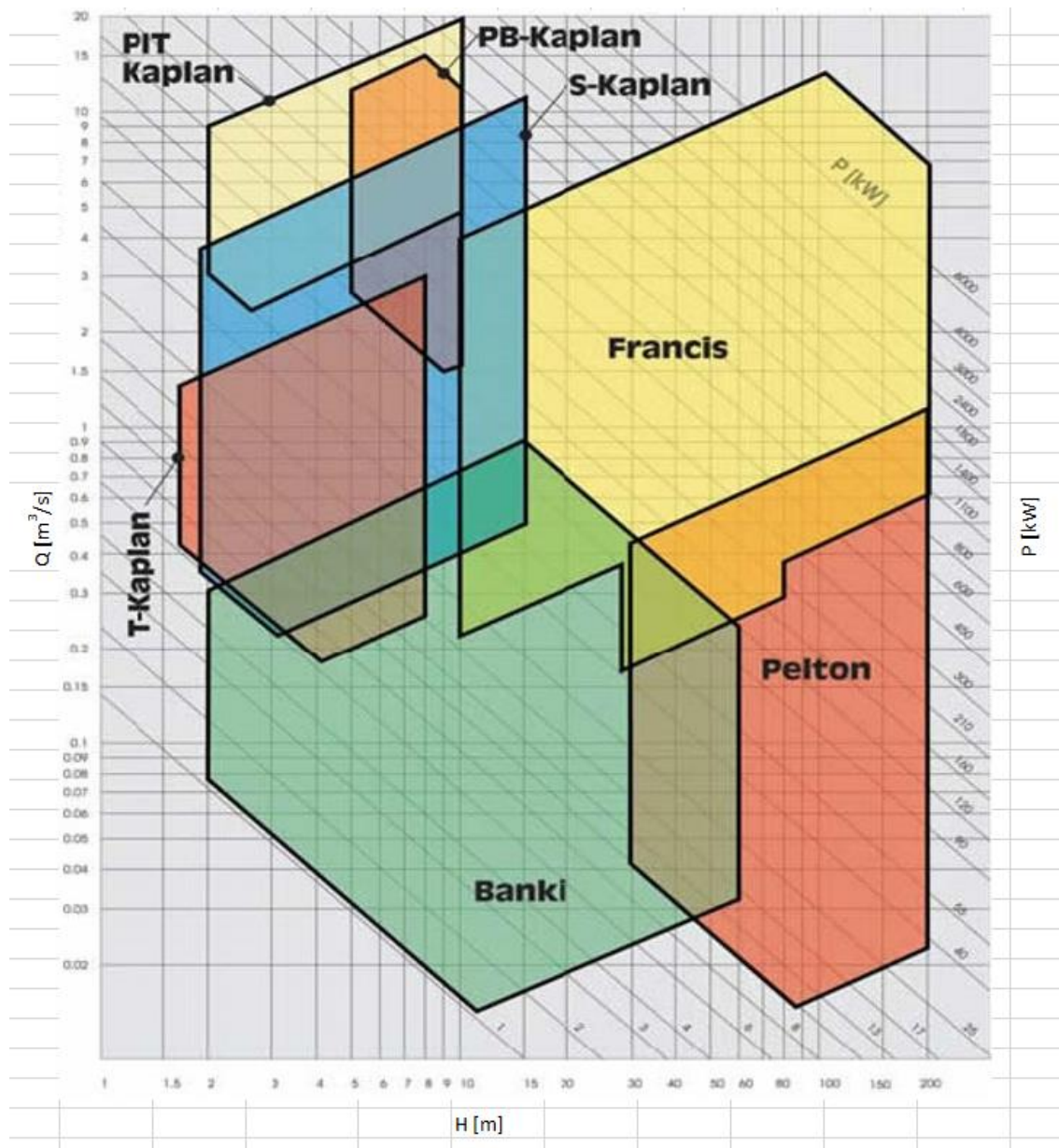
Výroba elektřiny ve vodní elektrárně potom bude podle následujícího vztahu (*Vzorec 5.3*).

$$E = P \times T \quad (\text{Vzorec 5.3})$$

*E* – množství vyrobené energie v průběhu roku (období) [kWh]; *P* – výkon zdroje [kW]; *T* – počet provozních hodin v průběhu roku (období) [h]

Výkon elektrárny vybavené Kaplanovou turbínou využívající v našem případě spád 3 metry může při průtoku 1 m<sup>3</sup>/s dle *vzorce 5.2* dosahovat 25 kWe. Pokud bude v provozu 90 % času v roce, tak podle *vzorce 5.3* vyrobí bezmála 200 000 kWh elektrické energie.





Obrázek 37 Vodní turbíny a závislosti průtoku, spádu a výkonu (Zdroj: <https://oenergetice.cz/>)

### 5.6.2. Fotovoltaické zdroje

Solární elektrárnu o výkonu jednotek megawattů lze v uvedené oblasti zbudovat především na plochách nad údolími, krajina ve zkoumané oblasti je kopcovitá a také poměrně zalesněná. Zmíněné plochy nad údolími slouží pro pěstování zemědělských plodin a malá část těchto ploch se může bez problémů uplatnit pro zbudování fotovoltaických zdrojů o výkonech jednotek megawattů rozptýlených v území s ohledem na parametry distribuční soustavy. Výkon solárních panelů se označuje v jednotkách Wp, které ukazují, jak velký výkon panel poskytne, pokud na něj svítí slunce. *Tabulka 8* udává



hodnoty výkonu, vyrobené energie v poměru k ploše fotovoltaických panelů v zeměpisné šířce ČR. Současný stav technologie poskytuje panely o výkonu 250 – 280 Wp.

*Tabulka 8 Poměr výkonu, vyrobené energie a plochy fotovoltaických panelů (Zdroje: [77], <https://www.solarniexperti.cz/>)*

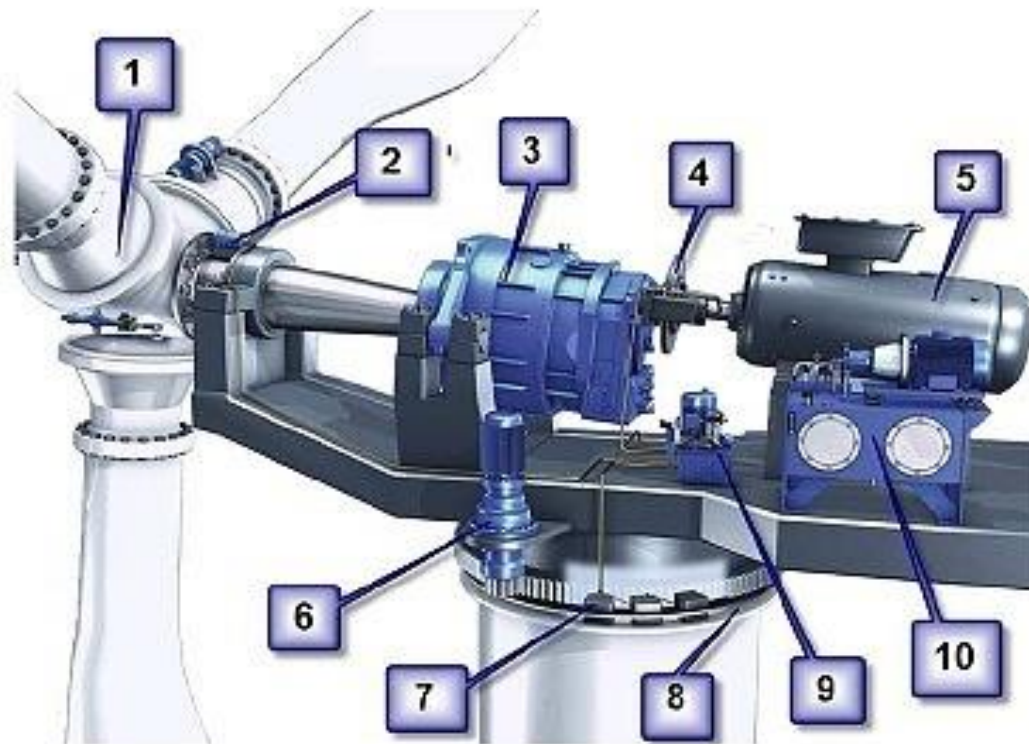
Výkon FVE	Vyrobená energie za rok	Plocha panelů
1 kWp	980 kWh	6,1 m <sup>2</sup>
2 kWp	1 960 kWh	12,2 m <sup>2</sup>
3 kWp	2 940 kWh	18,3 m <sup>2</sup>
4 kWp	3 920 kWh	24,4 m <sup>2</sup>
5 kWp	4 900 kWh	30,5 m <sup>2</sup>

Na zemský povrch ročně dopadá v našich klimatických podmínkách zhruba 1000 kWh energie na každý metr čtvereční. Solární panel ale z této energie umí využít jen část.

V České republice je průměrná intenzita slunečního záření odhadována na 300 W/m<sup>2</sup> a úhrn energie 800 – 1250 kWh na m<sup>2</sup> za rok. Rozptyl je dán hlavně geografickým umístěním elektrárny, sklonem a orientací panelů, nadmořskou výškou a počtem slunečných dnů v daném roce. Pokud je obloha bez mraků, výkon slunečního záření je kolem 1 kW/m<sup>2</sup>. Když se však obloha zatáhne, sluneční záření je až 10x méně intenzivní. Počet slunečních hodin v České republice je v průměru 1330 – 1800 ročně. Vždy nicméně záleží na konkrétním místě, které se zvolí pro stavbu solární elektrárny. Intenzitu a dobu slunečního záření ovlivňuje nadmořská výška, oblačnost a další lokální podmínky jako jsou časté ranní mlhy, znečištění ovzduší či úhel dopadu slunečních paprsků. Na místě je samozřejmě také otázka kapacity, tedy plochy, na kterou lze fotovoltaické panely umístit. Obecně platí, že 1 kWp (kWp je jednotka štítkového výkonu panelů) zabere asi 6 – 7 m<sup>2</sup>. Tato plocha (při ideální orientaci fotovoltaických panelů) je schopna vyrobit přibližně 1 MWh ročně (vyrábí tedy průměrně přibližně 300 W). Od roku 2016 může mít domácí elektrárna v ČR maximálně 10 kWp, aby nepotřebovala licenci od ERÚ – Energetický regulační úřad (<http://www.eru.cz/cs/>) (tj. cca 27 kWh průměrně za den během roku, v létě je to v průměru 45 kWh, v zimě pak v průměru jen 10 kWh za den). [77]

### 5.6.3. Větrná energie

V oblasti Kokořínska je určitá využitelnost potenciálu větru na plochách nad údolími, které jsou z větší části obhospodařovány zemědělci, což by ovšem vybudování určitého počtu větrných elektráren neomezilo. Uplatnily by se především elektrárny s horizontální osou. Schéma (Obrázek 38) ukazuje hlavní komponenty této větrné elektrárny.



Obrázek 38 Hlavní komponenty větrné elektrárny (Zdroj: [boschrexroth.com](http://boschrexroth.com))

1 – rotor, 2 – brzda rotoru, 3 – převodové ústrojí, 4 – spojka a brzda generátorového hřídele, 5 – generátor, 6 – servomotor pro otáčení turbíny, 7 – brzda otočného mechanismu, 8 – ložisko, 9 – hydraulický agregát brzd, 10 – hydraulický agregát pro ovládání natočení lopatek rotoru

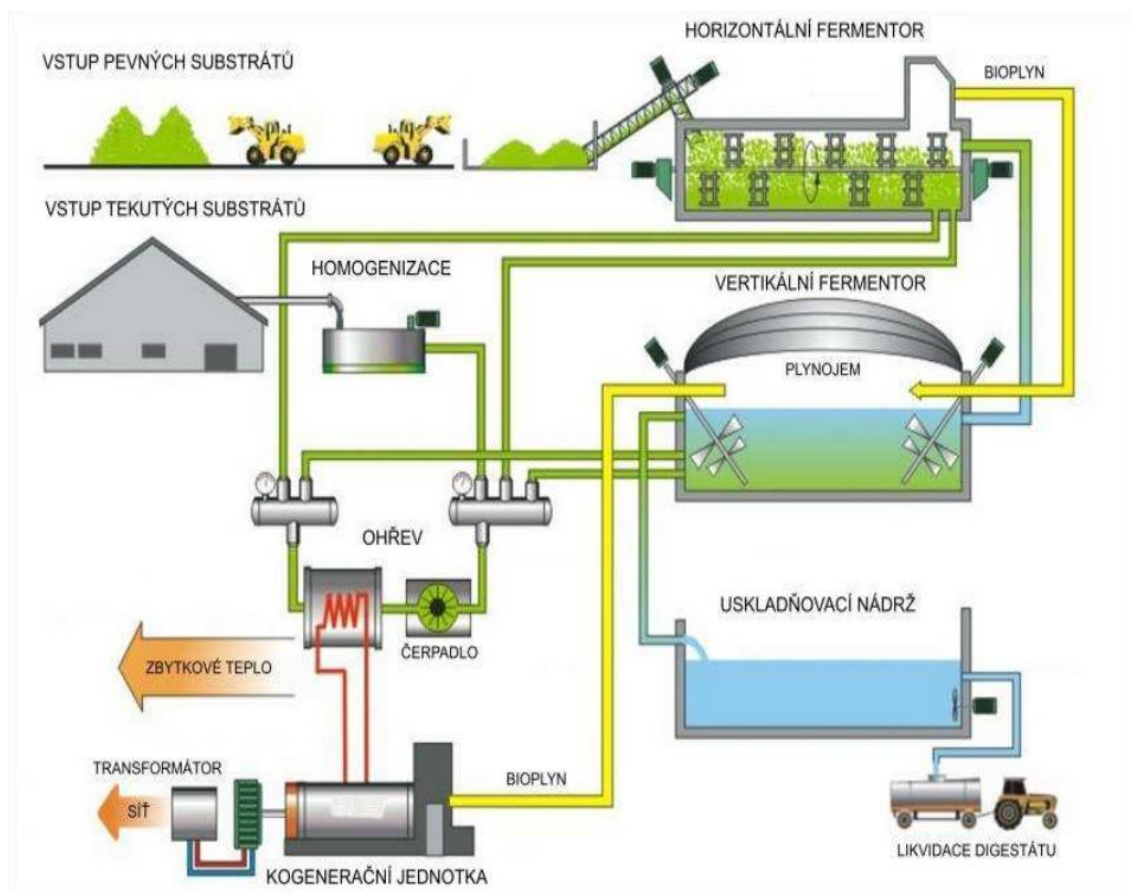
V případě rozhodnutí pro vybudování větrné elektrárny je velmi důležité nechat změřit rychlost i směr větru v místě a výšce jakou budou mít sloupy pro umístění celého zařízení elektrárny. Mapa v příloze [G] a [H] udává rychlosti větru (m/s) ve výšce 10 m a 100 m nad povrchem. Účinnost současných větrných elektráren se pohybuje mezi 75 – 80 % při jmenovitých otáčkách. Pro reálné turbíny je výkon, kterého lze dosáhnout definován následujícím vztahem (Vzorec 5.4). [78]

$$P = c_p \times \rho \times \frac{v^3}{2} \times \pi \times \frac{D^2}{4} \quad (\text{Vzorec 5.4})$$

$P$  – výkon elektrárny [W];  $c_p$  – součinitel výkonnosti, ideálně 0,59 (Betzův koeficient);  
 $\rho$  – hustota vzduchu [ $\text{kg/m}^3$ ];  $v$  – rychlost proudění vzduchu [m/s];  $D$  – průměr rotoru [m]

#### 5.6.4. Bioplynové stanice

Zemědělská produkce v oblasti není zanedbatelná, i když se část území rozprostírá v Chráněné krajinné oblasti Kokořínsko. Využití bioodpadu je zde tedy možné s využitým výkonem do 2 MW. Na území se nachází pila Střemy a zemědělská družstva, která bioodpad produkují. V případě bioplynové stanice (Obrázek 39) nejde o přímé energetické využití odpadu, energeticky se využívá bioplyn, který je vedlejším produktem biologicky rozložitelných odpadů. Ty pocházejí především ze zemědělství, a dále z chovu zvířat, nebo to mohou být vytríděné biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu.



Obrázek 39 Procesy probíhající v bioplynové stanici (Zdroj: Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

### 5.6.5. Bateriová úložiště

Největší překážkou ve využívání rozprostřených obnovitelných zdrojů jsou omezené možnosti akumulace energie a elektrických sítí. Akumulace energie umožňuje v dané chvíli vyrovnávat fluktuace v síti a také uložit dlouhodoběji přebytečnou energii a využít ji v době, kdy je jí nedostatek. Bateriová úložiště se dají využít pro rychlou regulaci a udržování vysoké kvality elektřiny v síti, a především s kvalitou elektrického napětí se zkoumaná geografická oblast potýká.

