



**Fakulta elektrotechnická  
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Ostrovní provoz ve městě Plzeň s ohledem na elektromobilitu**

Autor práce: Petr Lupáč  
Vedoucí práce: Ing. Jana Lidáková

Plzeň 2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2013/2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr LUPÁČ**  
Osobní číslo: **E12B0148P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**  
Název tématu: **Ostrovní provoz ve městě Plzeň s ohledem na elektromobilitu**  
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

**Zásady pro vypracování:**

1. Zpracujte literární rešerši současného stavu.
2. Analyzujte současný stav energetické bilance ve městě Plzeň a možnosti ostrovního provozu.
3. Navrhněte využití a zapojení prvků elektromobility ve městě Plzeň.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


1. Rozbor toku výkonu v energetické soustavě 110kV - Plzeň: ČEZ Distribuce, a.s. oblast Západ
2. Kodex přenosové soustavy - [www.ceps.cz](http://www.ceps.cz)

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Lidáková**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **14. října 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **9. června 2014**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

## Čestné prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr bakalářského studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

Datum: 24. 5. 2014

.....

podpis

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na zmapování současného stavu energetické bilance města Plzně a s tím související možností ostrovního provozu. Zároveň se bude zaměřovat na využívání elektromobilů při ostrovním provozu a na návrh rozmístění dobíjecích stanic v Plzni.

## **Klíčová slova**

Ostrovní provoz, elektromobilita, elektrizační soustava, blackout, dobíjecí stanice, energetická bilance, Plzeň

## **Abstract**

The present bachelor's thesis is focused on mapping the current state of the energy balance of Pilsen and the related possibility of island service. At the same time it will focus on the use of electric vehicles in the traffic island and a layout of charging stations in Pilsen

## **Keywords**

Island operation, electromobility, electricity system, blackout, charging station, energy balance, Pilsen

# Obsah

<b>Seznam veličin a zkratk</b>	<b>3</b>
<b>Úvod</b>	<b>4</b>
<b>1 Teoretický úvod</b>	<b>5</b>
1.1 Elektrizační soustava . . . . .	5
1.1.1 Zatížení ČR . . . . .	6
1.1.2 Podpůrné služby v ES . . . . .	6
1.2 Ostrovní provoz . . . . .	8
1.2.1 Popis ostrovního provozu . . . . .	8
1.2.2 Blackout . . . . .	8
1.2.3 Přejít do ostrovního provozu . . . . .	10
1.3 Elektromobilita . . . . .	11
1.3.1 Úvod do elektromobility . . . . .	11
1.3.2 Elektromobilita na časové ose . . . . .	11
1.3.3 Výhody a nevýhody elektromobilů . . . . .	13
1.4 Smart Grids . . . . .	14
1.4.1 HDO . . . . .	15
<b>2 Energetické bilance města Plzeň</b>	<b>16</b>
2.1 Měření spotřeby a výroby el. energie . . . . .	17
2.2 Dodavatelé elektrické energie . . . . .	20
2.2.1 Plzeňská energetika, a.s. . . . .	21
2.2.2 Plzeňská Teplárenská, a.s. . . . .	21
2.2.3 Obnovitelné zdroje . . . . .	21
2.3 Odběratelé elektrické energie . . . . .	22
2.4 Možnost přechodu do ostrovního provozu . . . . .	23
2.4.1 Plzeňská energetika . . . . .	23
<b>3 Plzeň a elektromobilita v ostrovním provozu</b>	<b>25</b>
3.1 Rozbor vlivu elektromobilů . . . . .	25
3.1.1 Aktuální stav města Plzeň . . . . .	25
3.1.2 Stav při rozdílném zastoupení elektromobilů . . . . .	26
3.2 Připojení elektromobilu k síti . . . . .	27
3.2.1 Problémy s nabíjecími stanicemi . . . . .	27
3.2.2 Návrh dobíjecí infrastruktury . . . . .	29
<b>4 Závěr</b>	<b>33</b>

<b>Seznam obrázků</b>	<b>34</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>35</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>36</b>
<b>Reference</b>	<b>37</b>



## Seznam veličin a zkratk

ČEPS .....	Česká přenosová soustava
DS .....	Distribuční soustava
E .....	energie [Wh]
ES .....	Elektrizační soustava
f .....	Frekvence [Hz]
FV .....	Fotovoltaika
GE .....	Generátor
HDO .....	Hromadné dálkové ovládání
I .....	Elektrický proud [A]
IZS .....	Integrovaný záchranný systém
K1 .....	Kotel 1
KT .....	Kondenzační turbína
MG .....	Motorgenerátor
$MW_e$ .....	Jednotka elektrického výkonu
$MW_t$ .....	Jednotka tepelného výkonu
OC .....	Obchodní centrum
OP .....	Ostrovní provoz
P .....	Výkon [W]
PE .....	Plzeňská energetika
PS .....	Přenosová soustava
PTT .....	Protitlaká turbína
SG .....	Smart-Grids
SM .....	Spalovací motor
SMS .....	Short message service - služba krátkých zpráv
TG .....	Turbogenerátor
TP .....	Technická způsobilost
U .....	napětí [V]
VN .....	Vysoké napětí
VVN .....	Velmi vysoké napětí

## Úvod

Téma ostrovního provozu města Plzeň s ohledem na elektromobilitu jsem si vybral, protože je součástí řešení energetických sítí v budoucnosti. Podíl elektromobilů na trhu stále stoupá a tím i jejich vliv na energetickou síť. V budoucnu budeme muset elektromobily brát v potaz jako důležitý prvek, jenž bude ovlivňovat diagram denní spotřeby. Ještě citelnější bude jejich vliv právě při ostrovním provozu. V tomto stavu má ostrov omezené prostředky k manipulaci s elektrickou energií a proto jedna z možností, jak uchovávat a čerpat energii v potřebných okamžicích, je právě využití elektromobilů a jejich energetické kapacity. Zajistíme si tak prostředky pro uchování přebytečné energie a její čerpání z těchto zdrojů v případě potřeby.

Bakalářská práce pracuje s daty o naměřené energetické bilanci z roku 2013, ze kterých jsme vycházeli při schopnosti Plzně pracovat v ostrovním provozu. Data o elektromobilech a dobíjecích stanicích vychází z dokumentů vypracovaných v letech 2009 až 2014. Celkový návrh řešení dobíjecích stanic je uskutečnitelný v horizontu 30 let a více, protože je realizace závislá na počtu elektromobilů v dopravě.

Cílem bakalářské práce je stanovit schopnost Plzně pracovat v režimu ostrovního provozu, určit energetický potenciál elektromobilů při tomto režimu a navrhnout představu o možném umístění dobíjecích stanic.

Abychom tento problém zhodnotili, musíme nejdříve určit energetickou bilanci města Plzně. Tím zjistíme, zda je v Plzni ostrovní provoz vůbec možný. K tomu si musíme určit dodavatele a spotřebitele elektrické energie na území města Plzně a jejich roli při přechodu do ostrovního provozu.

Dalším stupněm bude určení počtu elektromobilů v Plzni a jejich energetický potenciál, jenž bychom teoreticky mohli při ostrovním provozu využívat.

Posledním bodem bude návrh infrastruktury dobíjecích stanic a zhodnocení problémů, jenž budeme muset při jejich realizaci řešit.

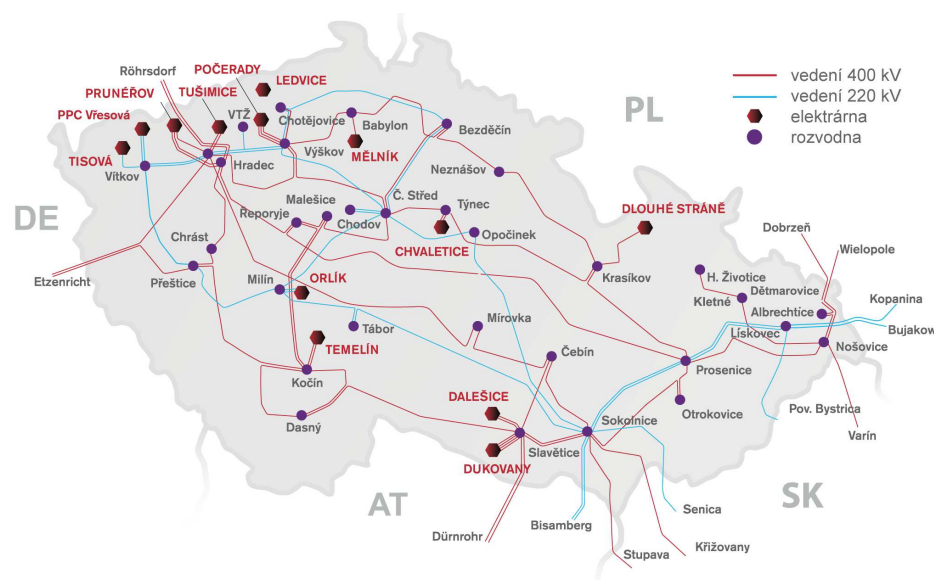
# 1 Teoretický úvod

## 1.1 Elektrizační soustava

Cílem elektrizační soustavy je zásobovat energií spotřebitele v požadovaném čase, v potřebném množství a to při požadované kvalitě, spolehlivosti a co nejvyšší hospodárnosti. Elektrizační soustavu spravuje energetický regulační úřad (ERÚ).

### Rozdělení ES:

- elektrárenská soustava
- přenosová soustava
- rozvodná distribuční soustava
- spotřební soustava



Obrázek 1: Přenosová soustava ČR [3]

### Elektrárenská soustava

Skládá se z prvků, které se podílejí na výrobě elektrické energie (generátory, transformátory, ...). Obecně se jedná o prvky, které elektrárna obsahuje.

### Přenosová soustava

Podílí se na přenosu energie po celém území ČR a zároveň slouží k propojení s ES okolních států. Přenosová soustava se provozuje jako okružní. Z důvodu historického vývoje na napětích 400 kV, 220 kV a okrajově 110 kV. Z toho vedení 400 kV v délce 3 508 km a 220 kV v délce 1 910 km. V České republice spravuje přenosovou soustavu ČEPS, a.s.

### Rozvodná distribuční soustava

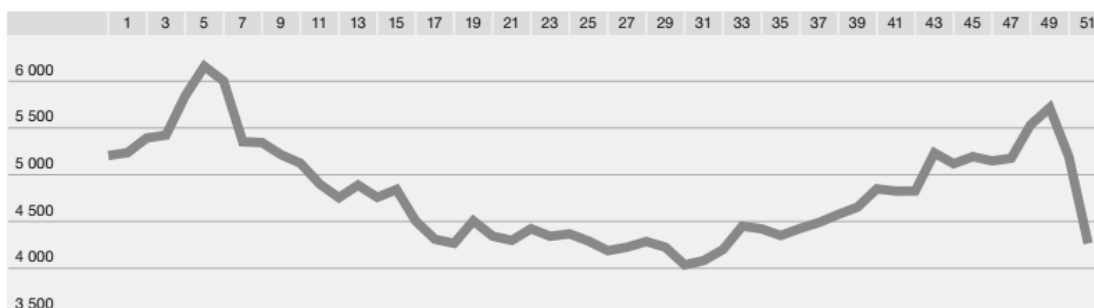
Slouží k přenosu energie od distributorů k jednotlivým spotřebitelům. Jedná se o vedení na napěťové hladině 110 kV, 35 kV, 22 kV, 10 kV, 6 kV, 3 kV, 1,5 kV a 0,4/0,23 kV při paprskovém, nebo průběžném uspořádání. Z toho vedení 110 kV v délce 13 000 km, 35 kV v délce 11 000 km a 22 kV v délce 62 000 km. Hlavní provozovatelé distribuční sítě jsou ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, a.s. a PREDistribuce, a.s.

### Spotřební soustava

Používá se k vedení el. energie v samotných objektech. Jedná se o napětí 0,4 kV a 0,23 kV. Provozují se mřížově, nebo paprskovitě. [6]

#### 1.1.1 Zatížení ČR

V roce 2012 byl distribuční soustavou přenesen výkon o objemu 43 344 GWh. Největším dodavatelem energie do distribuční soustavy byl ČEPS, a.s., jenž zaujímal 50,85% dodávek, což představuje objem 22 042 GWh. ČEZ, a.s., dodal do distribuční soustavy energii o objemu 7 712 GWh. Další jsou dodávky od sousedních poskytovatelů distribučních služeb (991 GWh), dodávky zdrojů ostatních výrobců, včetně samovýrobců (9 436 GWh), lokální distribuční soustava (2 439 GWh) a ostatní zdroje.



Obrázek 2: Týdenní maxima odběru ČR [MW] [6]

Při měření hodinových maxim v týdenních intervalech během roku 2012 byl zaznamenán nejvyšší odběr dne 7.2.2012 v 16 hodin a to 6 159 MW viz obrázek 2. [6]

#### 1.1.2 Podpůrné služby v ES

Podpůrné služby rozdělujeme do několika kategorií podle toho, kdo je poskytovatelem a kdo příjemcem dané služby. [21]

##### Podpůrné služby PDS pro PPS

- dispečerská záloha

- operativní změny spotřeby
- regulace rychlosti změny zatížení
- regulace napětí a jalového výkonu

#### Podpůrné služby uživatele DS pro PDS

- dispečerská záloha
- schopnost startu ze tmy
- schopnost ostrovního provozu
- operativní změna zatížení
- využití záložního výkonu v akumulaci tepla
- regulace napětí a jalového výkonu
- výpomoc ze sousední DS
- regulace rychlosti změny zatížení na předávacích místech
- vynucený provozní stav zdroje
- výpomoc ze sousední zahraniční DS

#### Podpůrné služby od uživatele DS pro PPS prostřednictvím PDS

- primární, sekundární, terciální regulace činného výkonu
- dispečerská záloha
- rychle startující záloha
- schopnost ostrovního provozu
- schopnost startu ze tmy
- využití záložního výkonu v akumulaci tepla

## 1.2 Ostrovní provoz

### 1.2.1 Popis ostrovního provozu

Ostrovní provoz (OP) je stav elektrizační soustavy, kdy je objekt, územní celek nebo část ES v provozu nezávisle na vnější přenosové a distribuční soustavě. Ostrovem se při této definici stávají i motocykly, automobily, letadla, atd. Ostrovní provoz nastává po odpojení od ES, kdy dojde k blackoutu, nebo pokud elektrická energie nespĺňuje standardy na kvalitu. Tím se rozumí například odchylka více jak 0,2 Hz při síti na frekvenci 50 Hz. Nebo pokud je objekt permanentně ve stavu ostrovního provozu. Například teplárna, která dokáže pokrýt vlastní spotřebu a dodávat tak teplo do města bez závislosti na vnější soustavě. [2], [7]

#### Výhody ostrovního provozu:

- stabilita životně důležitých objektů a infrastruktur (nemocnice, hromadná doprava, rozhlas)
- ekonomicky výhodné pro celé území v ostrovním provozu
- udržení bezpečnosti stálou dodávkou energie

#### Nevýhody ostrovního provozu:

- nestabilita klíčových veličin (U, f, )
- nebezpečí změny uzemnění sítě při odpojení od DS

### 1.2.2 Blackout

Blackout je výrazný výpadek elektřiny, který zasáhne rozsáhlé území po rozpadu ES. Velikost území, které může blackout postihnout se může velikostně pohybovat od výpadku některé městské části přes celostátní výpadek, až po poruchu, jenž zasáhne území více států. Také časové intervaly blackoutů jsou různé. Nejmenší blackouty se pohybují v řádu minut, či spíše hodin, ovšem je možné, že blackout trvá dny i týdny.

Hlavním problémem blackoutů je, že energii neumíme efektivně skladovat. Při výpadku velkého území nejsme schopni okamžitě dodat energii ze záložních zdrojů. Přecherčovací elektrárny, skladování stlačeného vzduchu, akumulace v bateriích, soustavy elektrických dynam nám dokáží kompenzovat menší nedostatky energie v síti, ale na kompletní pokrytí spotřeby nestačí.

Tabulka 1: Významné blackoutu [8], [11]

Datum	Obyvatelé [mil.]	Trvání	Zasažená oblast	Příčina
15.11.2012	0,45	1 hod.	Německo, Mnichov	Závada v rozvodně, nebo elektrárně
26.10.2012	53	4 hod.	severovýchod Brazílie	Požár v rozvodně
31.7.2012	670	8 hod.	Indie	Závada relé, největší světový blackout
30.7.2012	300	16 hod.	Indie	Přetížení vedení VVN
28.1.2008	30	12 dní	Čína	Sněhová bouře zničila vedení VVN
18.8.2005	100	7 hod	Bali, Jáva, Indonésie	Výpadek vedení VVN
23.9.2003	5	2 hod	Dánsko, Švédsko	Závada odpojovače krátce po výpadku jaderné elektrárny
20.2.1998	0,06	5 týdnů	Nový Zéland	Závada na zastaralém kabelu VN
9.11.1965	30	14 hod	USA, Kanada	Chyba v nastavení ochrany 1. velký blackout v historii

Při sledování počtu blackoutů a velikosti území které postihli, můžeme počítat s tím, že jejich výskyt a rozsah bude stále častější. Pokud sečteme velké blackoutu v historii, tak zjistíme, že od roku 1965 do roku 2000 svět postihly 3 větší blackoutu. Ovšem od roku 2000 do 2013 to bylo již 16 blackoutů. Pokud bychom chtěli vyšetřovat příčiny blackoutů a předejít jim, nenalezli bychom žádné paušální řešení problému. Vše závisí na energetické vyspělosti daného státu a jeho klimatických podmínkách. [2], [7], [8], [11]

Zde jsou některé základní příčiny blackoutů:

- Přenos výkonů na maximum možností PS
- Propojování přenosových soustav
- Stáří přenosových soustav
- Nestabilita výkonu z obnovitelných zdrojů
- Vliv počasí
- Mechanická závada některého z prvků soustavy
- Nedostatečná komunikace mezi výrobcí el. energie

Českou republiku ohrožuje zejména propojení přenosových soustav. Po připojení k Evropské přenosové soustavě je naše soustava například přetěžována každý rok na podzim, kdy větrné elektrárny na severu Německa s instalovaným výkonem 24 600 MW (ČR 150 MW) vyprodukují nejvíce energie, ta se potom distribuuje do jižních částí země i přes Českou republiku. Naštěstí přenosová soustava ČR je nad dimenzovaná a tento nápor dokáže pojmout, ovšem situace se může změnit. Pokud by taková situace nastala, je vhodným řešením přechod do ostrovního provozu. [9]

### 1.2.3 Přechod do ostrovního provozu

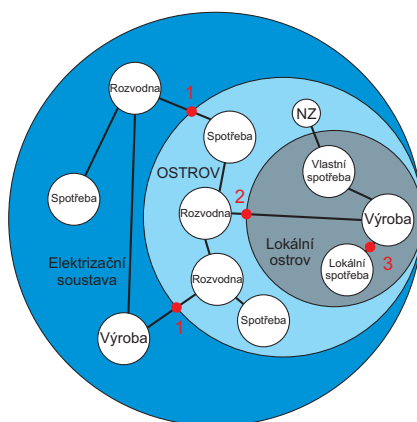
Pro přechod do ostrovního provozu se využívá dvou způsobů, a to takzvaný start ze tmy a vyčlenění ostrova z elektrizační soustavy.