Bateriové systémy a jejich přínos pro provoz v elektrizační soustavě:

- časově limitovaný nebo trvalý ostrovní provoz s využitím obnovitelných zdrojů
- podpora při najetí části soustavy ze tmy (lokální blackstart)
- regulace P (činný elektrický výkon), Q (jalový elektrický výkon), U (elektrické napětí)
- podpora slabých částí elektrizační soustavy i při nestandardních provozních stavech
- akumulovaná záloha pro odlehčení distribuční soustavy při špičkách zatížení, např. rychlodobíjení elektromobilů, neočekávaná lokální změna klimatických podmínek

I pro zajištění spolehlivosti dodávek elektrické energie, aniž by bylo třeba vynakládat významné finanční prostředky na rozsáhlé rekonstrukce rozvodných sítí, je třeba provázat všechny decentralizované zdroje se stávajícími centrálními zdroji a využít k tomu dostupné technické i ekonomické prostředky. Ze známých parametrů bateriových úložišť je nejvhodnější využití bateriových kontejnerů s výkony jednotek megawattů a technologií lithium-iontovými (Li-Ion) a sodíko-sírové (NaS). Jejich základní technické hodnoty jsou následující:

- Li-Ion baterie, 120 – 300 kWh/m<sup>3</sup>, účinnost > 90 %, rychlá reakce na změny
- NaS baterie, 150 – 240 kWh/m<sup>3</sup>, účinnost 89 %, rychlý start do provozu a snadná regulace

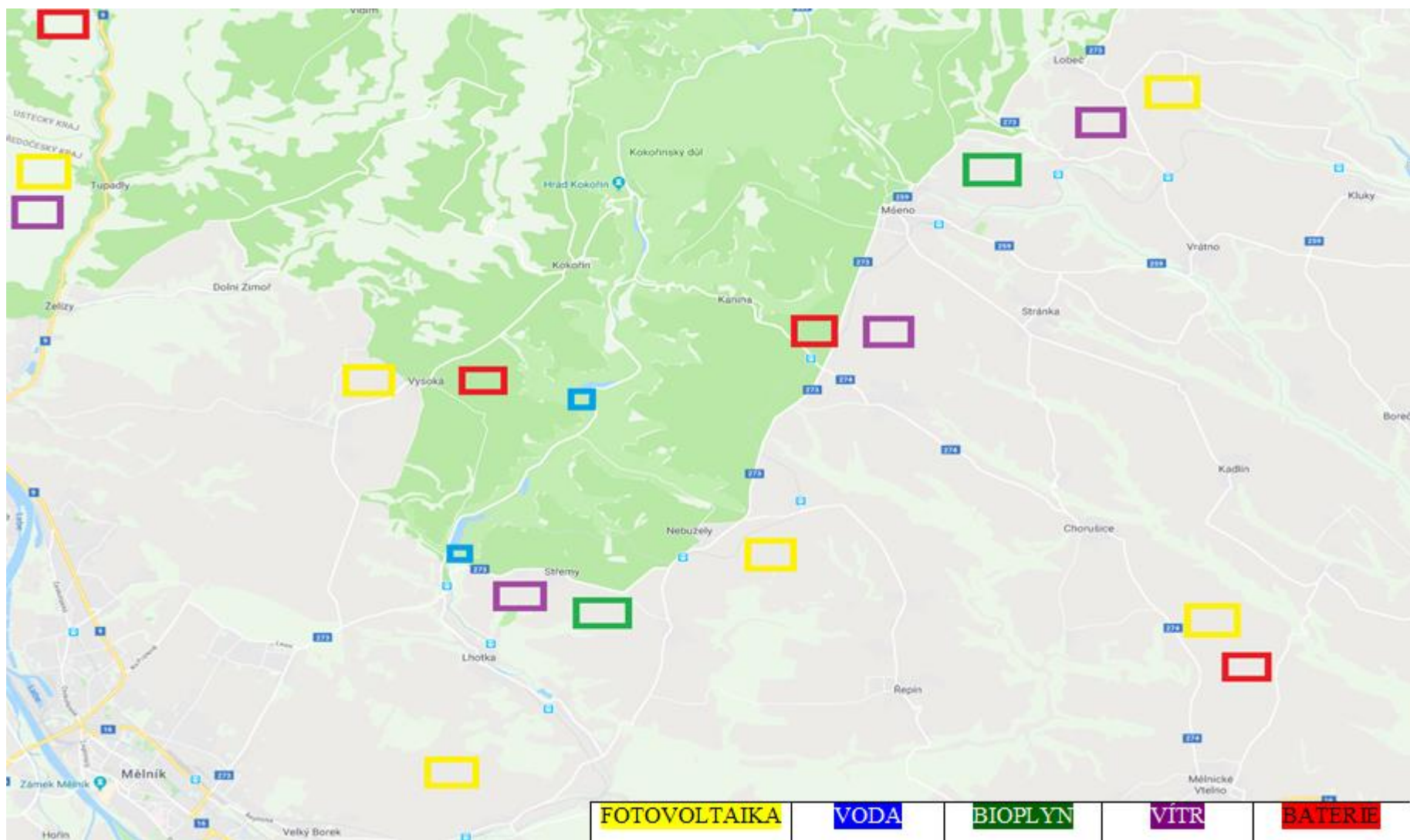
Optimální umístění vhodných obnovitelných zdrojů a akumulčních úložišť ve zkoumané oblasti je na *obrázku 40* zpracované na základě vlastních měření, zjištěného potenciálu obnovitelných zdrojů a technických parametrů elektroenergetické soustavy v oblasti.

*Tabulka 9 Zdroje podle typu, které jsou rozprostřeny v oblasti na mapě obrázek 40*

FOTOVOLTAIKA	VODA	BIOPLYN	VÍTR	BATERIE
--------------	------	---------	------	---------

Obnovitelné zdroje (*Tabulka 9*) energie byly navrženy v kontextu dostupnosti volných ploch pro instalaci fotovoltaických panelů – žluté obdélníky, energie vody – modré obdélníky, blízkost produkce bioodpadu pro možné zbudování bioplynových stanic – zelené obdélníky, volné a vzdálené plochy od zástavby pro využití energie z větru – fialové obdélníky, a také bateriových úložišť – červené obdélníky.



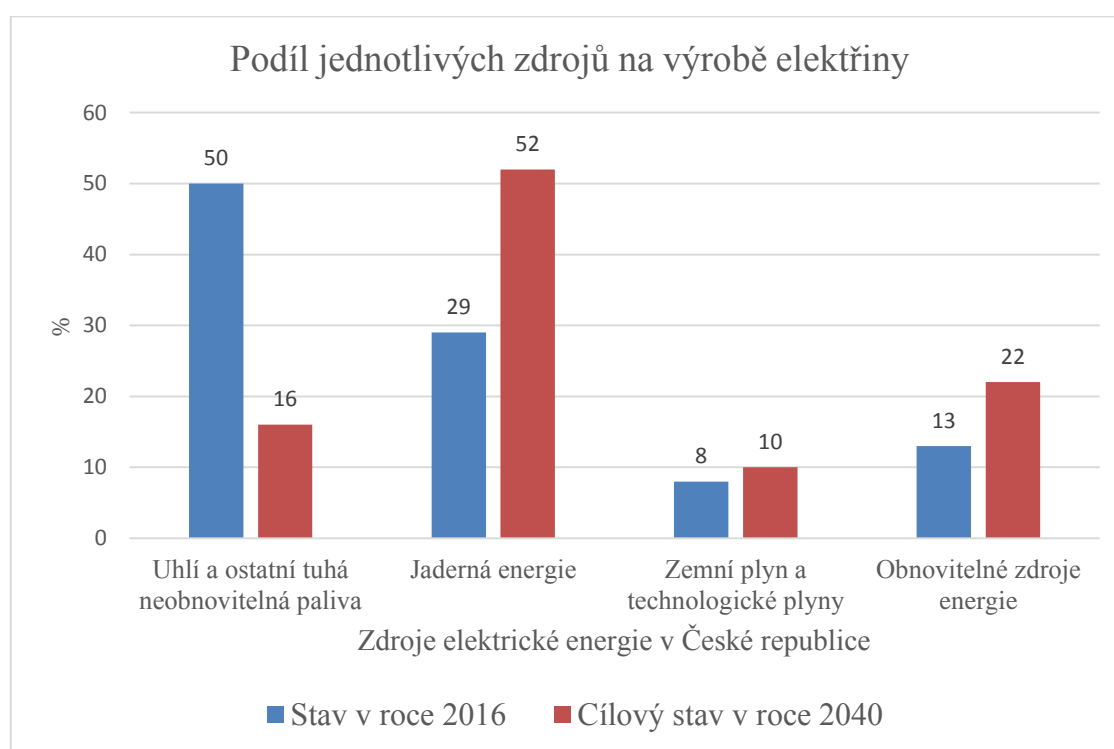


Obrázek 40 Geografická oblast výzkumu s vhodnou instalací a typem obnovitelných zdrojů (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)

V následující *tabulce 10* a *obrázku 41* je predikce zdrojů pro výrobu elektrické energie v energetickém mixu České republiky v roce 2040 a porovnání se stavem v roce 2016. Ministerstvo průmyslu a obchodu zpracovalo uvedená data v prosinci roku 2018. Graf je pro rok 2040 zpracován z průměrných hodnot uvedených v *tabulce 10*.

*Tabulka 10 Energetický mix v 2016 a výhled v roce 2040 v České republice (Zdroj: [Ministerstvo průmyslu a obchodu](#))*

	Stav v roce 2016	Cílový stav v roce 2040
Uhlí a ostatní tuhá neobnovitelná paliva	50 %	11-21 %
Jaderná energie	29 %	46-58 %
Zemní plyn a technologické plyny	8 %	5-15 %
Obnovitelné zdroje energie	13 %	18-25 %



*Obrázek 41 Graf: Porovnání výroby elektrické energie dle zdroje produkce v roce 2016 a 2040 (Zdroj: [Ministerstvo průmyslu a obchodu](#))*

Disertační práce zpracovala instalaci obnovitelných zdrojů rozprostřených v oblasti Mělnicka – Kokořinska v technických možnostech distribuční energetické soustavy, potenciálu obnovitelné energie a na základě požadavků a predikcí Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky na zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů do roku 2040 o průměrnou hodnotu 9 %.

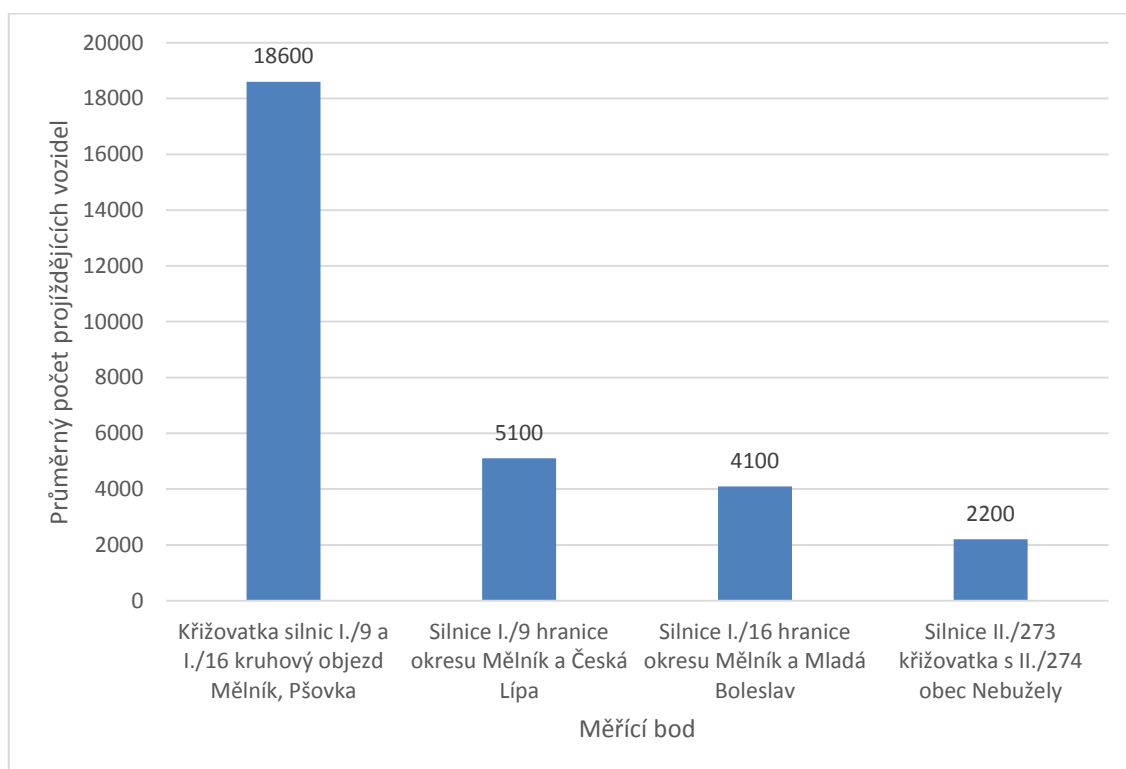
## 5.7. Hodnocení vybudování rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla

Z dotazníkového průzkumu [\[Příloha B\]](#) a tabulek [\[Příloha F\]](#) s intenzitou dopravy (*Tabulka 11, Obrázek 42*) ve zkoumané oblasti Mělnicka (severní část okresu Mělník) a oblasti Kokořínska jsou na mapách v *obrázcích 43 – 46* zpracována optimální umístění rychlonabíjecích stanic a počty pozic pro dobíjení elektrovozidel. Stanice jsou v mapách označeny červeným bodem. Je nutné podotknout, že ale není možné tyto nabíjecí stanice realizovat pouze v blízkosti dopravních uzlů a na dopravně vytížených komunikacích. Rychlonabíjecí stanice jsou bezobslužné a je proto vhodné jednu až dvě dobíjecí pozice, případně více, umístit v obcích, které mají větší počet obyvatel či jimi prochází komunikace, kde je, nebo se předpokládá větší intenzita provozu, nebo vzrůstající počet elektrovozidel v dosahu jednotek kilometrů. Pro zbudování nabíjecích stanic v lokalitách se musí ověřit schopnost distribuční soustavy pokrýt spotřebu těchto stanic v ročním maximálním zatížení a případně možnost a dostupnost provedení opatření, která by připojení těchto stanic dovolila, jako je instalace obnovitelných zdrojů a akumulace energie, či posílení soustavy. Samozřejmě jednotlivé nabíjecí pozice je nutné napojit na komunikační systém vytížení a obsazenosti nabíjecích stanic, včetně informace o komplexní dopravní situaci. *Obrázek 47* předkládá průnik vhodné instalace obnovitelných zdrojů energie rozprostřených v území ve spojení s optimální lokací rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla, která byla hodnocena na základě hustoty provozu a spádových oblastí. Pokud dojde ke zmíněnému průniku, tak nemusí být posilována proudová zatížitelnost distribuční soustavy.