#### Start ze tmy

Tento způsob přechodu do OP spočívá v tom, že dojde k absolutnímu, nebo částečnému rozpadu elektrizační soustavy a elektrárna musí být schopna najet do provozu bez podpory vnějšího zdroje napětí. Snažíme se dosáhnout obnovení dodávek energie v co nejkratším možném intervalu alespoň ve vyčleněném ostrově. Ostrovem se v tomto případě rozumí samotná elektrárna, ve které napájíme blok z nezávislého zdroje napětí (NZ obr. 3) a ten poté dokáže pokrýt vlastní spotřebu elektrárny, nebo blízké subjekty, které jsou zahrnuty do ostrova (bod č. 3, obr. 3).

#### Vyčlenění ostrovní sítě

Zavádí se při odchylkách frekvence od stanovených hodnot. V našich podmínkách jde o 0,2 Hz při frekvenci sítě 50 Hz. Ostrov je v tomto případě oblast s neznámým rozložením zdrojů a zátěží (bod č.1 obr. 3). Také může nastat, že ostrov bude mít známé rozložení zdrojů a zátěží, jako například teplárna (bod č.2, obr. 3). [2], [7], [21]



Obrázek 3: Znázornění ostrovů v ES [4]



## 1.3 Elektromobilita

### 1.3.1 Úvod do elektromobility

V posledních letech společnost vynakládá stále větší prostředky na stabilizaci systému dopravy. Lidé si začínají uvědomovat neudržitelnost přepravy využívající ropu jako neobnovitelný zdroj energie. Při zvyšujícím se počtu obyvatel planety se stále zvyšuje požadavek na množství ropy, tím roste její cena a zároveň dochází i ke většímu znečištění ovzduší, což způsobuje skleníkový efekt a následné výkyvy globálních teplot. Tyto problémy by mohla vyřešit elektromobilita, která řeší možnost pohánění dopravních prostředků elektrickou energií. Společnost úspěšně zavedla elektromobilitu do hromadné dopravy. Běžně poháněné prvky hromadné dopravy se kterými se můžeme setkat jsou metro, tramvajová, vlaková, trolejbusová a autobusová doprava. Tyto dopravní prostředky jsou ovšem napájeny během jízdy skrz distribuční síť.

Výzkum se dnes zaměřuje především na osobní dopravu, ve které je velký potenciál. Ovšem hlavním problémem je zajištění baterií s dostatečně velkou kapacitou, aby se vyrovnala dojezdové vzdálenosti klasických motorů. Dnes jsou výrobci schopni dosáhnout dojezdové vzdálenosti okolo 200 km. [2], [5], [16], [18], [20]

### 1.3.2 Elektromobilita na časové ose

#### Historie

První pokusy o elektromobil proběhly již v 19. století krátce po vynálezu elektromotoru v roce 1821 Michaelem Faradayem. V roce 1828 byl postaven první model elektromobilu slovenským fyzikem Štefanem Jedlíkem. První elektromobil pro komerční použití byl k dispozici již v roce 1893 v USA. V Čechách první elektromobil zkonstruoval Ing. František Křížík v roce 1895. Zároveň zkonstruoval první vozidlo poháněné hybridním motorem. Na konci 19. století byl sestrojen elektromobil, který překonal rychlost 100 km/h. Měl ovšem krátkou dojezdovou vzdálenost. Tento problém vyřešil I.V. Romanov, který sestrojil elektromobil, jenž byl schopen dojet do vzdálenosti 60 km maximální rychlostí 35 km/h.

Tabulka 2: Počet elektrických vozidel v roce 1914 [5]

Země	Typ elektrického vozidla			
	Osobní	Nákladní	Tříkolé	celkem
Německo	862	554	275	1691
Anglie	201	62	25	288
Rakousko	134	117	16	267

Počátkem 20. století se trh s elektromobily rozrostl natolik, že v USA bylo v provozu

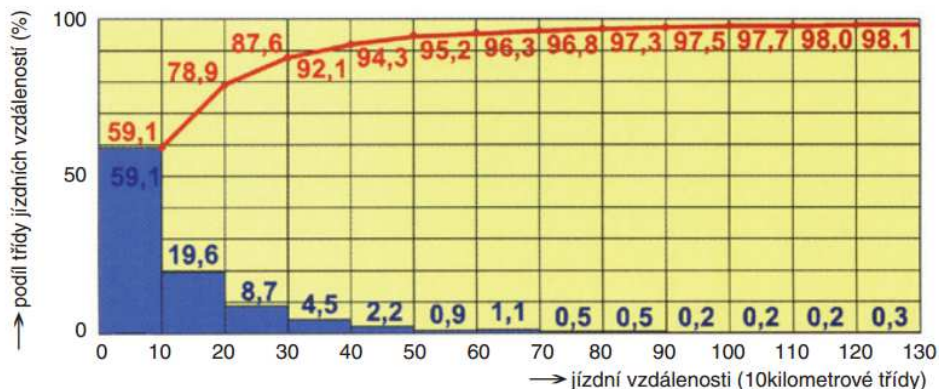
zhruba 50 000 elektromobilů. Evropa se tomuto trendu přibližovala viz tab. 2. Tento trend rostl a v roce 1927 dosáhl objem elektromobilů v Anglii čísla 1 363. V Československu dostal Výzkumný ústav elektrických strojů točivých v Brně koncem 60. let za úkol vyvinout vozidlo pro městský provoz. Tento automobil dostal jméno EMA 1 a poté přišla jeho nástavba EMA 2 jako užitkový vůz. Ovšem díky státní politice se nedostaly do seriové výroby.

Výhodou elektromobilů na Evropském trhu byly nižší provozní náklady, protože dovoz ropy byl neúnosně drahý a měl poruchovost oproti spalovacím motorům díky jednoduššímu konstrukčnímu řešení. Elektromobily měly také větší účinnost cca 90%, zatímco spalovací motory dosahovaly účinnosti cca 20%.

Nevýhodou, která zásadně ovlivnila rozšíření elektromobilů je jejich omezená dojezdová vzdálenost na jedno nabití baterií. Tato hodnota se pohybovala okolo 80 km, což znemožňovalo efektivní meziměstský provoz a proto byly elektromobily používány jako městské dopravní prostředky. Také nedosahovaly takových výkonů jako spalovací motory, takže nebyly použitelné na přepravu těžkých nákladů.

### Současnost

Současný koncept vyráběných elektromobilů vychází z konstrukce automobilů se spalovacím motorem. To znamená, že mají jednu pohonnou jednotku, která rozvádí výkon přes diferenciál na poháněnou nápravu. Na toto uspořádání reaguje technologie, kdy se nepoužívá jedna centrální pohonná jednotka ale 2, nebo 4, kde každý motor pohání jedno kolo. Pohon každého kola zvlášť využívá další koncepce a to použití nábojových elektromotorů. Tyto motory jsou umístěny přímo na náboji kola a šetří tak místo v podvozku, které se dá využít například pro baterie s větší kapacitou, jenž prodlouží dojezdový radius elektromobilu.



Obrázek 4: Statistika ujetých vzdáleností osobního vozidla [5]

Akční radius elektromobilů se nyní pohybuje průměrně okolo 130 až 200 km a spotřeba okolo 13 kW\*h/100 km (záleží na výrobci). Na obrázku 4 vidíme, že 59,1 % všech jízd automobilem nepřekročí vzdálenost 10 km. Z toho usuzujeme, že 60 ÷ 70 % veškeré automobilové dopravy je městský, případně provoz mezi satelity. Elektromobily jsou svými vlastnostmi ideální pro tento režim provozu. Při tomto režimu je automobil 1 ÷ 2 hodiny v provozu. Zbytek času se automobil může připojit k síti a fungovat jako úložiště, nebo zdroj energie pro síť. I přes to, že 60 % jízd se uskuteční do 10 km, tak je elektromobilům vytýkán malý dojezdový radius. Tento problém řeší hybridní automobily, jenž obsahují hybridní pohon, který je kombinací elektromotoru a spalovacího motoru.