Tabulka 11 Intenzita dopravy na silnicích a místech vyhodnocených jako nejvhodnější pro umístění stanic pro nabíjení elektrovozidel (Zdroj: ŘSD)

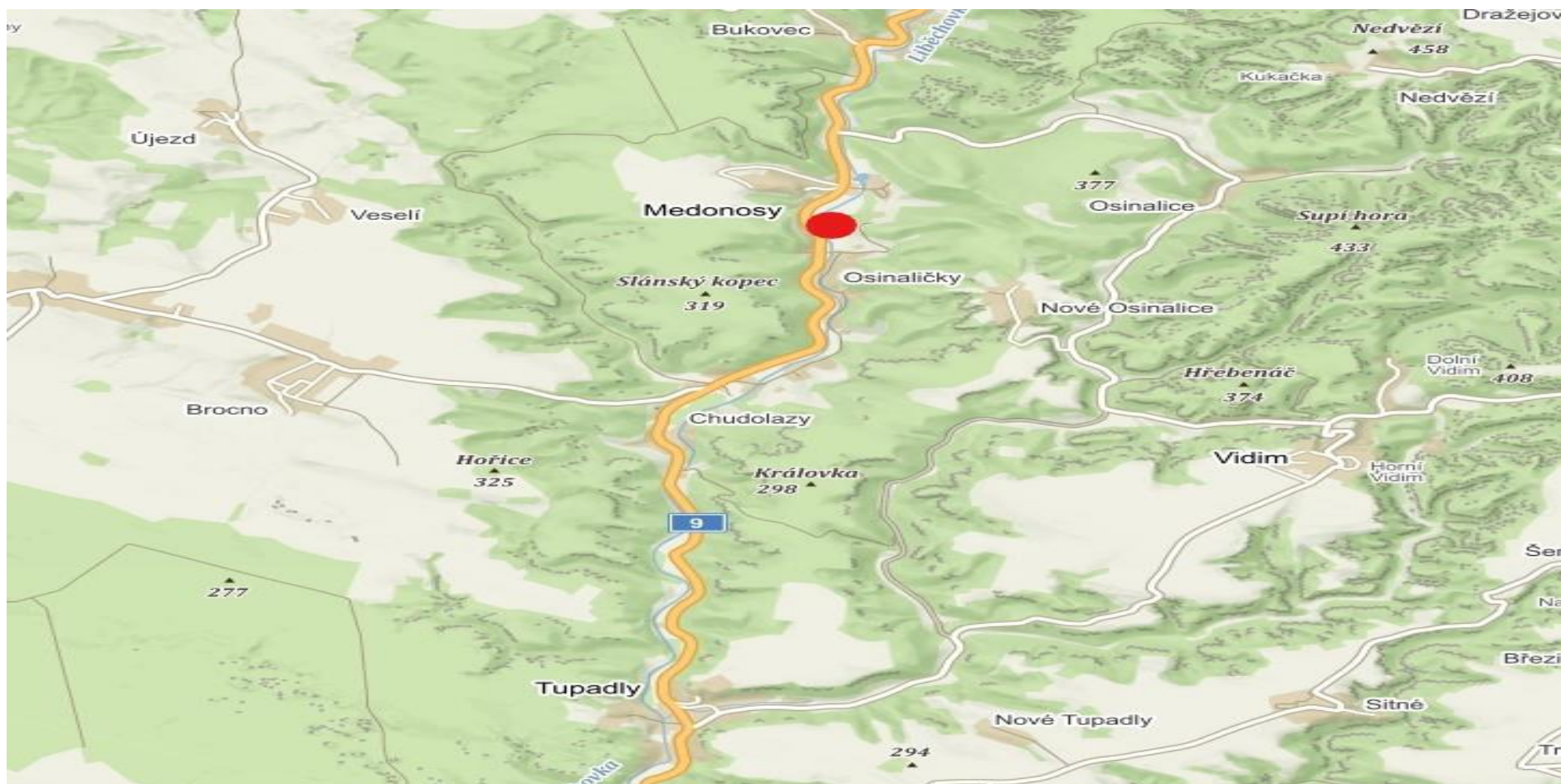
	Pracovní den (Po - Pá), počet projetých vozidel	Volný den (mimo svátky), počet projetých vozidel	Průměr, počet projetých vozidel
Křižovatka silnic I./9 a I./16 kruhový objezd Mělník, Pšovka	20500	14100	18600
Silnice I./9 hranice okresu Mělník a Česká Lípa	5800	4000	5100
Silnice I./16 hranice okresu Mělník a Mladá Boleslav	4700	2700	4100
Silnice II./273 křižovatka s II./274 obec Nebužely	2400	1800	2200



Obrázek 42 Graf: Průměrný počet projetých vozidel na uvedených místech (Zdroj: ŘSD, vlastní úprava)

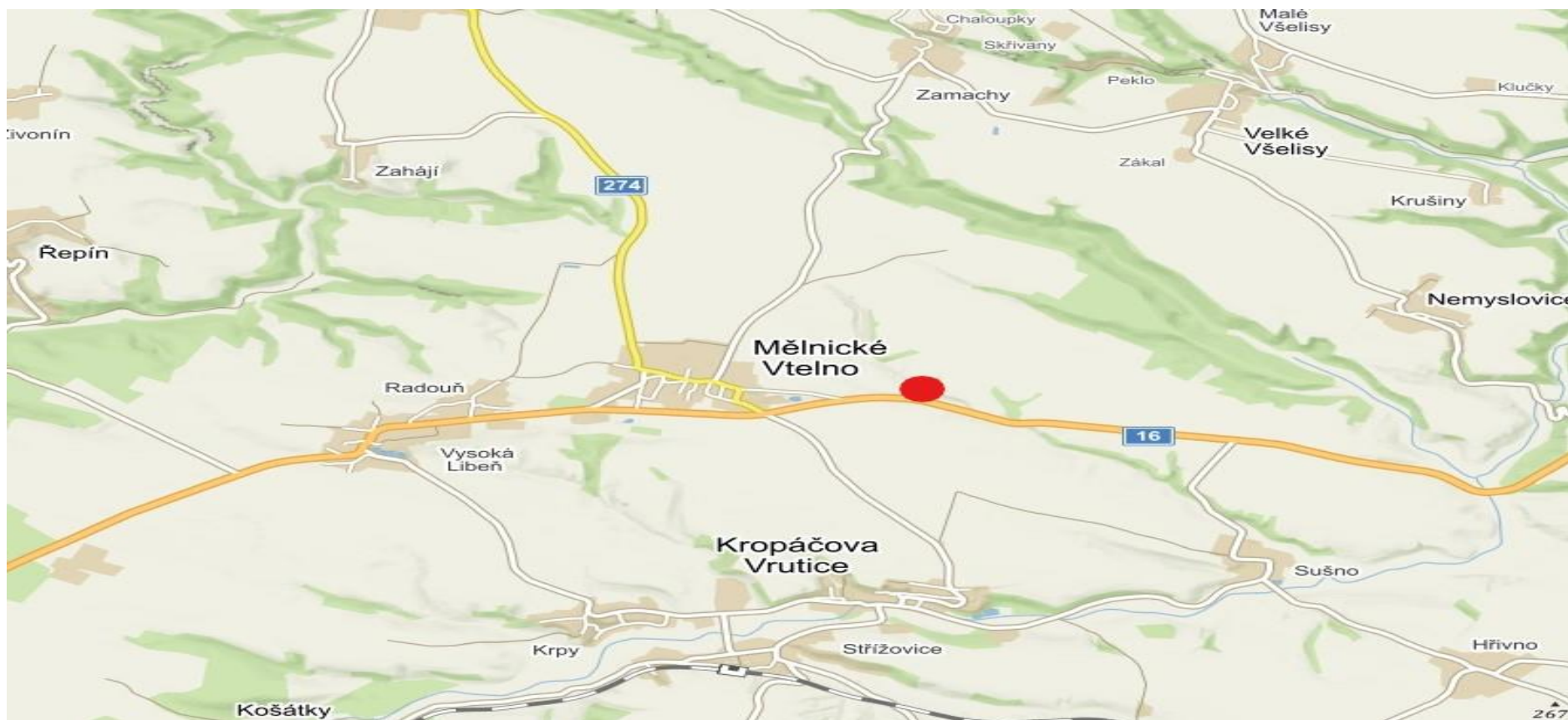


Obrázek 43 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Mělník, v každé 13 nabíjecích pozic (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)  
Komentář k obrázku 43. Za současných podmínek hustoty provozu a predikce rozšiřování elektrovozidel je zhodnoceno, že v blízkosti dopravního uzlu silnic I. třídy, čísel 9 a 16 je navrhovaný počet nabíjecích stanic a pozic prozatím dostačující. Není nutné posilovat energetickou soustavu ani budovat v blízkosti zdroje energie z důvodu dostatečné kapacity distribuční soustavy a nedaleké vzdálenosti rozvodny 110/22 kV Mělník – město.



Obrázek 44 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Medonosy s 11 nabíjecími pozicemi (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)  
Komentář k obrázku 44. Uvedená nabíjecí stanice by měla být situována na silnici I. třídy, číslo 9 na hranici okresu Mělník a Česká Lípa. Distribuční soustava v této oblasti, v zimním období a plně obsazenými pozicemi na nabíjecí stanici, už technicky není schopna zvládnout nepredikovatelné zatížení, proto je v blízkosti spotřeby uvažováno umístění dostupných obnovitelných zdrojů energie a bateriového úložiště, aby nemusela být výrazně posilována distribuční energetická soustava, což je spojeno se zvyšováním ztrát v soustavě. Viz obrázek 47.





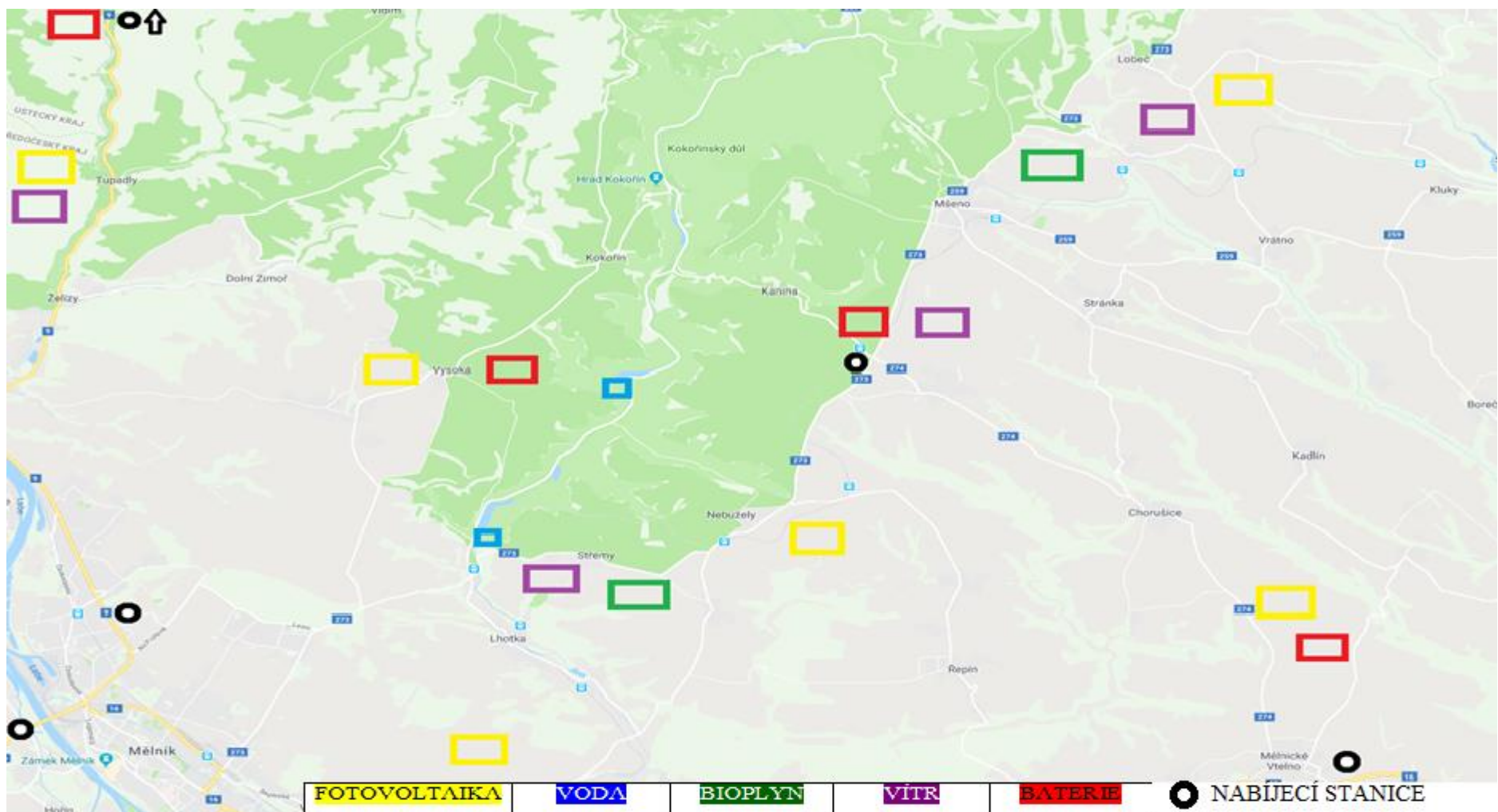
Obrázek 45 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Mělnické Vtelno s 8 nabíjecími pozicemi (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)  
Komentář k obrázku 45. Uvedená nabíjecí stanice by měla být situována na silnici I. třídy, číslo 16 na hranici okresu Mělník a Mladá Boleslav. Nabíjecích pozic je uvažováno 8, méně než na silnici I. třídy, číslo 9, viz obrázek 44, jelikož v dojezdové vzdálenosti 12 km po silnici II. třídy, číslo 274 je nabíjecí stanice se 7 nabíjecími pozicemi, viz obrázek 46. Distribuční soustava v této oblasti, v zimním období a plně obsazenými pozicemi na nabíjecí stanici, už technicky není schopna zvládnout nepredikovatelné zatížení, proto je v blízkosti spotřeby uvažováno umístění dostupných obnovitelných zdrojů energie a bateriového úložiště, aby nemusela být výrazně posilována distribuční energetická soustava, což je spojeno se zvyšováním ztrát v soustavě. Viz obrázek 47.



Obrázek 46 – Nabíjecí stanice pro elektrovozidla v blízkosti obce Nebužely se 7 nabíjecími pozicemi (Zpracováno: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), vlastní)

Komentář k obrázku 46. Umístění nabíjecí stanice na silnici II. třídy, číslo 273 mezi obcí Nebužely a městem Měno, uvedený počet nabíjecích pozic bude dostačující v čase a místě. Předpokládá se i nabíjení elektrovozidel, v případě obsazení nabíjecí stanice v obci Mělnické Vtelno na silnici I/16. Distribuční soustava v této oblasti, v zimním období a plně obsazenými pozicemi na nabíjecí stanici, už technicky není schopna zvládnout nepredikovatelné zatížení, proto je v blízkosti spotřeby uvažováno umístění dostupných obnovitelných zdrojů energie a bateriového úložiště, aby nemusela být výrazně posilována distribuční energetická soustava, což je spojeno se zvyšováním ztrát v soustavě. Viz obrázek 47.

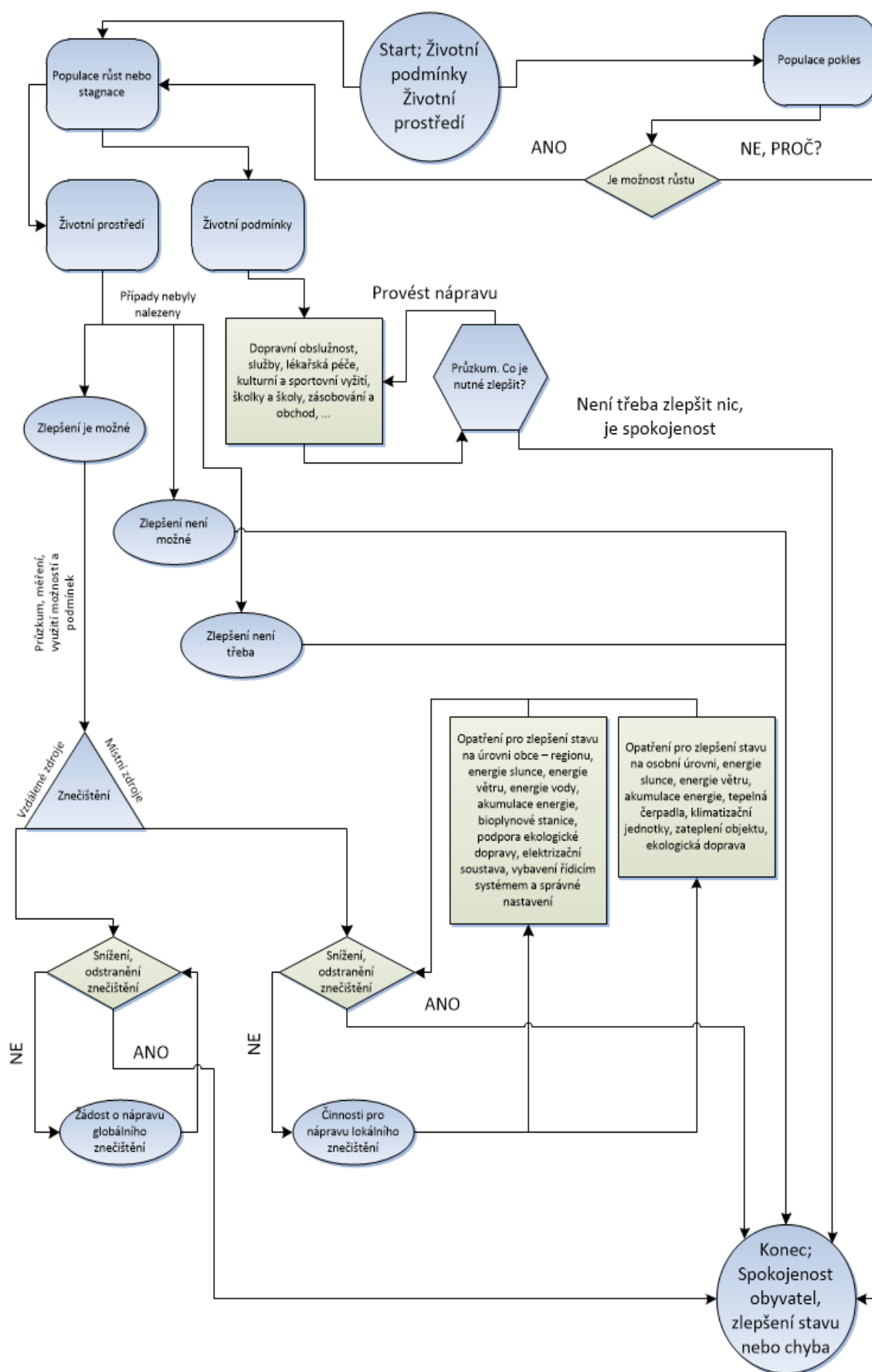




Obrázek 47 – Průnik projektu instalace obnovitelných zdrojů a rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla (Zpracováno: <https://mapy.cz>, vlastní)  
 Komentář k obrázku 47. V mapě 47 jsou barevné obdélníky obnovitelné zdroje energie a bateriová úložiště, černé kružnice jsou rychlonabíjecí stanice elektromobilů.

Na základě provedených experimentů a měření byl zpracován vývojový diagram (*Obrázek 48*), který v případě realizovaného postupu pomůže zlepšení životního prostředí a rozvoji instalace obnovitelných zdrojů.

Vstupy (data) – zpracování – výstupy (očekávání) – realizace (ekonomické a environmentální přínosy). Není možné empiricky zpracovat univerzální řešení pro rozvoj jakékoliv oblasti – regionu a stanovit optimální výstupy.



Obrázek 48 Vývojový diagram životních podmínek a životního prostředí na venkově s návrhem na zlepšení



## 6. Diskuze

V horizontu několika let bude docházet z národních a evropských zájmů ke zvyšování počtu elektrovozidel i v oblastech s nižší hustotou obydlí a tomuto trendu se musí přizpůsobit i návazná infrastruktura, především energetická a servisní.

Rozšíření elektromobility je spojeno s podpůrnou infrastrukturou – komfortem, cenou elektrovozidel, náklady na dobíjení, snížením produkce emisí způsobených dopravou. Instalace obnovitelných zdrojů je v konfrontaci se snížením emisí z lokálních topenišť, a také možnosti snížení ztrát v energetické soustavě, pokud jsou zdroje budovány v blízkosti odběrů (spotřeby).

Proces plánování rozvoje energetické a dopravní infrastruktury v určité zeměpisné oblasti je složitý a zdlouhavý. Optimalizace energetických technologií, sítí a scénáře vyplývající z použití určitých metod pomáhají k vytváření rámce energetického mixu. Zpracovaných průzkumů a nových vědeckých poznatků musí být využito pro vytvoření chytrých řešení v sektoru zásobování energiemi a jako nedílných součástí diskuze zúčastněných stran (investorů, obecních samospráv a krajů, nevýdělečných organizací, dodavatelů, státních institucí a v neposlední řadě i odběratelů) pro provedení vlastního plánu prostřednictvím rozvoje města nebo jeho části, obce či oblasti.

Ekologické hodnocení vychází z energetické analýzy a dopravního průzkumu vyhodnocuje ekologický dopad vyspělých energetických systémů a dopravní optimalizace na životní prostředí a kvalitu života v oblasti. Výsledky těchto scénářů musí nabídnout spektrum rozvoje nebo i útlumu energetického systému se silnými variacemi, které jsou často způsobeny malými změnami v nákladech nebo cenách.

Na základě zadaných vstupů z energetických měření a parametrů energetické soustavy, dopravních měření, dotazníkového šetření, environmentálního dopadu byl navržen projekt k realizaci obnovitelných zdrojů energie v regionu a určení optimálního energetického mixu pro danou oblast a dobu, s výhledem k predikované budoucnosti v oblasti spotřeby energií. Současná intenzita dopravy v oblasti Mělnicka a zkoumané oblasti Kokořínska udává optimální umístění rychlonabíjecích stanic pro elektrovozidla a přináší vhodné počty nabíjecích pozic pro tato vozidla. Projekt pro nabíjecí stanice musí počítat se snadným rozšířením pozic pro nabíjení v souvislosti s jejich rostoucím využíváním. Ať již jsou nabíjecí stanice vlastněny státem, firmami či soukromými vlastníky, je nutné vytvořit jednotný systém elektronické komunikace, který bude vyhodnocovat obsazenost, časy dobíjení na pozicích, případně počet čekajících vozidel

u stanice samotné a u stanic v okolí. Musí být přesně sledována reálná intenzita dopravy, aktuální dopravní komplikace, statisticky sledována hustota dopravy v uvedených časech a směrech okolních stanic pro dobíjení. Z kompletních a komplexních informací musí být dána uživateli jednoznačná doporučení k použití dobíjecí stanice či dobíjecích stanic v okolí. Uživatel z uvedeného vyhodnotí riziko dojezdu, zda může využít sousední dobíjecí stanici, pokud ta, kterou uvažoval využít, je plně obsazena. Tento jednotný komunikační systém přenáší informace do řídicího systému vozidla pro komunikaci s řidičem, ale i k autonomnímu vyhodnocení stavu a rizika dojezdu. Komunikační systém nabíjecích stanic a řídicí software vozidla si zaslouží i aplikaci do mobilního telefonu. Optimální umístění zdrojů, uvedené v článku *Optimal distributed generation placement in power distribution networks: models, methods, and future research* [11], může zlepšit výkon sítě z hlediska lepších profilů uzlového napětí, snížení ztrát systému, zlepšení kvality energie a spolehlivosti dodávek, ale nevhodné umístění zdrojů může způsobit opak a zvýšit náklady.

Autoři, HAMZEH, M., MOKHTARI, H., KARIMI, H. v článku, *A decentralized self adjusting control strategy for reactive power management in an islanded multi-bus MV microgrid* [13], prezentovali, že v decentralizované řídicí architektuře každý jednotlivý regulátor pracuje lokálně, bez řídicího centra a bez přímé komunikace s jinými částmi. Regulátory musí být potom vhodně nastaveny, když dojde ke změně topologie soustavy, tak je pro toto nové zapojení nutné nabídnout další možnosti ovladatelnosti v každé části, což uvádí studie *Decentralized frequency control of a DDG-PV microgrid in islanded mode* [14].

Měření v distribuční soustavě realizovaná v rámci disertační práce potvrdila, že v podmínkách zkoumané oblasti lze rozprostřenou výrobu připojit do distribuční soustavy. Připojení této výroby z obnovitelných zdrojů pomůže stabilizaci napěťových parametrů a je vhodné, aby byly do řídicího systému implementovány autonomní moduly, které by měly i funkci regulátoru, jak to zmiňují studie [11, 13, 14].

Rozšiřování výroby energie z větru a přenosu energie v pobřežních vodách v Evropském Severním moři se urychluje. Analyzován byl systém rozšíření sítě v Severním moři u pobřeží pomocí rozměrů prováděcí povinnosti a pravomoci. Průzkum, *The integrated offshore grid in Europe: Exploring challenges for regional energy governance* [24], identifikuje pět výzev:

- 1) interakce evropské a národní úrovně,
- 2) interakce národní a regionální úrovně,
- 3) účast zemí, které nejsou členy Evropské unie,
- 4) závislost regionálního plánování národních rozvojových plánů, které zohledňují národní zájmy,
- 5) interakci a evropské financování projektů společného zájmu.

Česká republika díky geografické poloze v centrální Evropě nemá významný potenciál obnovitelné energie z větru, jako mají země u pobřeží Severního a Baltského moře, jak zmiňuje předešlý průzkum [24], ale určitý potenciál využití větrné energie v námi zkoumané oblasti na základě údajů Ústavu fyziky atmosféry AV ČR je.

Decentralizovaný hybridní systém obnovitelných zdrojů energie je vhodnou ekonomickou možností pro elektrifikaci venkova, kde rozšíření sítě není možné. Studie *Optimization of PV-biomass-diesel and grid base hybrid energy systems for rural electrification by using* [29] dospěla k závěru, že náklady na energii pro hybridní systém připojený k síti jsou ve srovnání s ostrovním hybridním systémem pro podobné profily zatížení nižší.

Disertační práce neuvažuje o samostatných ostrovních provozech jako [29] jelikož evropská a česká elektroenergetická soustava je [Příloha C] kompletně propojena a se stabilními parametry, především kmitočtu. Kvalita napětí na hladině 230/400 V je horší ve vzdálenějších oblastech od hlavních rozvodů 110 kV, 400 kV, což potvrdila i měření v zimním období v rámci disertační práce.

Autoři, BERGMANNA, A., COLOMBO, S., HANLEY, N., v článku, *Rural versus urban preferences for renewable energy developments* [38], uvedli, že pro efektivní a trvalé snížení negativních dopadů na životní prostředí venkovských oblastí je na místě doporučení pro rozšíření využití zdrojů k výrobě elektřiny a tepla, které nezatěžují životní prostředí. Stále větší počet obcí chce pokrýt celou svou spotřebu energií využitím biomasy. Důležité je provést analýzu s ohledem na využití půdy a nákladů na zásobování energiemi.

Trend uvedený ve studii [38] je ve shodě s výsledky výzkumu disertační práce a umístění bioplynových stanic v regionu je žádoucí a realizovatelné.

Přednáška, *Současné možnosti akumulace elektrické energie* [39], uvádí, že pro akumulaci je potřebné technické, ekonomické a environmentální zhodnocení moderních bateriových systémů obsahující lithium-iontové akumulátory (Li-Ion), sodík-sírové baterie (NAS) a vanadové redoxní baterie (VRB). Stanovení priorit a případná

kombinace systémů skladování energie s predikovatelnou i nepredikovatelnou výrobou elektrické energie z obnovitelných zdrojů mají být posuzovány z technického i ekonomického hlediska na základě specifikace soustavy. Systém s Li-Ion bateriemi nejlépe vyhovuje při velkém přebytku výroby elektřiny, zatímco úložiště NAS baterie je méně dynamické při změně výkonových poměrů, ale je nejvíce konkurenceschopné mezi třemi uvedenými typy úložišť kvůli jeho levnějším pořizovacím nákladům.

Technické parametry bateriových úložišť uvedené v přednášce [39] byly výchozí pro návrh bateriových kontejnerů v severní oblasti Mělnicka a byly podpořeny měřeními bateriových úložišť v oblasti energetické distribuční společnosti E.ON Distribuce, a.s.

Doprava z venkovských oblastí automobilovou dopravou se spalovacími motory versus elektrovozidly se potýká s problematikou nákladů a dojezdových vzdáleností elektrovozidel, což uvádí článek, *Economics of energy storage technology in active distribution networks* [55]

Disertační práce řeší osobní dopravu v oblasti Kokořínska a spádové oblasti Mělnicka, z dotazníkových šetření vzešlo, že dojezdové denní vzdálenosti na jeden nabíjecí a vybíjecí (provozní) cyklus se nebude potýkat s problémem, jak uvádí článek [55].

Bezdrátové systémy nabíjení elektrických vozidel (BSNEV) mohou být potenciální alternativní technologií pro nabíjení elektrických vozidel bez jakýchkoli problémů. Je popsána aktuální dostupná technologie bezdrátového přenosu energie pro elektrovozidla. Zahrnuje také bezdrátové transformátorové struktury s různými feritovými jádry, která byla zkoumána. BSNEV jsou spojeny s otázkami zdraví a bezpečnosti, které byly zkoumány také se současným vývojem v mezinárodních normách. Jsou zaznamenány dvě hlavní aplikace, statické a dynamické BSNEV a aktuální pokrok v oblasti výzkumných laboratoří, univerzit a průmyslových odvětví. Budoucí nadcházející koncepty BSNEV jsou například „vozidla v síti (V2G)“ a „bezdrátové systémy dobíjení v kolech“ (WCS). Bezdrátové nabíjecí systémy zpracovala studie autorů, PANCHAL, CH., STEGEN, S., LU, J., s názvem, *Review of static and dynamic wireless electric vehicle charging system* [62]. Využití elektrických vozidel na podporu elektrické sítě (podpůrné služby), zejména pro regulaci kmitočtu, uvedl projekt, *Utilization of electric vehicles for frequency regulation in Danish electric grid*, [63]. Vyhodnocena je dánská elektrická síť. Dánská síť má dvě různé oblasti: DK1 (západní Dánsko) a DK2 (východní Dánsko). I když jsou obě elektrické sítě koordinovány stejným operátorem přenosových služeb (TSO, Energinet.dk), mají tyto sítě odlišné vlastnosti, včetně kapacity, složení zdrojů a připojení

k síti. Kapacita sítě DK2 je výrazně nižší než DK1 a má poměrně vysoký podíl obnovitelné energie, což vede k několika problémům, včetně vlivu na kolísání frekvence. Pokud jde o primární frekvenční regulaci, DK2 respektuje předpisy pro symetrickou regulaci jak směrem nahoru, tak směrem dolů. Provozovatel DK1 přijímá různou nezávislou cenu pro regulaci nahoru a dolů. Symetrická primární regulace frekvence v DK2 vede k vyšším příjmům celkem při vybíjení a nabíjení elektrovozidel dle předpisů výrobců elektrovozidel ve srovnání s DK1. Protože frekvence a její fluktuace k nižším hodnotám v DK2, předpokládá se zde rychlejší degradace akumulátorů elektrovozidel, jelikož elektrovozidla by byla více využívána v režimu vybíjení.

Studie [62] a projekt [63] řeší bezdrátové nabíjecí systémy pro elektrovozidla a možnosti využití elektrovozidel k regulaci v energetické soustavě. Při dotazníkových šetřeních a diskuzích s respondenty byly zjištěny hlavní priority pro nákup elektrovozidla trvale žijícími občany ve venkovských oblastech. Bylo již napsáno, že dojezdové vzdálenosti ve zkoumané geografické oblasti nejsou překážkou, největší překážkou je prozatím vysoká pořizovací cena elektromobilu, nízké pokrytí oblasti rychlonabíjecími stanicemi, a také nabíjecí časy – řádově desítky minut. Výzvou pro konstruktéry elektrovozidel jsou výměnné bateriové moduly, které by u nabíjecích stanic umožňovaly rychlou výměnu ve vozidle – řádově minuty. Každý bateriový modul by musel mít svůj paměťový čip, který by zaznamenával jeho provozní parametry, včetně historie nabíjecích stanic. Zároveň by podobně jako ve studii [63] nabíjecí stanice s bateriovými moduly vybavené sofistikovaným řídicím systémem mohly vypomáhat při regulaci v energetické soustavě.

## 7. Závěr

Výzkum byl zaměřen na oblast životního prostředí v konfrontaci s využívanými zdroji energie. Obyvatele je nutné pravdivě a na úrovni informovat o aktuální situaci a možnostech regionu. Uspokojení životních podmínek, zlepšení životního prostředí je třeba dokonale prozkoumat vědci a odborníky z různých oblastí lidské činnosti. Koncensu musí být dosaženo ve shodě i za možných dočasných ústupků a/nebo případným omezením v určité (určitých) oblasti zájmu. V předcházejícím textu bylo uvedeno, že ekonomické zhodnocení, právní situace a dotační podmínky se neustále vyvíjejí a jsou závislé na politické vůli volených představitelů, ale často značně ovlivněny i jednotlivci. Obnovitelné energetické zdroje je nutné v oblasti instalovat, neboť zmíněný potenciál na zkoumaném území je dostupný a k dispozici bez posilování energetické soustavy. Distribuční energetická soustava je technicky schopna připojit obnovitelné zdroje rozprostřené v oblasti. Tyto zdroje pomohou v regulaci okamžitých parametrů, prioritně napětí, kde v zimním období byly změřeny značné a rychlé změny hodnot, a v letním období zase trvale vyšší hodnoty napětí.

Rozšíření elektromobility v oblasti zatím brání vysoká cena elektrovozidel, malé rozšíření rychlonabíjecích stanic, naopak jejímu rozšíření prospívají zjištěné výhodné dojezdové vzdálenosti ve zkoumané oblasti. Distribuční soustava v uvedených konkrétních případech nebude schopna připojit rychlonabíjecí stanice k energetické soustavě. Především ve vzdálenějších oblastech od rozvodu 110 kV a v období okolo ročního maxima by v těchto oblastech docházelo k nekontrolované degradaci napětí, napěťovému kolapsu a bezproudí. Aby k uvedenému nedošlo, rozprostřená výroba z obnovitelných zdrojů, pomůže stabilizovat parametry bez velkých investic do posílení distribuční energetické soustavy.