### Budoucnost

V roce 2013 se v USA prodalo 95 881 elektromobilů, to znamená 82 % nárůst oproti roku 2012. Společnost Navigant Research předpokládá, že od roku 2013 do roku 2022 se v USA prodá 2,6 milionu elektromobilů, ovšem při nynějším růstu poptávky po elektromobilech můžeme očekávat, že toto číslo bude několikrát větší. Stejný růst budeme moci sledovat po celém světě. Zároveň se bude zvyšovat dojezdová vzdálenost a klesat bude i cena elektromobilů a tím se stanou dostupnějšími pro větší spektrum společnosti. Z toho vyplývá, že musíme do budoucna počítat s elektromobily jako s důležitým energetickým prvkem, jenž bude zásadně ovlivňovat elektrizační soustavu. [2], [5], [10], [16], [18], [20]

### **1.3.3 Výhody a nevýhody elektromobilů**

#### Výhody

- o 70% větší účinnost, než spalovací, či zážehový motor
- odpadá potřeba spojky, převodovky, výfuku, palivového, chladícího nebo olejového okruhu, z toho vyplývá snadnější údržba
- elektromobily lze použít jako úložiště energie ve spojitosti s inteligentními sítěmi
- vlastnosti odpovídají skutečnému využití automobilu
- šetrnější k životnímu prostředí
- levný provoz

#### Nevýhody

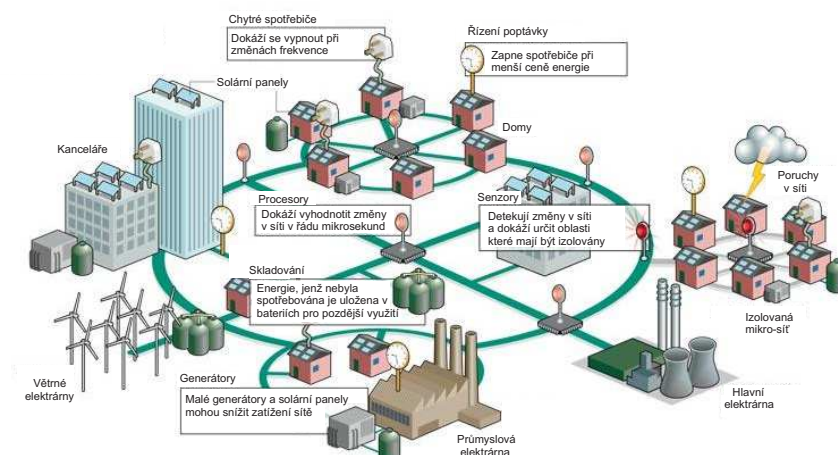
- malá dojezdová vzdálenost na jedno nabití
- problémy s vyvinutím baterie s požadovanými vlastnostmi (hmotnost, kapacita, životnost, cena, bezpečnost)
- malý počet nabíjecích stanic
- doba nabíjení

## 1.4 Smart Grids

Při řešení připojení elektromobilů k síti během ostrovního provozu musíme řešit několik problémů, se kterými počítá projekt inteligentních sítí (Smart Grid).

Inteligentní síť se nazývá proto, že dojde k propojení mezi uživateli a výrobcí nejen silovou, ale i komunikační sítí. Díky větší integraci komunikačních, sledovacích a regulačních technologií nám bude umožňovat, aby provozovatel sítě mohl na lokální, tak globální úrovni inteligentně rozdělovat elektrickou energii. To znamená, že oproti dnešnímu stavu, kdy energie putuje pouze od výrobce ke spotřebiteli, bude možné regulovat tok výkonu i od spotřebitele do sítě. Tím dojde i ke snížení spotřeby elektrické energie a zefektivnění využití obnovitelných zdrojů. To nám zároveň umožní využívat elektromobily jako akumulární prostředky při regulaci zatěžovacího diagramu ostrova. SG dovolí také distributorovi rozdělovat místní zdroje místním spotřebitelům, tím dojde k odlehčení sítě a zvýšení energetické propustnosti vedení. Chytré elektroměry pak mohou v závislosti na vytížení sítě vypínat nedůležité spotřebiče a směřovat energii jinými cestami, tím bude aktivně předcházet výpadkům sítě. Informace o spotřebě bude dostávat nejenom distributor, ale i spotřebitel, který pak bude moci sledovat svoji spotřebu a poté bude moci určit, který tarif pro něj bude nejvýhodnější.

Po přechodu na SG bude nemožné odebírat energii ze sítě takzvaně „na černo“. SG pozná neoprávněný odběr energie a dokáže tak místo černého odběru snadno lokalizovat. Tím se dostáváme k nejdiskutovanějšímu problému SG, a tím je jejich až přílišná informovanost. Pokud se zloděj dokáže dostat k datům vysílače, jenž ovládá danou část sítě, mohl by z dat poznat, zda je uživatel v domě přítomen, či nikoliv. Elektroměry proto musí mít dostatečně zašifrovaná data, aby nemohly být zneužité. [2], [7], [12], [13], [15]



Obrázek 5: Znázornění inteligentní sítě smart grid [14]

### 1.4.1 HDO

System hromadného dálkového ovládání je brán jako 0. generace sítí Smart Grid. V současné době se HDO využívá k vypínání, či zapínání zařízení na dálku. Přenos příkazů probíhá pomocí impulzů přímo přes silové vedení, kterým se šíří z vedení VN přes transformační stanice na vedení NN, až ke koncovým zařízením. Tento signál je rozpoznán přijímačem HDO, který na daný signál zareaguje. Díky šíření signálů celou sítí zareagují na daný impulz všechna vybraná zařízení. Dále jsou jednotlivým distributorům určeny rozdílné frekvence, aby neovlivňovali svým řízením ostatní zařízení v síti.

Systemem HDO se dá ovládat mnoho aplikací. Příkladem můžou být veřejná osvětlení, zavlažování, elektroměry, veřejné hodiny, topení a další. Hlavní funkcí HDO je ekonomičtější rozdělování energie během denní spotřeby. HDO tak umožňuje používat například dvoutarifové účtování elektřiny, kdy distributor může například manipulovat s výkonem vytápění a následně za tuto službu spotřebiteli může účtovat odběr za nižší cenu. V roce 2003 bylo pod správou Západočeské energetiky a.s. zhruba 150 tisíc přijímačů HDO, jenž zajišťují dálkové ovládání stykačů. [1], [2], [21]

## 2 Energetické bilance města Plzeň

Dle předpokladu územního plánu města Plzně je potřeba počítat se zásobením energií plochu o rozloze cca 137 km<sup>2</sup>. Tato plocha je tvořena průmyslovými, obytnými, obchodními, kancelářskými a jinými budovami. Touto variabilitou odběratelů se kladou nároky na dodávky činné i jalové energie. Plzeň má poměrně dobré zajištění dodávek elektrické energie, protože je napájena z více jak jednoho zdroje. V případě výpadku některého z přístupových uzlů není třeba přechodu na ostrovní provoz a město může dál fungovat při napájení ze sekundárního přípojného bodu.

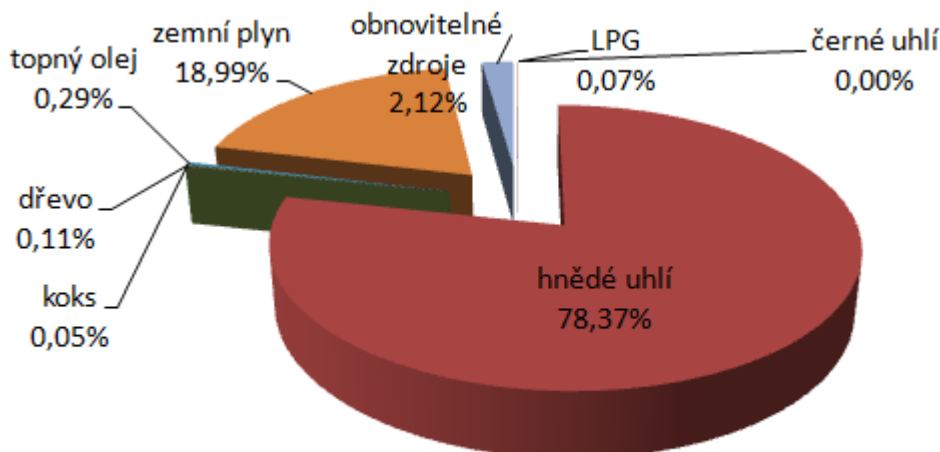


Obrázek 6: Územní plán města Plzně (2007) [1]

Celkový instalovaný výkon ve výrobnách elektrické energie na území města Plzně je 191,3 MWe. V roce 2006 se v Plzni spotřebovalo 967 849 MWh elektrické energie a vyprodukovalo 1 085 170 MWh. Z toho můžeme vyvodit, že Plzeň má stále energetické rezervy, pokud by mělo dojít k soběstačnosti zajištění dodávek elektřiny při ostrovním provozu. Výhodou je také variabilita paliva jednotlivých energetických bloků (uhlí, topný olej, biomasa, vodní a solární energie), to zabezpečí stálou dodávku i přes to, že by nastal nedostatek některého paliva. Bez uhlí by výkon nemohly dodávat největší bloky PE,

jenž sou hlavní dodavatelé elektřiny. Spotřeba by se navíc při ostrovním provozu snížila, protože by byly odpojeny dodávky nedůležitým subjektům a službám.

Na obrázku 7 je vidět grafické znázornění spotřeby jednotlivých druhů paliv, z nichž je část spotřebována na elektrickou a část na tepelnou energii. Největší spotřeba je hnědého uhlí a to 78,37 %, na tom má největší podíl Plzeňská energetika a.s. a Plzeňská teplárenská a.s. Dále se spotřebovává zemní plyn 19 %, ostatní paliva mají méně, než 1 % podíl na celkové spotřebě. [1]



Obrázek 7: Využití jednotlivých druhů paliv [1]

## 2.1 Měření spotřeby a výroby el. energie

V zimním období kvůli poklesu venkovních teplot stoupá spotřeba všech energií včetně elektrické, proto při určení energetické bilance města Plzně vycházíme z dat naměřených v zimě 16.1.2013 skupinou ČEZ, a.s. Data naměřená v tomto období mají pro nás největší vypovídající hodnotu. S těmito daty můžeme porovnat hodnoty naměřené v roce 2010 (příloha 1). Při porovnání zjistíme, že ve 3:00 hod. jsme v roce 2010 naměřili téměř dvakrát větší spotřebu a to 137,9 MW. Dodávali jsme přitom méně energie, než jsme spotřebovali a to 92,2 MW. Potencionální výkon byl ovšem 221 MW. O 3 roky později byla menší spotřeba a zároveň Plzeň vyrobila více energie než spotřebovala, také bylo dosaženo většího potenciačního výkonu a to 238 MW.

Při měření energetické bilance se zabýváme dvěma údaji:

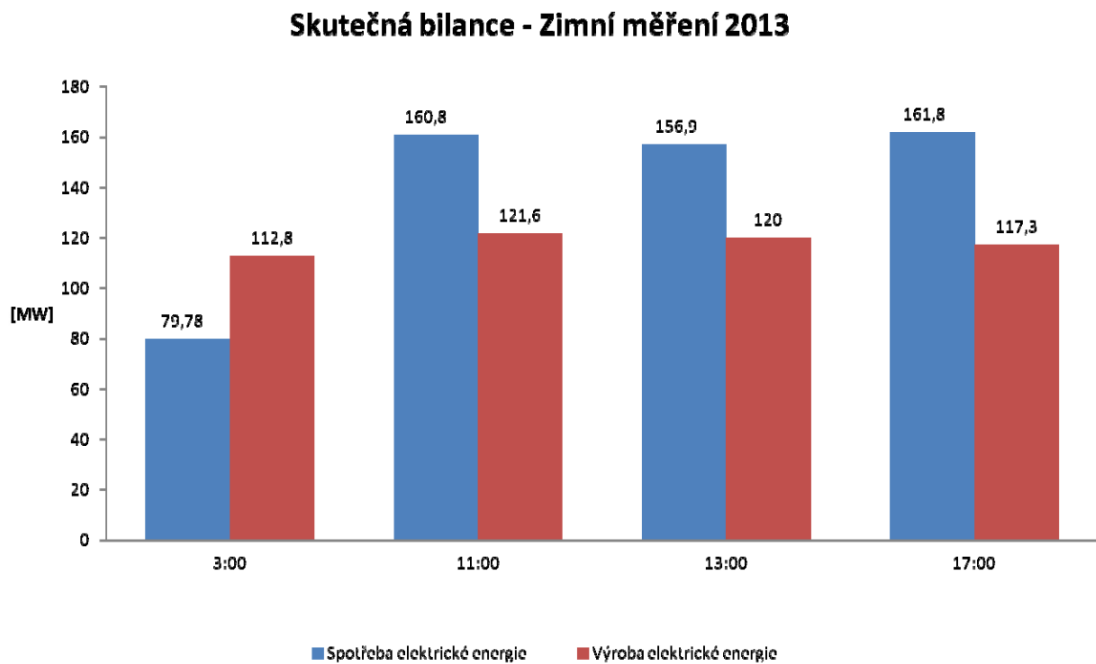
- Skutečná bilance - Udává poměr naměřené spotřeby a výroby, ukazuje aktuální vytíženost energetických zdrojů.
- Potencionální bilance - Udává maximální dosažitelný výkon výroben a naměřené spotřeby.

Pokud bychom vzali v potaz pouze skutečnou bilanci, výsledky pro ostrovní provoz Plzně nejsou příznivé, protože město spotřebovává víc energie, než dokáže vyrobit. Naštěstí v našem případě Plzeň využívá svoje zdroje pouze jako doplňkové a většinu energie si bere z vnější distribuční soustavy, tudíž nevyužívá své zdroje na plný výkon. Pokud bychom vzali v potaz maximální možný dosažitelný energetický výkon na území Plzně zjistíme, že Plzeň má dostatečnou energetickou rezervu pro ostrovní provoz, viz obr. 8 a 10. [1], [2], [19]

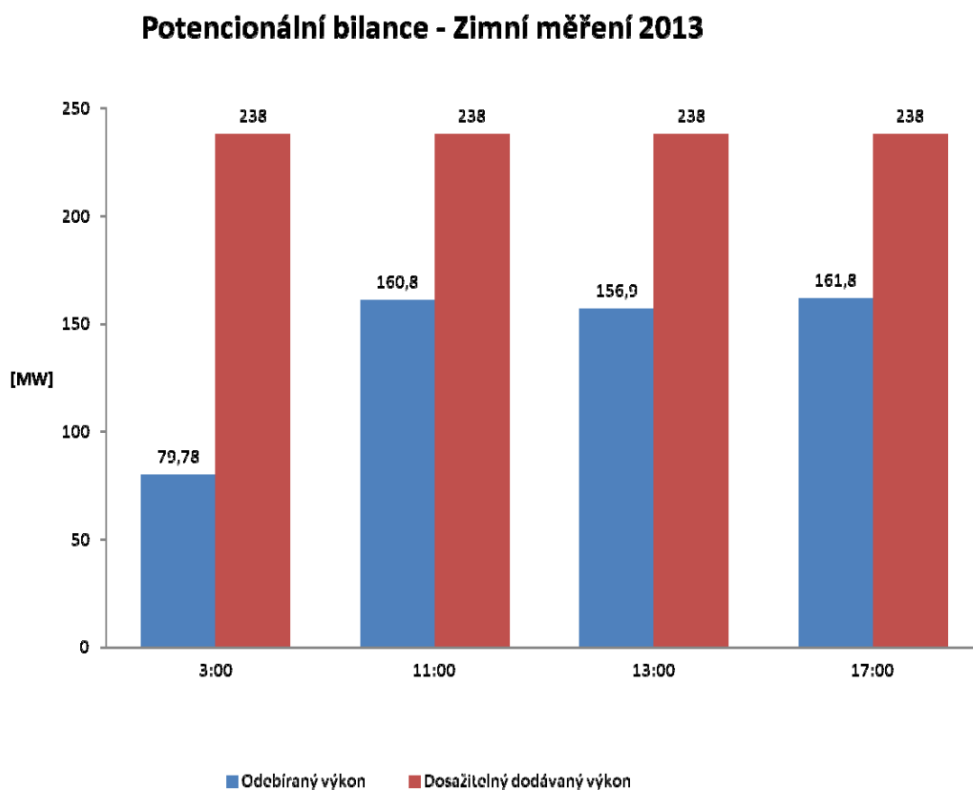
CELOSTÁTNÍ MĚŘENÍ DNE :		16.1.2013		3:00 hod.		OBLAST PLZEŇ					
ČEZ -Západ	VÝROBA						SPOTŘEBA		BILANCE		
	INSTAL.	DOSAŽ.	DOČ.VYŘ.	POHOT.	DODÁVANÝ NA SV.		ZÁLOHA				
	MW	MW	MW	MW	MW	MVAr	MW	MVAr	MW	MVAr	
Plzeň - město							19,7	-1,5	-19,7	1,5	
Plzeň - sever							7,7	-0,4	-7,7	0,4	
Plzeňská teplárenská	105,0	127,0	0,0	127,0	85,5	20,7	11,2	12,5	74,3	8,2	
Křimice							18,5	2,4	-18,5	-2,4	
Nová Hospoda							11,0	-0,8	-11,0	0,8	
Škoda ZČE - ELU T1							0,0	0,0	0,0	0,0	
Škoda ZČE - ELU T2							-5,2	-7,0	5,2	7,0	
Plzeňská energetika	110,0	111,0	9,0	102,0	27,3	19,3	9,2	3,2	18,1	16,1	
Plzeň-jih							17,5	0,0	-17,5	0,0	
Čemice							8,7	0,3	-8,7	-0,3	
<b>OBLAST PLZEŇ</b>	<b>215,0</b>	<b>238,0</b>	<b>9,0</b>	<b>229,0</b>	<b>112,8</b>	<b>40,0</b>	<b>0</b>	<b>79,8</b>	<b>6,3</b>	<b>14,5</b>	<b>31,3</b>

Obrázek 8: Naměřené hodnoty - Plzeň dne 16.1.2013 3:00 hod. [19]





Obrázek 9: Skutečná energetická bilance - Plzeň dne 16.1.2013 [19]