Vlastníci nemovitostí jsou ochotni investovat s podporou státu do ekologických zdrojů energie a zateplení pláště objektu. Vlastníci ovšem při dotazníkovém šetření připustili, že nemají dostatek informací administrativních, ekonomických a technických pro realizaci uvedeného. Je vhodné v oblasti zaměstnat specialisty pro předání informací a s pomocí občanům, a ve spolupráci s odborníky najít vhodné řešení pro realizaci obnovitelných zdrojů energie a snížení nákladů za energie na osobní úrovni. Vlastníkům nemovitostí se musí doporučit ideální technické, ekonomické a environmentální řešení pro jednotlivé objekty.

## **8. Výstupy publikované a zveřejněné spojené s disertační prací a uvedeným projektem**

Disertační práce byla zpracována také na základě výsledků projektu IGA 2017:31150/1312/3121.

Výstupy z uvedeného projektu a disertační práce jsou články:

Agronomy Research 17(S1), 1089–1096, 2019

Analysis of operation parameters of electric and gasoline vehicle in real driving

M. Krumbholc\* and M. Kotek

Agronomy Research 17(S1), 1071–1079, 2019

Analysis of operating parameters of hybrid vehicle under real traffic condition

M. Kotek\*, M. Krumbholc and V. Hartová

Acta Facultatis Technicae 1, 2019, XXIV

Energy and transport infrastructure in low population areas, technical possibilities of charging station for electric vehicles in these areas

Miroslav Krumbholc

Dále prezentace na mezinárodních konferencích:

58<sup>th</sup> ICYS 2017, 13 - 14 September 2017, Prague, Czech Republic

The consumption of transport energy – perspectives of electric vehicles

Miroslav Krumbholc

20<sup>th</sup> ICYS 2018, 25 - 27 June 2018, Zvolen, Slovak Republic

Electromobility in areas with low population density in connection of the energy and transport infrastructure

Miroslav Krumbholc

## 9. Literatura

1. [http://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_cs](http://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_cs) New governance to deliver on objectives of the energy union 30. 11. 2016.
2. MAIER, S. Smart energy systems for smart city districts: case study Reininghaus District. *Energy, Sustainability and Society*, 2016, 6–23.
3. JENSSEN, T., KÖNIG, A., ELTROP, L. Bioenergy villages in Germany: Bringing a low carbon energy supply for rural areas into practice. *Renewable Energy*, 2014, 61, 74–80.
4. RAMIREZ-DIAZ, A., RAMOS-REAL, F. J., MARRERO, G. A. Complementarity of electric vehicles and pumped-hydro as energy storage in small isolated energy systems: case of La Palma, Canary Islands. *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, 2016, 4, 604–614.
5. SRDEČNÝ, K., MACHOLDA, F. Energeticky soběstačná obec. *Ekowatt*, 2006.
6. YONG, J. U., KLEMEŠ, J. J., VARBANOV, P. S., HUISINGH, D. Cleaner energy for cleaner production: modelling, simulation, optimisation and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 111, 1–16.
7. CLARK, W., ISHERWOOD, W. Distributed generation: remote power systems with advanced storage technologies. *Energy Policy*, 2004, 32, 1573–1589.
8. NEUVONEN, A., KASKINEN, T., LEPPANEN, J., LAHTEENOJA, S., MOKKA, R., RITOLA, M. Low-carbon futures and sustainable lifestyles: A backcasting scenario approach. *Futures*, 2014, 58, 66–76.
9. KANWAR, N., GUPTA, N., NIAZI, K. R., SWARNKAR, A. Optimal distributed generation allocation in radial distribution systems considering customer-wise dedicated feeders and load patterns. *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, 2015, 3(4), 475–484.
10. EL-HAWARY, M. E. The smart grid state-of-the-art and future trends. *Electr Power Compon Syst*, 2014, 42 (3/4), 239–250.
11. GEORGILAKIS, P. S., HATZIARGYRIOU, N. D. Optimal distributed generation placement in power distribution networks: models, methods, and future research. *IEEE Trans Power Syst*, 2013, 28 (3), 3420–3428.



12. YU, J., NI, M., JIAO, Y., WANG, X. Plug-in and plug-out dispatch optimization in microgrid clusters based on flexible communication. *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, 2016, DOI 10.1007/s40565-016-0235-2.
13. HAMZEH, M., MOKHTARI, H., KARIMI, H. A decentralized self adjusting control strategy for reactive power management in an islanded multi-bus MV microgrid. *Can J Electr Comput Eng*, 2013, 36 (1), 18–25.
14. GONG, K., LENZ, E., KONIGORSKI, U. Decentralized frequency control of a DDG-PV microgrid in islanded mode. In: *Proceedings of the 23rd mediterranean conference on control and automation (MED'15), 16–19 Jun 2015, Torremolinos, Spain.*, 2015, 292–297.
15. HEINBOKEL, B., KIRCHHOFF, H., DRAGICEVIC, T. et al. Zonal protection of DC swarm microgrids using a novel multi-terminal grid interface with decentralized control. In: *Proceedings of the 50th international universities power engineering conference (UPEC'15), 1–4 Sept 2015, Stoke on Trent, UK*, 2015, 6.
16. THALE, S. S., WANDHARE, R. G., AGARWAL, V. A novel reconfigurable microgrid architecture with renewable energy sources and storage. *IEEE Trans Ind Appl*, 2014, 51 (2), 1805–1816.
17. RADWAN, A., YARI, M. Bidirectional power management in hybrid AC-DC islanded microgrid system. In: *Proceedings of the 2014 IEEE PES general meeting, National Harbor, MD, USA, 27–31 Jul 2014*, 2014, 5.
18. RAJAGOPALAN, S., SHAH, D. Distributed averaging in dynamic networks. *IEEE J Sel Top Signal Process*, 2011, 5 (4), 845–854.
19. WEN, G. H., DUAN, Z. S., CHEN, G. R. et al. Consensus tracking of multi-agent systems with Lipschitz-type node dynamics and switching topologies. *IEEE Trans Circuits Syst I*, 2014, 61 (2), 499–511.
20. ABDELMOTTELEB, I., GÓMEZ, T., ÁVILA, J. P. CH., RENESES, J. Designing efficient distribution network charges in the context of active customers. *Applied Energy*, 2018, 210, 815–826.
21. PANWAR, M., CHANDA, S., MOHANPURKAR, M. et al. Integration of flow battery for resilience enhancement of advanced distribution grids. *Electrical Power and Energy Systems*, 2019, 109, 314–324.
22. AGHAJANI, G., GHADIMI, N. Multi-objective energy management in a micro-grid. *Energy Reports*, 2018, 4, 218–225.

23. HULSHOF, D., JEPMA, C., MULDER, M. Performance of markets for European renewable energy certificates. *Energy Policy*, 2019, 128, 697–710.
24. DEDECCA, J. G., HAKVOORT, R. A., HERDER, P. M. The integrated offshore grid in Europe: Exploring challenges for regional energy governance. *Energy Research & Social Science*, 2019, 52, 55–67.
25. BAUSCH, C., GÖRLACH, B., MEHLING, M. Ambitious climate policy through centralization? Evidence from the European Union. *Climate Policy*, 2016, S32–S50.
26. GRANADO, P. C. D., NIEUWKOOP, R. H. V., KARDAKOS, E. G., SCHAFFNER, CH. Modelling the energy transition: A nexus of energy system and economic models. *Energy Strategy Reviews*, 2018, Volume 20, 229–235.
27. SAVVIDIS, G., SIALA, K., WEISSBART, CH., SCHMIDT, L. et al. The gap between energy policy challenges and model capabilities. *Energy Policy*, 2019, Volume 125, 503–520.
28. BARAN, M. E., WU, F. F. Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 1989, Volume 4, Issue 2, 1401–1407.
29. RAJBONGSHI, R., BORGOHAIN, D., MAHAPATRA, S. Optimization of PV-biomass-diesel and grid base hybrid energy systems for rural electrification by using HOMER. *Energy*, 2017, Volume 126, 461–474.
30. MANDELLI, S., MERLO, M., COLOMBO, E. Novel procedure to formulate load profiles for off-grid rural areas. *Energy for Sustainable Development*, 2016, Volume 31, 130–142.
31. DYŚKO, A., BOOTH, C., ANAYA-LARA, O., BURT, G. Reducing unnecessary disconnection of renewable generation from the power system. *IET Renewable Power Generation*, 2007, 1, (1), 41–48.
32. LI, CH., SAVULAK, J., REINMULLER, R. Unintentional Islanding of Distributed Generation—Operating Experiences From Naturally Occurred Events. *Transactions on power delivery*, 2014, 29, 1, 269–274.
33. LUND, H., MATHIESEN, B. V., CONNOLLY, D., ØSTERGAARD, P. A. Renewable Energy Systems - A Smart Energy Systems Approach to the

- Choice and Modelling of 100 % Renewable Solutions. *Chemical Engineering Transactions*, 2014, 39, 1–6.
34. MASSOUD, S., A., WOLLENBERG, B., F. Towards a smart grid. *Power and energy magazine*, 2005, 34–41.
  35. YADOO, A., CRUICKSHANK, H. The value of cooperatives in ruralelectrification. *Energy Policy*, 2010, 38, 2941–2947.
  36. KARSCHIN, I., GELDERMANN, J. Efficient cogeneration and district heating systems in bioenergy villages: an optimization approach. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 104, 305–314.
  37. WAPPELHORST, S. et al. Potential of electric carsharing in urban and rural areas. *Transportation Research Procedia* 4, 2014, 374–386.
  38. BERGMMANNA, A., COLOMBOB, S., HANLEY, N. Rural versus urban preferences for renewable energy developments. *Ecological Economics*, 2008, 65, 616–625.
  39. RADIL, L. Současné možnosti akumulace elektrické energie. [http://www.euroenergy.cz/prednasky07\\_cz/firt.ppt](http://www.euroenergy.cz/prednasky07_cz/firt.ppt), 2011.
  40. AKHTAR, Z., SAQIB, M. Microgrids formed by renewable energy integration into power grids pose electrical protection challenges. *Renewable Energy*, 2016, 99, 148–157.
  41. MASTERS., G. M. *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. John Wiley & Sons, Inc, 2004, ISBN-13: 978-1118140628, ISBN-10: 1118140621.
  42. RANA, S., CHANDRA, R., SINGH, S. P., SODHA, M. S. Optimal mix of renewable energy resources to meet the electrical energy demand in villages of Madhya Pradesh (India). *Energy Convers. Mgmt*, 1998, Vol. 39, No. 3/4, 203–216.
  43. SHEZAN, S. A., JULAI, S., KIBRIA, M. A., ULLAH, K. R., SAIDUR, R., CHONG, W. T., AKIKUR, R. K. Performance analysis of an off-grid wind-PV (photovoltaic)-diesel battery hybrid energy system feasible for remote areas. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 125, 121–132.
  44. BENEDEK, J., SEBESTYÉN, T-T., BARTÓK, B. Evaluation of renewable energy sources in peripheral areas and renewable energy-based rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 90, 516–535.

45. RAGWITZ, M., GONZÁLEZ, P. D. R., RESCH, G. Assessing the advantages and drawbacks of government trading of guarantees of origin for renewable electricity in Europe. *Energy Policy*, 2009, Volume 37, Issue 1, 300–307.
46. WANG, X., LI, N., SUN, W., XU, S., ZHANG, Z. Quantitative analysis of distributed and centralized development of renewable energy. *Global Energy Interconnection*, 2018, Volume 1, Number 5, 576–584.
47. GIELEN, D., BOSHELL, F., SAYGIN, D., BAZILIAN, M. D., WAGNER, N., GORINIA, R. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 2019, 24, 38–50.
48. SAYGIN, D., KEMPENER, R., WAGNER, N., AYUSO, M., GIELEN, D. The Implications for Renewable Energy Innovation of Doubling the Share of Renewables in the Global Energy Mix between 2010 and 2030. *Energies*, 2015, 8 (6), 5828–5865.
49. BLARKE, M. B., JENKINS, B. SuperGrid or SmartGrid: Competing strategies for large-scale integration of intermittent renewables? *Energy Policy*, 2013, 58, 381–390.
50. HAMMONS, T. J. Integrating renewable energy sources into European grids. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2008, Volume 30, Issue 8, 462–475.
51. MAHAPATRA, S., DASAPPA, S. Rural electrification: Optimising the choice between decentralised renewable energy sources and grid extension. *Energy for Sustainable Development*, 2012, Volume 16, Issue 2, 146–154.
52. ØSTERGAARD, P. A. Reviewing optimisation criteria for energy systems analyses of renewable energy integration. *Energy*, 2009, Volume 34, Issue 9, 1236–1245.
53. CHAOUACHI, A., KAMEL, R. M., ANDOULSI, R., NAGASAKA, K. Multiobjective Intelligent Energy Management for a Microgrid. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2013, Volume 60, Issue 4, 1688–1699.
54. SCHMIDT, J., SCHÖNHART, M., BIBERACHER, M. et al. Regional energy autarky: Potentials, costs and consequences for an Austrian region, *Energy Policy*, 2012, 47, 211–221.

55. CHEN, J., SONG, X. Economics of energy storage technology in active distribution networks. *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, 2015, 3(4), 583–588.
56. DONGA, X., MUA, Y., XUB, X., JIAA, H., WUB, J., YUA, X., QIC, Y. A charging pricing strategy of electric vehicle fast charging stations for the voltage control of electricity distribution networks. *Applied Energy*, 2018, 225, 857–868.
57. NAIT-SIDI-MOH, A., RUZMETOV, A., BAKHOUYA, M., NAITMALEK, Y., GABER, J. A Prediction Model of Electric Vehicle Charging Requests. *Procedia Computer Science*, 2018, 141, 127–134.
58. MELLIGER, M. A., VAN VLIET, O. P. R., LIIMATAINEN, H. Anxiety vs reality – Sufficiency of battery electric vehicle range in Switzerland and Finland. *Transportation Research*, 2018, Part D 65, 101–115.
59. KESSLER L., BOGENBERGER, K. Dynamic traffic information for electric vehicles as a basis for energy-efficient routing. *Transportation Research Procedia*, 2019, 37, 457–464.
60. DAINA, N., SIVAKUMAR, A., POLAK, J. W. Modelling electric vehicles use: a survey on the methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 68, 447–460.
61. DANYANG, L., WENYING, CH. Prospective Influences of the Substitution of Electric Vehicles for Liquid Vehicles: TIMES Modeling of the Global Energy System. *Energy Procedia*, 2019, 158, 3782–3787.
62. PANCHAL, CH., STEGEN, S., LU, J. Review of static and dynamic wireless electric vehicle charging system. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 2018, 21, 922–937.
63. AZIZ, M., HUDA, M. Utilization of electric vehicles for frequency regulation in Danish electric grid. *Energy Procedia*, 2019, 158, 3020–3025.
64. PHILLIPS, M., DICKIE, J. Narratives of transition/non-transition towards low carbon futures within English rural communities. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34, 79-95.
65. NOLAN, S., O’MALLEY, M. Challenges and barriers to demand response deployment and evaluation. *Appl Energy*, 2015, 152, 1–10.

66. BLODGETT, C., DAUENHAUER, P., LOUIE, H., KICKHAM, L.  
Accuracy of energy-use surveys in predicting rural mini-grid user consumption. *Energy for Sustainable Development*, 2017, 41, 88–105.
67. CEBOTARI, S., BENEDEK, J. Renewable energy project as a source on innovation in rural communities. *Sustainability*, 2017, 9 (4), 1–16.
68. SIMMIE, J., STERNBERG, R., CARPENTER, J. New technological path creation: evidence from the British and German wind energy industries. *J Evolut Econ*, 2014, 24, 875–904.
69. MADSEN, A. N., ANDERSEN, P. D. Innovative regions and industrial clusters in hydrogen and fuel cell technology. *Energy Policy*, 2010, 38, 5372–81.
70. WINTHER, T., ERICSON, T. Matching policy and people? Household responses to the promotion of renewable electricity. *Energy Efficiency*, 2013, Volume 6, Issue 2, 369–385.
71. LEHR, U., LUTZ, CH., EDLER, D. Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*, 2012, Volume 47, 358–364.
72. HARGREAVES, T., NYE, M., BURGESS, J. Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors. *Energy Policy*, 2010, Volume 38, Issue 10, 6111–6119.
73. WOLDEYOHANNES, A. D., WOLDEMICHAEL, D. E., BAHETA, A. T. Sustainable renewable energy resources utilization in rural areas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 66, 1–9.
74. GRUNDMANN, P., EHLERS, M-H. Determinants of courses of action in bioenergy villages responding to changes in renewable heat utilization policy. *Utilities Policy*, 2016, 1–10.
75. BECKER, S., KUNZE, C. Transcending community energy: collective and politically motivated projects in renewable energy (CPE) across Europe. *People. Place and Policy*, 2014, 8/3, 180–191.
76. MAJEROVÁ, V., MAJER, E., *Empirický výzkum v sociologii venkova a zemědělství část II.*, ISBN: 978-80-213-1698-0.
77. LIBRA, M., POULEK, V. *Fotovoltaika, teorie i praxe využití solární energie*. 2. vyd. Praha: ILSA, 2010. 165 s. ISBN 978-80-904311-5-7.

78. LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.

## 10. Přílohy

**Příloha A** – letáky distribuované mezi respondenty



Česká zemědělská univerzita v Pl  
Technická  
fakulta

Technická  
fakulta



MAS vyhlídky

zapsaný spolek

# DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM VE VAŠÍ OBCI 2017

Cílem průzkumu je zjistit (monitorovat) spotřebu energií domácností / objektů, a to především porovnat podíly pocházející z klasických (fosilních) zdrojů a z alternativních (obnovitelných) zdrojů.

Účelem dotazníkového šetření je načrtnout (rozvrhnout) možnosti spotřeby energií spotřebované domácnostmi (spotřeba energií objektů, včetně energie na dopravu).

**Děkujeme Vám, že se podílíte na našem průzkumu!**







Česká zemědělská univerzita v Praze  
Technická  
fakulta

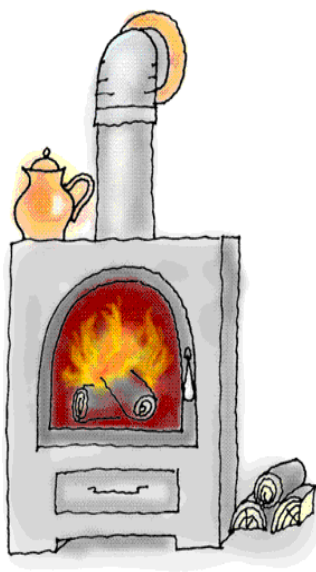


## DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM VE VAŠÍ OBCI 2017

Cílem průzkumu je zjistit (monitorovat) spotřebu energií domácností / objektů, a to především porovnat podíly pocházející z klasických (fosilních) zdrojů a z alternativních (obnovitelných) zdrojů.

Účelem dotazníkového šetření je načrtnout (rozvrhnout) možnosti spotřeby energií spotřebované domácnostmi (spotřeba energií objektů, včetně energie na dopravu).

**Děkujeme Vám, že se podílíte na našem průzkumu!**



Příloha B

KÓD

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Charakteristika domácnosti

1. Uved'te, kolik členů rodiny žije ve Vaší domácnosti (včetně dětí):

2. Uved'te u jednotlivých členů domácnosti počty:

**Věková skladba:**

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| <input type="text"/> | a) počet členů 0-6 let,         |
| <input type="text"/> | b) počet členů 6-15 let,        |
| <input type="text"/> | c) počet členů 15-18 let,       |
| <input type="text"/> | d) počet členů 18-63 let,       |
| <input type="text"/> | e) počet členů více než 63 let. |

**a sociální zařazení:**

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <input type="text"/> | a) počet členů studujících (vysokou, vyšší odbornou školu, střední školu, odborné učiliště atd.), |
| <input type="text"/> | b) počet členů pracujících,   |
| <input type="text"/> | c) počet členů v současnosti bez práce nebo na rodičovské dovolené,                               |
| <input type="text"/> | d) počet členů v důchodu.   |

3. Zaškrtněte, do kterého z následujících typů patří bytová jednotka, kde v současnosti bydlíte

- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | a) rodinný dům, |
| <input type="checkbox"/> | b) bytový dům,  |
| <input type="checkbox"/> | c) chata,       |
| <input type="checkbox"/> | d) jiné.        |

**4. Jak starý je váš dům?**

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) méně než 10 let |
| <input type="checkbox"/> | b) 10-19 let       |
| <input type="checkbox"/> | c) 20-29 let       |
| <input type="checkbox"/> | d) 30-49 let       |
| <input type="checkbox"/> | e) 50 a více let   |

**5. Jaký energetický charakter má váš dům/byt?**

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | a) pasivní (nezávislý na vnějších dodávkách energie) |
| <input type="checkbox"/> | b) energeticky úsporný (zateplený)                   |
| <input type="checkbox"/> | c) klasický  |

**6. Uveďte velikost vytápěné plochy:**

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) do 30 m <sup>2</sup>        |
| <input type="checkbox"/> | b) 30-49 m <sup>2</sup>        |
| <input type="checkbox"/> | c) 50-69 m <sup>2</sup>        |
| <input type="checkbox"/> | d) 70-99 m <sup>2</sup>        |
| <input type="checkbox"/> | e) 100-150 m <sup>2</sup>      |
| <input type="checkbox"/> | e) více než 150 m <sup>2</sup> |

## Zdroje a paliva

1. Jaký zdroj energie využíváte k topení, vaření, ohřevu vody, osvětlení atd.? (zaškrtněte)

	topení	vaření	ohřev vody	osvětlení
elektřina				
dálkový rozvod				
zemní plyn				
propan - butan				
hnědé, černé uhlí, koks				
dřevo, pelety, biomasa				
obnovitelný nebo jiný zdroj				

Uved'te jaké

2. Jaké využíváte obnovitelné zdroje? (zaškrtněte)

pelety, dřevo
sluneční ohřev vody (kolektory)
výroba elektřiny ze slunce – fotovoltaická elektrárna
čerpání energie z prostředí – tepelná čerpadla
výroba elektřiny z větru – větrná elektrárna
výroba elektřiny z vody – vodní elektrárna
biomasa (uved'te zdroj)

Uved'te jaký

**3. Uved'te počet domácích spotřebičů, které používáte?**

	chladnička
	mrazák
	trouba
	myčka
	pračka
	sušička
	klimatizace
	ostatní

**Upřesněte**

**4. Kolik další techniky nesloužící k podnikatelské činnosti vlastníte (sekačka, motorová pila, generátor...)?**

	Odhadovaný součet jejich spotřeby paliva u techniky se spalovacím pohonem (součet) (l/rok):
	Odhadovaný součet jejich hodin provozu u techniky s elektrickým pohonem (součet) (h/rok):

## Doprava

**1. Kolik osobních automobilů používá vaše domácnost? (nezáleží na typu vlastnictví soukromý/slужеbní/leasing atd.)?**

**U každého automobilu uveďte, na jaký jezdí pohon, kolik s ním Vaše domácnosti najezdí za týden průměrně kilometrů a jakou má odhadem spotřebu paliva (zaškrtněte):**

<b>Automobil č. 1</b>				spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromobilu (kWh/100km)	spotřeba plynu (m <sup>3</sup> /l/100km)	obvyklý počet spolujezdců
druh pohonu	počet km/týden						
nafta		0-100		2,5 - 5 l	5 - 10 kWh	0 - 3 m <sup>3</sup>	0
benzín		101-200		5,1 - 7 l	10,1 - 15 kWh	3 - 5 m <sup>3</sup>	1
plyn		201-300		7,1 - 9 l	15,1 - 20 kWh	5 m <sup>3</sup> <	2
hybrid		301-500		9,1 - 15 l	20,1 - více kWh	5 - 10l	3
elektro		501-700		15,1 <		10 - 20l	4
jiné		701 <				20l <	4 <

<b>Automobil č. 2</b>				spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromobilu (kWh/100km)	spotřeba plynu (m <sup>3</sup> /l/100km)	obvyklý počet spolujezdců
druh pohonu	počet km/týden						
nafta		0-100		2,5 - 5 l	5 - 10 kWh	0 - 3 m <sup>3</sup>	0
benzín		101-200		5,1 - 7 l	10,1 - 15 kWh	3 - 5 m <sup>3</sup>	1
plyn		201-300		7,1 - 9 l	15,1 - 20 kWh	5 m <sup>3</sup> <	2
hybrid		301-500		9,1 - 15 l	20,1 - více kWh	5 - 10l	3
elektro		501-700		15,1 <		10 - 20l	4
jiné		701 <				20l <	4 <

<b>Automobil č. 3</b>				spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromobilu (kWh/100km)	spotřeba plynu (m <sup>3</sup> /l/100km)	obvyklý počet spolujezdců
druh pohonu	počet km/týden						
nafta	0-100		2,5 - 5 l	5 - 10 kWh	0 - 3 m <sup>3</sup>	0	
benzín	101-200		5,1 - 7 l	10,1 - 15 kWh	3 - 5 m <sup>3</sup>	1	
plyn	201-300		7,1 - 9 l	15,1 - 20 kWh	5 m <sup>3</sup> <	2	
hybrid	301-500		9,1 - 15 l	20,1 - více kWh	5 - 10l	3	
elektro	501-700		15,1 <		10 - 20l	4	
jiné	701 <				20l <	4 <	

<b>Automobil č. 4</b>				spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromobilu (kWh/100km)	spotřeba plynu (m <sup>3</sup> /l/100km)	obvyklý počet spolujezdců
druh pohonu	počet km/týden						
nafta	0-100		2,5 - 5 l	5 - 10 kWh	0 - 3 m <sup>3</sup>	0	
benzín	101-200		5,1 - 7 l	10,1 - 15 kWh	3 - 5 m <sup>3</sup>	1	
plyn	201-300		7,1 - 9 l	15,1 - 20 kWh	5 m <sup>3</sup> <	2	
hybrid	301-500		9,1 - 15 l	20,1 - více kWh	5 - 10l	3	
elektro	501-700		15,1 <		10 - 20l	4	
jiné	701 <				20l <	4 <	



**2. Kolik motocyklů (i čtyřkolky) využívá Vaše domácnost? U každého uveďte pohon a průměrný počet km/rok.**

**Motocykl č. 1**

druh pohonu		počet km/rok		spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromotocyklu (kWh/100km)		obvyklý počet spolujezdců	
benzín		0-500		2,5 - 5 l		2,5 - 5 kWh		0
elektro		501-2000		5,1 - 7 l		5,1 - 7,5 kWh		1
jiné		2001 <		7,1 <		7,6 - 10 kWh		2
						10,1 - více kWh		

← **Uveďte jaký**

**Motocykl č. 2**

druh pohonu		počet km/rok		spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromotocyklu (kWh/100km)		obvyklý počet spolujezdců	
benzín		0-500		2,5 - 5 l		2,5 - 5 kWh		0
elektro		501-2000		5,1 - 7 l		5,1 - 7,5 kWh		1
jiné		2001 <		7,1 <		7,6 - 10 kWh		2
						10,1 - více kWh		

← **Uveďte jaký**

**Motocykl č. 3**

druh pohonu	počet km/rok	spotřeba (l/100km)	spotřeba elektromotocyklu (kWh/100km)	obvyklý počet spolujezdců
benzín	0-500	2,5 - 5 l	2,5 - 5 kWh	0
elektro	501-2000	5,1 - 7 l	5,1 - 7,5 kWh	1
jiné	2001 <	7,1 <	7,6 - 10 kWh	2
			10,1 - více kWh	

← **Uved'te jaký**

**3. Kolik km týdně ujedete veřejnou dopravou (i dítě)?**

OSOBA 1	OSOBA 2	OSOBA 3	OSOBA 4
vlakem	vlakem	vlakem	vlakem
autobusem	autobusem	autobusem	autobusem
trolejbusem	trolejbusem	trolejbusem	trolejbusem
jiné	jiné	jiné	jiné

← **Upřesněte**

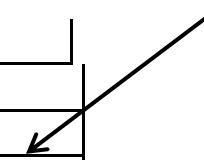
OSOBA 5	OSOBA 6	OSOBA 7	OSOBA 8
vlakem	vlakem	vlakem	vlakem
autobusem	autobusem	autobusem	autobusem
trolejbusem	trolejbusem	trolejbusem	trolejbusem
jiné	jiné	jiné	jiné

← **Upřesněte**

**4. Odhadněte počet km, které jezdíte týdně do cíle a zpět? (zaškrtněte)**

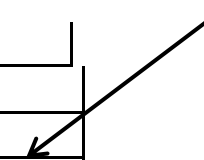
OSOBA 1	OSOBA 2	OSOBA 3	OSOBA 4
zaměstnání	zaměstnání	zaměstnání	zaměstnání
škola	škola	škola	škola
nákup a služby	nákup a služby	nákup a služby	nákup a služby
lékař	lékař	lékař	lékař
ostatní	ostatní	ostatní	ostatní

Upřesněte



OSOBA 5	OSOBA 6	OSOBA 7	OSOBA 8
zaměstnání	zaměstnání	zaměstnání	zaměstnání
škola	škola	škola	škola
nákup a služby	nákup a služby	nákup a služby	nákup a služby
lékař	lékař	lékař	lékař
ostatní	ostatní	ostatní	ostatní

Upřesněte



**5. Kolikrát týdně jezdíte (po - ne)?**

OSOBA 1	OSOBA 2	OSOBA 3	OSOBA 4
počet jízd	počet jízd	počet jízd	počet jízd

OSOBA 5	OSOBA 6	OSOBA 7	OSOBA 8
počet jízd	počet jízd	počet jízd	počet jízd

**6. Uved'te Vaší nejčastější cílovou lokalitu.**

<b>OSOBA 1</b>		<b>OSOBA 2</b>		<b>OSOBA 3</b>		<b>OSOBA 4</b>	
lokalita		lokalita		lokalita		lokalita	

<b>OSOBA 5</b>		<b>OSOBA 6</b>		<b>OSOBA 7</b>		<b>OSOBA 8</b>	
lokalita		lokalita		lokalita		lokalita	

**7. Uved'te, jaký požíváte způsob dopravy při cestě do zaměstnání / školy? (i kombinace)**

<b>OSOBA 1</b>		<b>OSOBA 2</b>		<b>OSOBA 3</b>		<b>OSOBA 4</b>	
chůze		chůze		chůze		chůze	
kolo		kolo		kolo		kolo	
elektrokolo		elektrokolo		elektrokolo		elektrokolo	
automobil		automobil		automobil		automobil	
motocykl		motocykl		motocykl		motocykl	
vlak		vlak		vlak		vlak	
autobus		autobus		autobus		autobus	
jiné		jiné		jiné		jiné	

<b>OSOBA 5</b>		<b>OSOBA 6</b>		<b>OSOBA 7</b>		<b>OSOBA 8</b>	
chůze		chůze		chůze		chůze	
kolo		kolo		kolo		kolo	

**Upřesněte**

elektrokolo		elektrokolo		elektrokolo		elektrokolo	
automobil		automobil		automobil		automobil	
motocykl		motocykl		motocykl		motocykl	
vlak		vlak		vlak		vlak	
autobus		autobus		autobus		autobus	
jiné		jiné		jiné		jiné	

Upřesněte

## Závěr

### **1. Víte, co je globální oteplování?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

### **2. Uvědomujete si existenci globálního oteplování?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

### **3. Má podle Vás spotřeba energie vliv na globální oteplování?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

### **4. Domníváte se, že globální oteplování bude mít vliv na spotřebu energie ve Vaší domácnosti?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