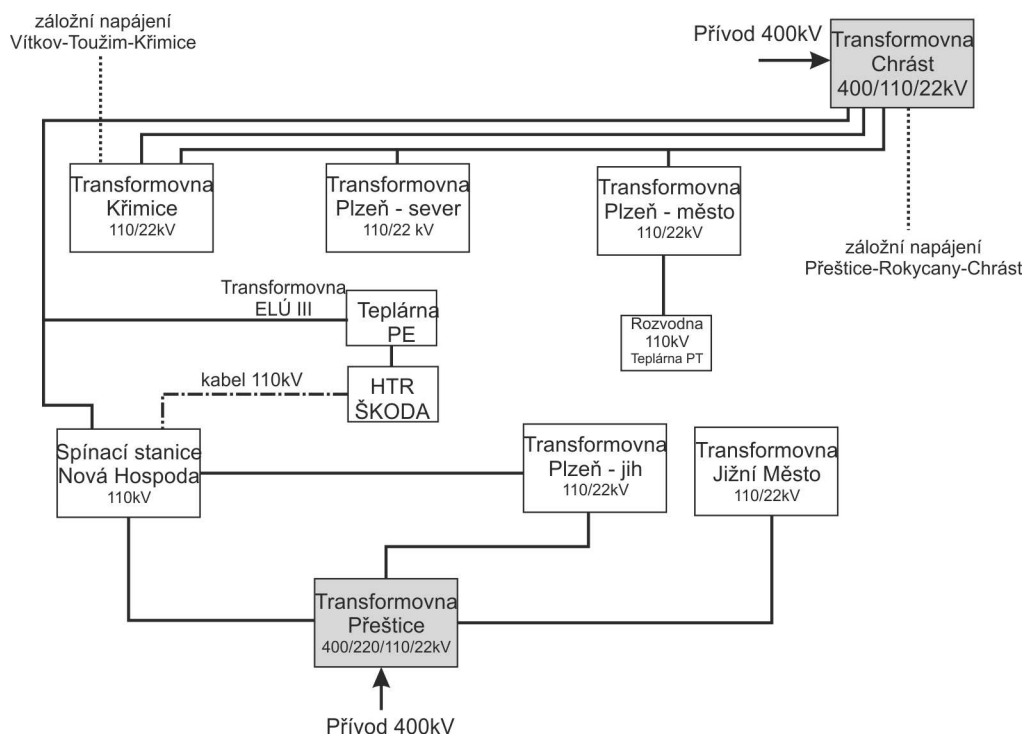
Obrázek 10: Potencionální energetická bilance - Plzeň dne 16.1.2013 [19]

## 2.2 Dodavatelé elektrické energie

Plzeň je zásobována elektrickou energií jak z vnější sítě 400 kV, tak má na svém území i vlastní zdroje elektrické energie. Na obrázku 11 je vidět blokové schéma hlavních zdrojů elektrické energie. [1], [19]

### Seznam energetických zdrojů

- Plzeňská energetika, a.s.
- Plzeňská Teplárenská, a.s.
- Transformovna Chrást 400/ 110/22 kV
- Transformovna Přeštice 400/220/110/22 kV
- Transformovna Černice 110/22 kV
- Spínací stanice Nová Hospoda 110 kV
- Transformovna Plzeň - město 110/22 kV, 2 x 40 MVA (Napájeno z transf. Chrást)
- Transformovna Plzeň - sever 110/22 kV, 2 x 40 MVA (Napájeno z transf. Chrást)
- Transformovna Plzeň - jih 110/22 kV, 2 x 40 MVA (Napájeno z transf. Přeštice)
- Transformovna Křimice 110/22 kV, 2 x 40 MVA (Napájeno z transf. Chrást)
- Obnovitelné zdroje



Obrázek 11: Schema rozvodu elektrické energie v Plzni [22]

### 2.2.1 Plzeňská energetika, a.s.

Je největším dodavatelem elektrické energie v Plzni a zároveň druhým největším energetickým zařízením v Plzeňském kraji. V roce 2009 dosáhla produkce 235 GWh elektrické energie. PE využívá svoji produkci pro vlastní spotřebu a nadbytečná výroba je přesunuta na trh s elektřinou. PE se dále specializuje na podpůrné služby a silovou elektřinu. [1]

#### Instalované bloky

- 3 x MG o výkonu 22 MWe (záložní generátory na topný olej)
- K1 + TG 8 o výkonu 120 MWt + 28 MWe (uhelné)
- K3 + TG 9 o výkonu 111 MWt + 28 MWe (uhelné)
- K4 + TG 10 o výkonu 80 MWt + 24 MWe (uhelné)
- K5/K6 o výkonu 2 x 56 MWt (topný olej)

### 2.2.2 Plzeňská Teplárenská, a.s.

Je vlastníkem certifikátů pro výrobu a regulaci elektrické energie a proto se může účastnit energetických obchodů. Specializuje se na dodávky tepla pro město Plzeň. Jakožto největší dodavatel tepelné energie zásobuje všechny sektory zástavby (obytnou, průmyslovou, terciální část). Hlavní částí Plzeňské teplárenské, a.s. je centrální teplárna a lokální výtopna, jejíž podíl je nyní zanedbatelný. Jejich propojení systémem napaječů jim zároveň umožňuje efektivně vyrábět teplo a elektřinu. [1]

#### Instalované bloky

- K4/K5 + PTT o výkonu 2 x 128 MWt + 55 MWe (uhelné)
- K6 + KT o výkonu 128 MWt + 65 MWe (uhelné)
- SM + GE o výkonu 120 kWe (bioplyn)

### 2.2.3 Obnovitelné zdroje

#### Malé vodní elektrárny

Plzeň využívá energii z 10 vodních elektráren do výkonu 5 MW. Tyto elektrárny jsou schopné za rok vyprodukovat okolo 2 570 MWh. V Plzni je dalších 9 míst, která jsou vhodná pro výstavbu vodních elektráren. Do 20 let by se měly postavit další 3 vodní díla, která by zvedla využití energetického potenciálu z vodních zdrojů na 90 %, to je 3 800 MWh za rok.

### Bioplyn

Plzeň není vhodná pro větší výrobu energie z biomasy. Nemá dostatek potřebných zdrojů, jako je zemědělský nebo dřevařský průmysl. Město Plzeň proto využívá biomasu z čističky odpadních vod, kde dokáže zpracováním bioplynu vyrobit za rok 6 719 MWh elektrické energie (rok 2006). Dále byla v roce 2007 spuštěna výrobná na skládce u obce Chotíkov, kterou provozuje PT. Využívá výhradně plyn tvořící se na skládce, jenž pohání pomocí spalovacího motoru generátor s výkonem 120 kWe. V plánu je výstavba kotle o výkonu 10 MWe, kde se bude spalovat dřevní štěpka s výhřevností 3 kWh/kg.

### Solární energie

U tohoto způsobu výroby elektřiny přichází v potaz systém drid-off (ostrovní verze FV), kde je FV pole vybaveno bateriemi pro pozdější využití akumulované energie. Při průměrné sluneční energii, která je zachycena na území Plzně jsme schopni vyprodukovat na 1 m<sup>2</sup> zhruba 110 kWh energie za rok. Vzhledem k vysoké aglomeraci na území města připadají v úvahu solární panely umístěné na střechách budov. Výkon těchto modulů je o něco menší, takže jsou schopny vyprodukovat na 1 m<sup>2</sup> asi 22 až 40 kWh energie. Při výzkumu využitelnosti střešních ploch pro výrobu elektrické energie pomocí solárních kolektorů bylo určeno 53 800 m<sup>2</sup> jako vhodné plochy pro výrobu. Na této ploše jsme schopni vyrobit ročně 3 764 MWh energie. [1]

## 2.3 Odběratelé elektrické energie

Celkově se na území města Plzně spotřebuje 967 849 MWh elektrické energie za rok. Odběratele této energie můžeme rozdělit do 5 skupin viz tabulka 3.

Tabulka 3: Spotřeba jednotlivých městských sektorů

Sektor	Spotřeba [MWh]
Průmysl	232 284
Terciární sféra	396 818
Obytná zástavba	319 390
Doprava	9 678
Zemědělství	9 678
celkem	967 849

Největší podíl na odběru elektrické energie má terciární sféra, do níž zahrnujeme obchody, zdravotnictví, kulturu, komunikaci, školství a také informační, finanční, bezpečnostní služby. Terciární sektor potom zaujímá 41 % z celkového odběru elektrické energie. Druhým největším odběratelem je obytný sektor, jenž zaujímá 33 % z celkové spotřeby. Jelikož je Plzeň poměrně průmyslově vytížená, jako třetí největší spotřebitel je průmyslový sektor a to s odběrem 24 % z celkové spotřeby. Mezi nejvýznamnější

představitelé průmyslového sektoru jsou například firmy ŠKODA transportation a.s., BRUSH SEM s.r.o., Plzeňský Prazdroj a.s., STOCK Plzeň-Božkov a.s., Panasonic AVC Networks Czech s.r.o. a jiné. Zbytek celkové spotřeby elektrické energie zaujímá zemědělství a doprava, která se někdy započítává do terciárního sektoru. Dohromady tyto sektory spotřebovávají 2 % energie. Celkem se tedy všemi sektory spotřebuje ročně na území města Plzně 967 849 MWh. [1]

## 2.4 Možnost přechodu do ostrovního provozu

Při přechodu do ostrovního provozu musíme zajistit dodávky energie pro zásadní systémy, které jsou nutné pro bezpečný chod města. Těmito systémy rozumíme správu města, IZS, dopravní infrastrukturu, základní ekonomické a zprostředkovatelské subjekty. V pozdější fázi přechodu do ostrovního provozu, kdy energetické bloky dosáhnou maximálního výkonu, můžeme začít dodávat energii všem ostatním sférám jako je obytná, terciární a průmyslová.