### **5. Uvažujete o použití obnovitelných zdrojů energie?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

### **6. Podporujete myšlenku rozvoje využití alternativních energetických zdrojů z veřejných prostředků?**

ANO		NE		NEVÍM	
-----	--	----	--	-------	--

**7. Jaký alternativní zdroj by byl pro Vás přijatelný?**

větrná elektrárna		vodní elektrárna		solární systém (výroba elektřiny, ohřev vody)	
-------------------	--	------------------	--	---	--

bioplynová stanice	
--------------------	--

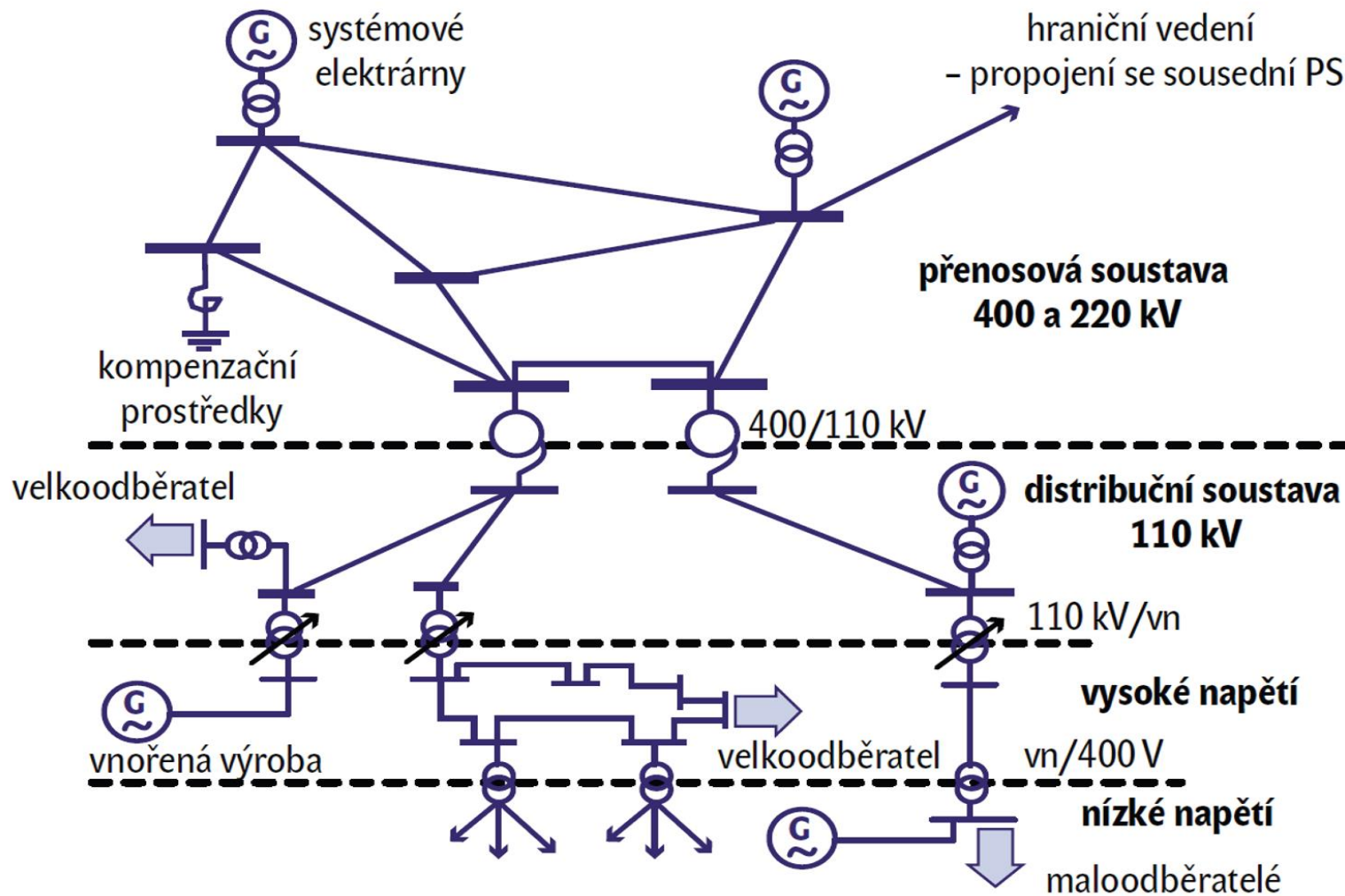
jiný obnovitelný zdroj	
------------------------	--

**Upřesněte**



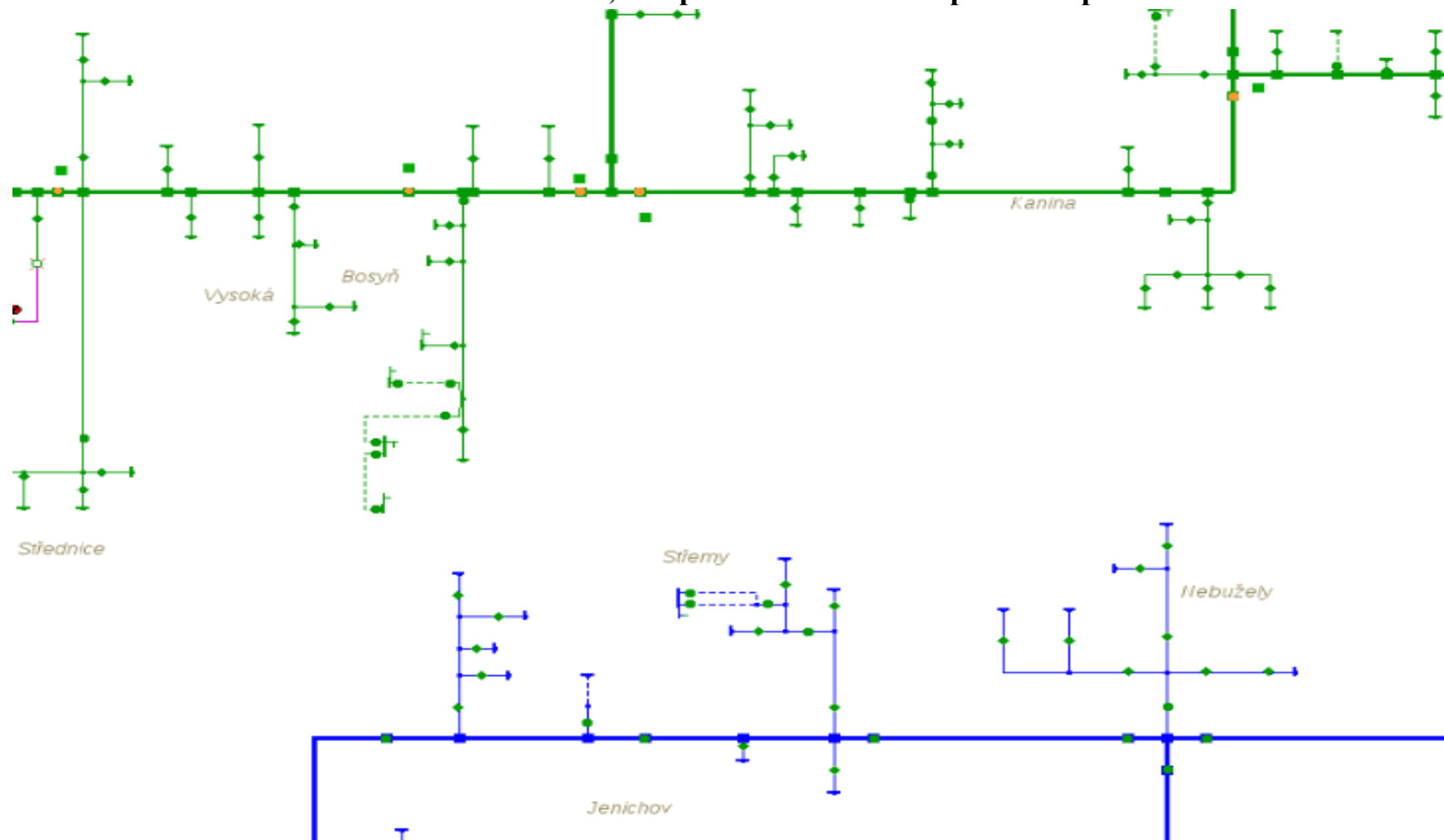
--

## Příloha C – Standardní schéma provozu elektroenergetické soustavy České republiky





Příloha D – Distribuční soustava 22 kV v oblasti, kde probíhala měření napětí na napět'ové hladině 230/400 V



## Příloha E – Pentlogram dálnice a silnice I. třídy s výřezem studované oblasti

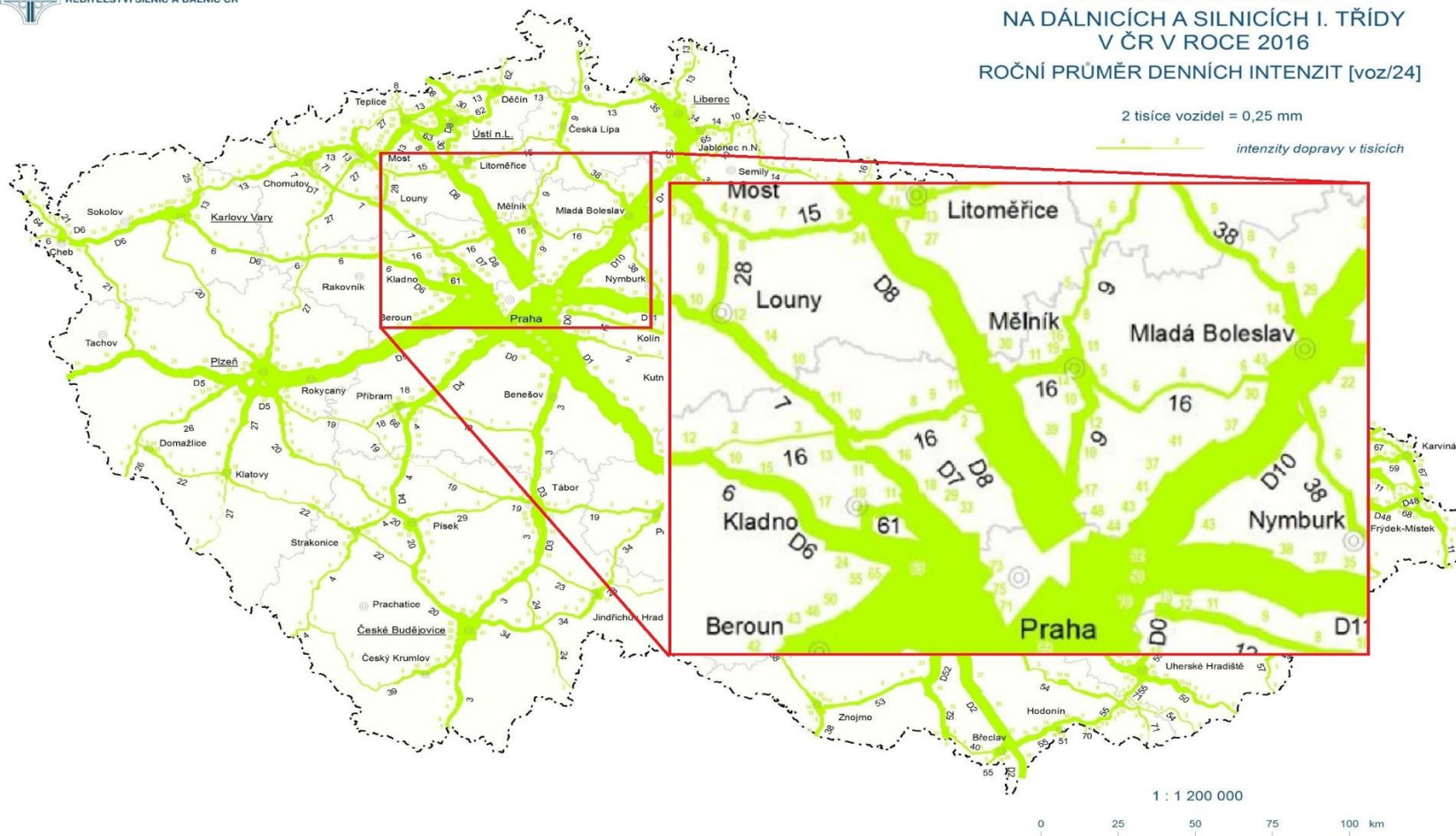


ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

### INTENZITY DOPRAVY NA DÁLNICÍCH A SILNICÍCH I. TŘÍDY V ČR V ROCE 2016 ROČNÍ PRŮMĚR DENNÍCH INTENZIT [voz/24]

2 tisíce vozidel = 0,25 mm

intenzity dopravy v tisících



## Příloha F – Tabulky intenzity dopravy ve zkoumaných bodech

### Význam použitých zkratk:

LN	Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy
SN	Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) bez přívěsů
SNP	Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) s přívěsy
TN	Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) bez přívěsů
TNP	Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) s přívěsy
NSN	Návěsové soupravy nákladních vozidel
A	Autobusy
AK	Autobusy kloubové
TR	Traktory bez přívěsů
TRP	Traktory s přívěsy
TV	Těžká motorová vozidla celkem
O	Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy
M	Jednostopá motorová vozidla
SV	Všechna motorová vozidla celkem (součet vozidel)
TNV	Těžká nákladní vozidla (0,1.LN+0,9.SN+1,9.SNP+TN+2,0.TNP+2,3.NSN+A+AK)
PS	Poměr intenzit protisměrných dopravních proudů v nedělní (odpolední) návratové špičce

Obrázek Význam použitých zkratk v tabulkách intenzity dopravy (Zdroj: ŘSD)

Tabulka Intenzita dopravy silnice 9 a 16 kruhový objezd Mělník Pšovka (Zdroj: ŘSD)

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 1-0846)															... význam zkratk			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV			
RPDI - všechny dny	voz/den	1 215	369	61	107	56	752	228	0	7	46	2 841	15 595	206	18 642			
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV			
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	1 552	471	79	137	73	976	264	0	9	59	3 620	16 654	192	20 466			
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	373	113	16	33	14	192	138	0	2	14	895	12 946	241	14 082			
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV					
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											250	1 986					
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											241	1 903					
Těžká nákladní vozidla - TNV																		
Hodnota TNV	voz/den														TNV	2 746		
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem			
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											12 463	1 644	629	14 736			
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											2 307	134	115	2 556			
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											1 031	194	126	1 351			
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem	
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											2 560	197	86	141	37	3 021	
Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gama	PS			
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy	-											1.02	1.00	1.02	54.46			
Intenzita cyklistické dopravy																		
Cyklistická doprava	cyklo/den														C	234		

Tabulka Intenzita dopravy silnice I./9 hranice okresu Mělník a Česká Lípa (Zdroj: ŘSD)

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 1-0860)														... význam zkratk													
Roční průměr denních intenzit dopravy														LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - všechny dny	voz/den	350	81	22	20	47	273	70	0	3	6	872	4 278	123	5 273												
RPDI - pracovní den (Po-Pá)														447	103	29	26	61	354	81	0	4	8	1 113	4 569	115	5 797
RPDI - volné dny (mimo svátky)														107	25	6	6	12	70	42	0	1	2	271	3 551	144	3 966
Hodinová intenzita dopravy											TV	SV															
Padesátirázová intenzita dopravy											voz/h	90	609														
Špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	83	501														
Těžká nákladní vozidla - TNV														TNV													
Hodnota TNV														voz/den					962								
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty											OA	NA	NS	Celkem													
Roční průměr intenzit, den (06-18)											voz/den					3 466	441	247	4 154								
Roční průměr intenzit, večer (18-22)											voz/den					643	36	45	724								
Roční průměr intenzit, noc (22-06)											voz/den					293	53	50	396								
Emise											OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem											
Roční špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	713	57	18	55	11	854										
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy											alfa	beta	gama	PS													
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy											-	1.40	1.15	1.22	70.30												
Intenzita cyklistické dopravy														C													
Cyklistická doprava														cyklo/den					153								

Tabulka Intenzita dopravy silnice I./16 hranice okresu Mělník a Mladá Boleslav (Zdroj: ŘSD)