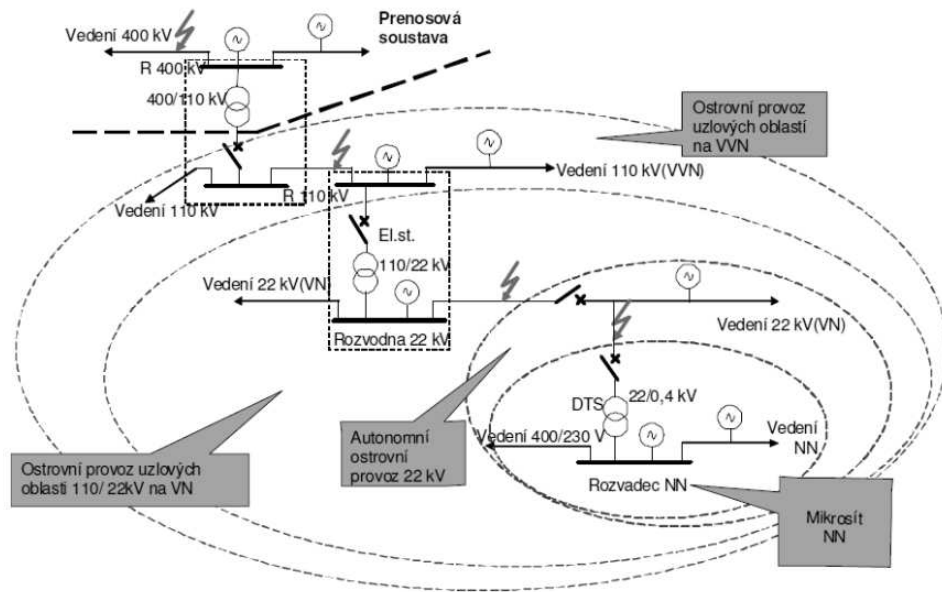
V roce 2001 se podařilo provést úspěšně test přechodu města Plzně do ostrovního provozu. Tím se potvrdila energetická soběstačnost města a jeho schopnost udržet energetické dodávky.

Hlavními dodavateli energie by byla Plzeňská energetika a.s. a Plzeňská teplárenská a.s. jenž by dodávaly do města většinu energie a zajistily by tak dostatečnou energetickou rezervu pro město. Výhodou je také úzká spolupráce mezi PE, PT a Západočeskou univerzitou, jenž zajišťuje stálé zlepšování návrhů OP. Momentálně tedy existuje technické řešení OP s možným black startem. Ovšem ještě zbývá dořešit přesné hranice Plzeňského ostrova, rozdělit úkoly jednotlivým subjektům a vybavit síť potřebnými ovládacími a sledovacími prvky. [2], [19]

### 2.4.1 Plzeňská energetika

Plzeňská energetika, a.s. je schopná pracovat ve třech režimech ostrovního provozu. Dokáže se odpojit od sítě a pracovat v ostrovním provozu pouze na pokrytí vlastní spotřeby, dodávat energii do vyčleněné oblasti města Plzně, nebo dodávat energii do celého města (obrázek 12).

K tomu, aby byla Plzeňská energetika schopna startu ze tmy a poté byla schopna zásobovat Plzeň, vlastní 3 motorgenerátory o výkonu 22 MW<sub>e</sub>. Tyto dieselové MG jsou schopné být trvale v provozu a jejich doba najetí na plný výkon jsou pouze 3 minuty. Jsou zároveň použity jako zdroj pro najetí hlavních bloků PE o výkonu 80 MW<sub>e</sub> a PT o výkonu 120 MW<sub>e</sub>, jenž se zapojí do pokrytí spotřeby ostrova. [1], [19], [23]



Obrázek 12: Úrovně ostrovního provozu města Plzeň [19]

## 3 Plzeň a elektromobilita v ostrovním provozu

### 3.1 Rozbor vlivu elektromobilů

#### 3.1.1 Aktuální stav města Plzeň

Momentálně jsou skupinou ČEZ v Plzni provozovány 2 nabíjecí stanice typu Mennekes. Tyto stanice jsou vybaveny dvěma zásuvkami a to 1f 230 V/16 A a 3f 400 V/32 A s maximálním dobíjecím výkonem 26 kW. Jedna stanice je umístěna v ulici Radčická u obchodního centra Plaza, druhá je umístěna v Guldenerově ulici u zákaznického centra akciové společnosti ČEZ. Tyto stanice jsou prvními pokusy o rozšíření elektromobility v Plzni. [16]

#### Potenciál energetického skladování a vliv na síť

Jelikož není zpracována statistika kolik elektromobilů se nyní využívá na území města Plzně, nelze provést výzkum, jaký vliv by momentálně měly elektromobily na síť při ostrovním provozu. Ovšem při počtu dobíjecích stanic můžeme zhruba určit, že jejich počet bude velmi malý a vliv na síť bude zanedbatelný. Pokud budeme uvažovat 14 hodinový interval využívání stanic od 6 hodin ráno do 8 hodin večer, kdy se tyto stojany budou využívat a u stojanu budou neustále využity oba konektory (6 hodin nabíjení a 1 hodina nabíjení), dokážeme denně nabít 16 elektromobilů jednou stanicí z 0 % na 100 %. Zároveň můžeme předpokládat, že uživatel neujede denně 150 km a nebude muset dobít elektromobil každý den, ale zhruba každý třetí. To nám určuje momentální kapacitu 48 elektromobilů na jednu nabíjecí stanici. Při nynějších podmínkách to je 96 elektromobilů. Tyto elektromobily budou při ostrovním provozu připojeny k síti i během noci, kdy ho uživatel poskytne správci sítě, který ho bude moci využívat. To, že uživatel na noc připojí elektromobil do sítě, si zajistíme nabídnutím výhodnějších cenových tarifů za jeho služby.

Na určení možné energie, kterou můžeme čerpat, či dodávat do elektromobilů budeme uvažovat nejmodernější lithium-yttrium-železo-fosfátové akumulátory, které mají nízkou výrobní cenu, jsou stabilní, netoxické a mají příznivý poměr kapacita hmotnost. Momentálně dosahujeme výkonu cca 55 Wh/kg. Při použití baterie vážící 13 kg dostaneme výkon 720 Wh. Při ideálním stavu, kdy by byly všechny elektromobily na noc připojeny bychom mohli pracovat s výkonem 69,12 kWh. Při denní spotřebě elektrické energie v Plzni 2 652 MWh, je vliv elektromobilů na síť zanedbatelný, jak jsme předpokládali. [16], [18], [20]

### 3.1.2 Stav při rozdílném zastoupení elektromobilů

Při řešení využívání elektromobilů během ostrovního provozu neznáme předem kolik elektromobilů se bude na území Plzně vyskytovat a kolik jich tedy budeme moci využívat k pokrytí denního diagramu zatížení. Budeme tedy uvažovat 3 hodnoty zastoupení elektromobilů a to 10 %, 25 % a 50 %. Ze statistiky vyplývá, že automobil vlastní v České republice každý 2. občan, tuto statistiku tedy aplikujeme i na Plzeň. Při celostátním sčítání v roce 2011 měla Plzeň 168 808 obyvatel. To představuje 84 404 automobilů. V tabulce 4 vidíme, kolik elektromobilů při jednotlivých zastoupeních bude možno na území Plzně využívat, jejich energetickou kapacitu, kolik tato energie představuje z celkové energie, jenž je v Plzni spotřebována za 24 hodin a počet potřebných dobíjecích stanic. Energetickou kapacitu jednoho automobilu a kapacitu jedné dobíjecí stanice jsme si určili v kapitole 3.2.1.

Tabulka 4: Parametry související s podílem elektromobilů v dopravě

Podíl [%]	Počet el. mobilů [ks]	Stanice [ks]	Energie [MWh]	Podíl z denní spotřeby [%]
10	8 440	176	6,077	0,229
25	21 101	440	15,193	0,573
50	42 202	880	30,385	1,146

Z rovnice (1), kde  $E_{1mob}$  je energetická kapacita jednoho elektromobilu v MWh,  $n_{mob}$  je celkový počet automobilů v Plzni a  $k$  je konstanta určující procentuální podíl elektromobilů, určíme celkovou energii v MWh, kterou můžeme do elektromobilů uskladnit.

$$E_{celk} = E_{1mob} \cdot \frac{n_{mob}}{100} \cdot k \quad (1)$$

Při porovnání jednotlivých podílů elektromobilů v dopravě zjistíme, že při 50 % elektromobilů budeme moci pracovat s energií 30,385 MWh, při 25 % podílu 15,193 MWh a při 10% podílu 6,077 MWh. Z těchto hodnot jsme následně určili, jaký podíl tato energie představuje z celkové denní spotřeby města Plzně. Tím získáme představu o energetickém potenciálu elektromobilů. Zajímavý začíná být stav, kdy polovina automobilů v Plzni bude poháněna elektřinou. Energie uskladněná v elektromobilech bude dosahovat 1,146 % z celkové denní spotřeby Plzně. Na tuto energii by mohla v ideálním případě Plzeň fungovat bez omezení zhruba 20 minut. Tato doba by mohla být dostatečná k obnovení dodávek elektrické energie do ostrova z primárních zdrojů. Bohužel, tohoto výkonu bychom dosáhli pouze v noci, kdy by byly všechny automobily připojeny k rozvodné síti. Přes den bychom v jednom okamžiku pomocí veřejně přístupných dobíjecích stanic připojili pouze 1760 automobilů. To jsou pouhá 4% z celkového počtu elektromobilů. Představuje to 1,22 MWh energie, kterou bychom převážně do elektromobilů dodávali.