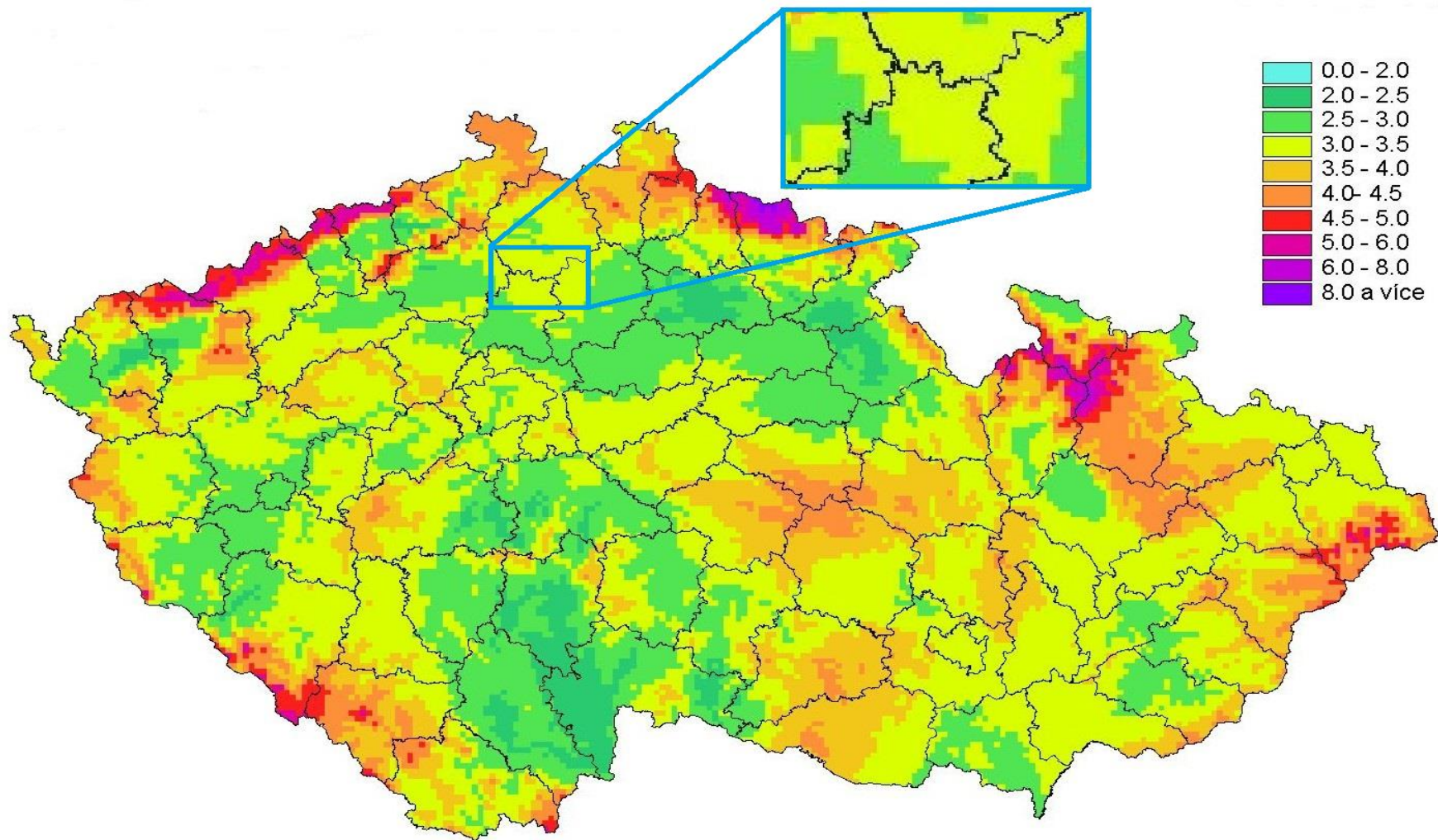
Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 1-1509)														... význam zkratk													
Roční průměr denních intenzit dopravy														LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - všechny dny	voz/den	352	122	41	13	32	686	16	0	3	6	1 271	2 789	45	4 105												
RPDI - pracovní den (Po-Pá)														450	156	53	17	42	890	19	0	4	8	1 639	2 978	42	4 659
RPDI - volné dny (mimo svátky)														108	37	10	4	8	175	10	0	1	2	355	2 315	53	2 723
Hodinová intenzita dopravy											TV	SV															
Padesátirázová intenzita dopravy											voz/h	131	408														
Špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	121	390														
Těžká nákladní vozidla - TNV														TNV													
Hodnota TNV														voz/den					1 894								
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty											OA	NA	NS	Celkem													
Roční průměr intenzit, den (06-18)											voz/den					2 191	419	525	3 135								
Roční průměr intenzit, večer (18-22)											voz/den					414	35	100	549								
Roční průměr intenzit, noc (22-06)											voz/den					229	58	134	421								
Emise											OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem											
Roční špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	459	57	23	123	3	665										
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy											alfa	beta	gama	PS													
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy											-	1.13	0.94	1.20	54.46												
Intenzita cyklistické dopravy														C													
Cyklistická doprava														cyklo/den					18								

Tabulka Intenzita dopravy silnice II./273 křižovatka s II./274 u obce Nebužely (Zdroj: ŘSD)

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 1-4510)														... význam zkratk													
Roční průměr denních intenzit dopravy														LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - všechny dny	voz/den	172	47	0	11	9	22	15	0	4	5	285	1 890	26	2 201												
RPDI - pracovní den (Po-Pá)														213	58	0	14	11	28	17	0	5	6	352	1 997	24	2 373
RPDI - volné dny (mimo svátky)														70	19	0	4	3	7	9	0	2	2	116	1 622	30	1 768
Hodinová intenzita dopravy											TV	SV															
Padesátirázová intenzita dopravy											voz/h	35	269														
Špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	32	244														
Těžká nákladní vozidla - TNV														TNV													
Hodnota TNV														voz/den					154								
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty											OA	NA	NS	Celkem													
Roční průměr intenzit, den (06-18)											voz/den					1 525	217	25	1 767								
Roční průměr intenzit, večer (18-22)											voz/den					261	14	3	278								
Roční průměr intenzit, noc (22-06)											voz/den					130	23	3	156								
Emise											OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem											
Roční špičková hodinová intenzita dopravy											voz/h	274	25	10	4	2	315										
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy											alfa	beta	gama	PS													
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy											-	1.13	0.00	0.00	73.27												
Intenzita cyklistické dopravy														C													
Cyklistická doprava														cyklo/den					101								

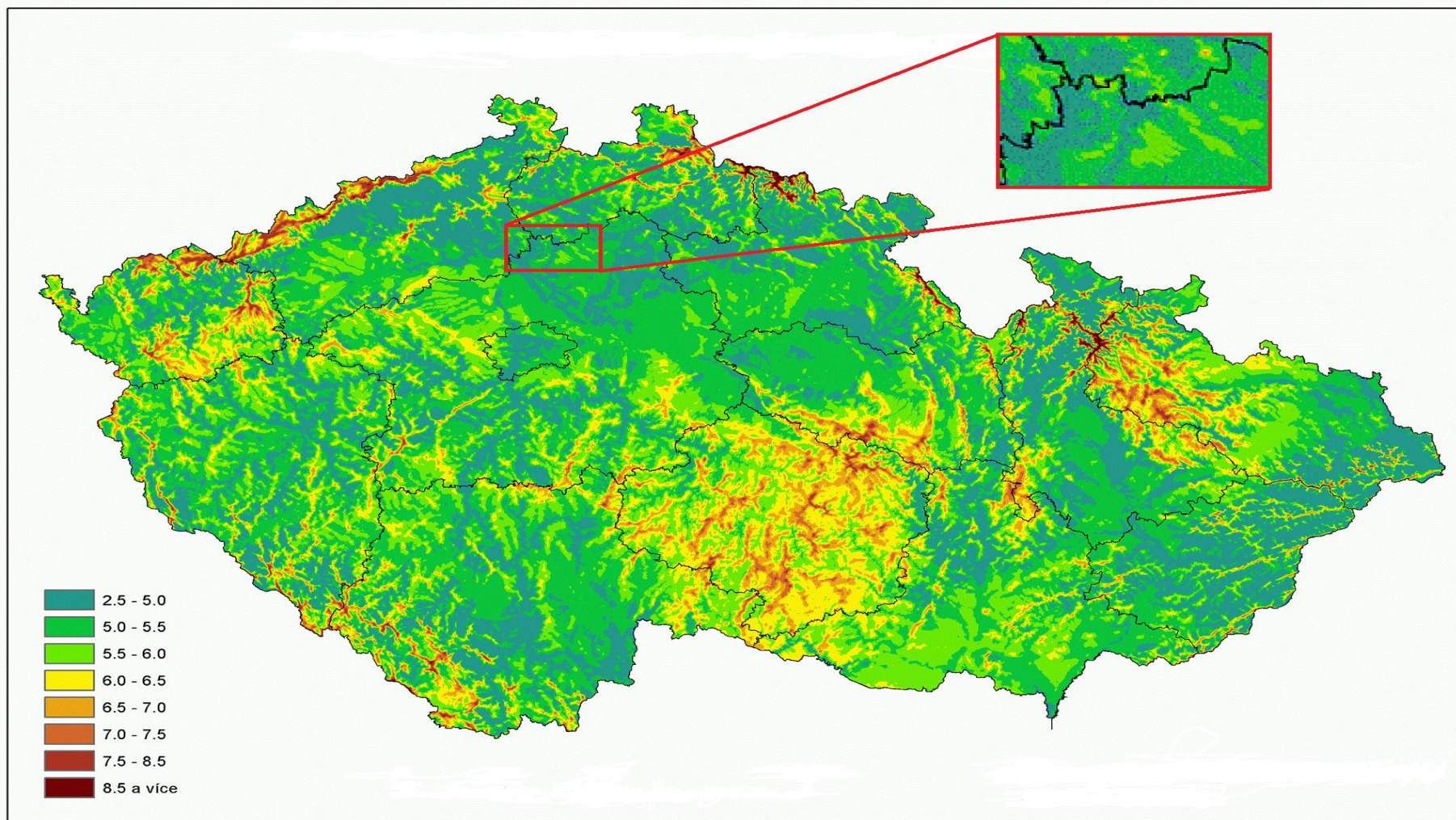


Příloha G – Mapa rychlosti větru ve výšce 10 m nad povrchem na území ČR s vyznačenou zkoumanou oblastí





Příloha H – Mapa rychlosti větru ve výšce 100 m nad povrchem na území ČR s vyznačenou zkoumanou oblastí



# Příloha I – Průkaz energetické náročnosti budovy a vysvětlení zobrazených polí (zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu)

## Jak čistý průkaz energetické náročnosti

Nová vyhláška nahradí původní vyhlášku č. 148/2007 Sb., podle které se průkazy zpracovávaly do roku 2012. Hodnocení energetické náročnosti se podle ní počítalo méně vypovídajícím způsobem, proto se hodnoty ukazatelů energetické náročnosti nemusejí ani pro stejný dům shodovat. Důvodem změny byla potřeba jednoznačnějšího výpočtu. Pokud se například v reklamních materiálech budov uvádějí hodnoty podle původního průkazu, musejí tak vždy být označeny.

Tato hodnota říká, jak je budova kompaktní. Čím nižší hodnota, tím má budova v poměru ke svému objemu méně ploch, kterými uniká teplo. U stávajících budov již není možné tento faktor změnit. Ovlivnit jej lze při projektování nové budovy ve stádiu architektonického návrhu. Hodnota faktoru se běžně pohybuje zhruba mezi 0,2 (velmi kompaktní budova) a 1,2 (nekompatní budova).

Celková dodaná energie je hlavním ukazatelem energetické náročnosti budovy. Zjednodušeně řečeno se jedná o energii, která vstupuje do budovy nebo v některých případech na pozemek. Jde tedy například o množství elektřiny, které by protékalo elektroměrem při typizovaném užívání domu. Obdobně se může jednat o plyn či dálkové teplo. V případě pevných paliv, jako je biomasa či uhlí, se jedná o množství energie obsažené v palivu, které vám dovezou do domu. Do dodané energie se také počítá solární záření dopadající na sluneční kolektory nebo fotovoltaické panely a energie prostředí, kterou může využívat tepelné čerpadlo.

Všechny měrné hodnoty jsou vztaženy na jeden metr čtvereční energeticky vztažené plochy. Ta je uvedena v záhlaví průkazu.

Černá šipka s bíle vepsanou hodnotou ukazuje vždy stav hodnocené budovy a její zařazení do třídy energetické náročnosti. V případě prodeje či pronájmu jde o stávající budovu, v případě výstavby či renovace jde o hodnotu, kterou dosáhne nová resp. renovovaná budova. Zobrazená měrná hodnota zařazená do příslušné třídy slouží k porovnání energetické náročnosti jednotlivých budov mezi sebou.

Bílá šipka s černě vepsanou zkratkou slova "Doporučení" ukazuje, jak by se mohla zlepšit energetická náročnost budovy realizováním doporučených opatření (pokud jsou stanovena).

Tato část průkazu ukazuje energetickou kvalitu obálky a jednotlivých technických systémů budovy. Z toho lze vyčíst, zda nejvíc energie připadá na vytápění, nebo třeba na osvětlení, a na co se má vlastník soustředit, pokud chce energii a peníze ušetřit. Význam šipek je obdobný jako u hodnocení celkové dodané a neobnovitelné primární energie na první straně průkazu.

### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: .....

PSČ, místo: .....

Typ budovy: .....

Plocha obálky budovy: ..... m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: ..... m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: ..... m<sup>2</sup>

FOTO

Plocha obálky budovy je součet ploch vnějších stěn, oken, střechy a podlahy domu. Je to tedy plocha hranice, přes kterou uniká teplo do okolí.

Energeticky vztažná plocha je měřena po jednotlivých podlažích vždy k vnějším okrajům obvodových stěn. Je proto větší, než běžně uváděná užitná plocha. Její přesný výpočet stanoví vyhláška. Na energeticky vztažnou plochu se vážou všechny měrné hodnoty uvedené v tomto průkazu. Měrnou hodnotu daného ukazatele energetické náročnosti lze získat vydělením hodnoty pro celou budovu právě energeticky vztažnou plochou.

### ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstup do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)			
Mimořádně úsporná A	Dop. A	XXXX	Dop. XXXX
Velmi úsporná B	XXX B	XXXX	XXX XXXX
Úsporná C	XXXX C	XXXX	XXXX XXXX
Méně úsporná D	XXXX D	XXXX	XXXX XXXX
Nehospodárna E	XXXX E	XXXX	XXXX XXXX
Velmi nehospodárna F	XXXX F	XXXX	XXXX XXXX
Mimořádně nehospodárna G	XXXX G	XXXX	XXXX XXXX
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX		XX

Neobnovitelná primární energie zjednodušeně říká, jaký je vliv budovy na životní prostředí. Tedy kolik neobnovitelné energie dodáme, aby se do budovy dodala třeba elektřina. Pokud do budovy dodám 1 MWh elektřiny ročně, pak potřebujeme 3x1 MWh primární energie k její výrobě (protože elektrárny fungují s určitou účinností). Naopak pokud využíváme solární energii, pak na 1 MWh dodané energie nepotřebujeme žádnou neobnovitelnou primární energii (ta je tedy 0 MWh).

Vynásobením měrných hodnot energeticky vztažnou plochou získáme výsledné hodnoty pro celou budovu. Ty odpovídají jejímu typizovanému užívání. Pokud budeme přetápět nebo přijde tuhá zima, pak skutečná spotřeba uvedené hodnoty převyšuje. Pozn.: hodnoty pro celou budovu jsou v megawatthodinách, kdežto měrné hodnoty jsou v kilowatthodinách na metr čtvereční za rok. Jedna megawatthodina je tisíc kilowatthodin.

### DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je anexo č. 2 přílohy

### PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

XX

XX

XX

■ Elektřina ze sítě  
■ Slunce a energie prostředí  
■ Zemní plyn

Zde je vidět, zda zpracovatel stanovil doporučená opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy. Ze zákona má tuto povinnost pouze u větší renovace, nicméně vlastníci budovy si tuto službu může objednat i v ostatních případech. Podrobný popis opatření je v několikastránkovém protokolu, který vždy doprovází grafickou podobu průkazu.

Podle tohoto grafu si vlastníci budovy či zájemce o její koupi nebo pronájem může udělat představu o ročních nákladech na energii při jejím typizovaném užívání. Hodnoty dodané energie za rok podle jednotlivých tzv. energonositelů si jednoduše vynásobí běžnou cenou megawatthodiny. Cena energie se liší podle dodavatele a tarifu, lze ji dohledat například v poslední faktuře. Pro položku „Slunce a energie prostředí“ se pak hodnota přirozeně násobí nulou.

### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
U <sub>ext</sub> W/(m <sup>2</sup> ·K)	Díleč dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)		
A	Dop.		Dop.		Dop.	
B		Dop.			XX	XX Dop.
C	X,XX	XX				
D	Dop.		XX			
E		XX		Dop.		
F					XX	
G						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Zpracovatel průkazu získává svou autorizaci od Ministerstva průmyslu a obchodu. Musí mít příslušné vzdělání, zkušenost a projít úspěšně zkouškou. Při chybně zpracovaném průkazu mu hrozí odebrání autorizace a pokuta. Ke svému podpisu nemusí dávat razítko, k příslušné autorizaci se žádné nepřiděluje. Pokud je razítko otřeseno, jde o osobní razítko nebo razítko související s jinou odbornou činností zpracovatele. V případě pochybnosti lze jméno zpracovatele ověřit podle čísla osvědčení na internetových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu.

Zpracovatel: .....

Kontakt: .....

Osvědčení č.: .....

Vyhotoveno dne: .....

Podpis: .....

Pozn.: Uveden je vzor průkazu energetické náročnosti



**Příloha J – Mapa tras v oblasti Mělnicka a Ústecka (zdroj: Google, úprava M. Kotek a vlastní)**