## 3.2 Připojení elektromobilu k síti

Nejjednodušším řešením by bylo připojit dobíjecí stanice přímo ke klasickým čerpacím stanicím, jichž je na území Plzně zhruba 20 a zásobují rovnoměrně město pohonnými hmotami. Lidé jsou zvyklí doplňovat palivo na čerpacích stanicích a již vědí, kde se jaká čerpací stanice nachází, tudíž by bylo logické dobíjet elektromobily na stejném místě. Toto řešení má ale své nedostatky, díky kterým se dobíjení elektromobilů zatím musí realizovat jinak.

### Problémy s připojením

- spolupráce s majiteli možných provozoven
- rychlost nabíjení
- kapacita míst
- ochrana proti vandalismu
- pokrytí
- identifikace uživatele

### 3.2.1 Problémy s nabíjecími stanicemi

#### Spolupráce s majiteli možných provozoven

Jednotliví provozovatelé nemusí mít zájem o to, vybavit se stanicí pro nabíjení elektromobilů. Uživatel pak nemusí vědět, jestli je toto místo vybaveno stanicí pro nabíjení a při nynějším vytížení by vybité elektromobily stojící například u čerpacích stanic představovaly nemalý problém. Tento nedostatek se dnes dá elegantně vyřešit pomocí chytrých telefonů, který už dnes vlastní téměř každý a dá se předpokládat, že uživatelé elektromobilů budou na 90 % vlastnit nějaký telefon s operačním systémem. Potom není problém vyvinout aplikaci s mapou, kde by byly zobrazeny nejbližší dobíjecí stanice, včetně volných kapacit.

#### Rychlost nabíjení

Momentálně je na trhu několik druhů dobíjecích stanic. Podle rychlosti dobíjení je můžeme rozdělit na pomalé, rychlé a ultra rychlé.

- Pomalé stanice

Využívají klasickou síť 230 V. Tyto stanice mají výkon do 3,5 kW (16 A/230 V) a doba nabíjení se pohybuje okolo 6 hodin. Jako pomalou stanicí můžeme využít klasický rozvod v domě a proto je tento typ vhodný pro domácí nabíjení například přes noc, kdy pro nás rychlost nabíjení není prioritou.

- Rychlé stanice  
Využívají 3f síť 400 V a pracují s výkonem okolo 20 kW (32 A/400 V). Jsou pak schopné nabít elektromobil za 60 minut. Tyto stanice jsou vhodné do obchodních domů, městských center, úřadů, sportovních středisek a obecně do míst, kde se lidé s automobily zdržují středně dlouho dobu (1-3 hodiny).
- Ultra rychlé  
Stanice pracují s výkonem 50 až 100 kW a umožňují nabít elektromobil v rozmezí 10 až 30 minut. S takto rychlým nabitím ale nastává problém s větší energetickou náročností a tím náročnějšími požadavky na distribuční síť. Takto vybavené dobíjecí místo musí mít speciální připojení na elektrickou síť, které bude zvládat odběr až 250 A na jednu stanic. Tento typ stanic by byl eventuálně vhodný k umístění na čerpacích stanicích, kde by po 10 minutách mohl řidič opustit dobíjecí místo a pokračovat v jízdě s plně nabitou baterií.

#### Kapacita míst

Čerpací stanice umístěné v urbanistickém prostředí nemají mnoho možností jak rozšířit svoje kapacity pro elektromobily. Jsou většinou umístěné na malé ploše, bez nadbytečných parkovacích míst. Není navíc možné, aby se auta nabíjela u čerpací stanice několik hodin a řidič musel čekat. Mnohem příznivější je stav u obchodních center, která jsou vybavena velkým množstvím parkovacích míst. Nabíjecí stanice jsou navíc velice kompaktní a zabírají plochu maximálně 1 m<sup>2</sup> a na výšku dosahují 180 cm. Pro obchodní centrum by potom neměl být problém instalovat dobíjecí stanice k již vytvořeným parkovacím místům. Stejný postup platí i pro ostatní subjekty jako jsou sportovní haly či úřady.

#### Ochrana proti vandalismu

Dobíjecí stanice se stanou častým terčem vandalismu. Neopatrnou manipulací nebo účelnou destrukcí může dojít k poškození konektoru přívodního kabelu, jeho utržení, či narušení izolace. Kvůli tomuto problému by stanice měly být umístěny na viditelném místě a pod kamerovým dohledem, aby se omezila četnost poruch. Jinak je dobíjecí stanice naprosto bezúdržbová a může fungovat nepřetržitě celý rok.

#### Pokrytí

Díky několika druhům nabíjecích stanic s různými charakteristikami je pokrytí města dostatečnou nabíjecí kapacitou v celku bezproblémové. Jelikož jsou rozměry stanice malé, můžeme umístit stanice k rozličným institucím a komplexům bez toho, aby to mělo vliv na zástavbu. Celkově chceme pokrýt stanicemi plochu o rozloze cca 137 km<sup>2</sup>, což je katastrální výměra města Plzně včetně všech městských částí.

#### Identifikace uživatele

Každý uživatel, který bude chtít využívat služeb elektrických nabíjecích stanic se

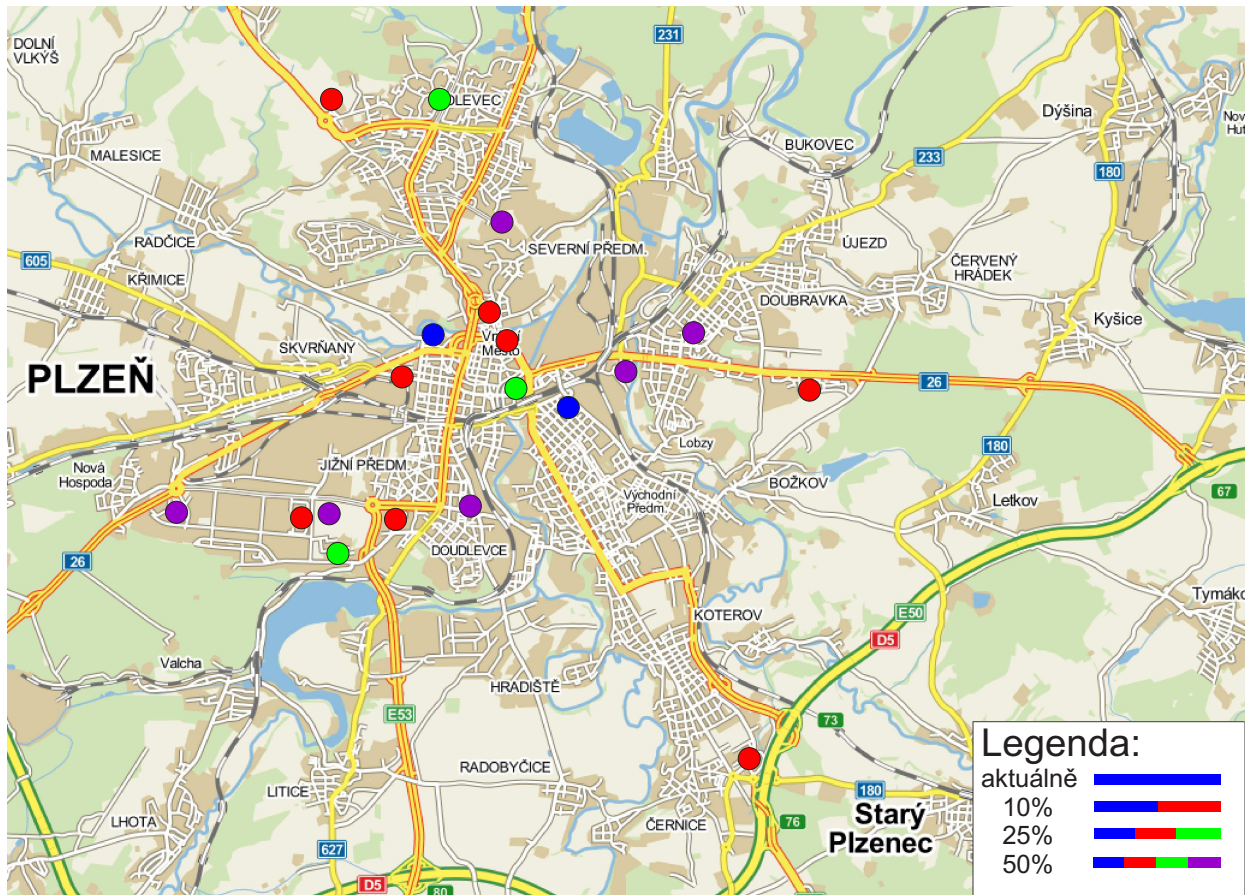
bude muset registrovat u provozovatele (nyní ČEZ a.s.). Od provozovatele obdrží čip, jenž si bude moci připevnit například na klíče a s tímto čipem bude prokazovat svoji totožnost. Při přiložení čipu ke stanici se stanice odemkne a uživatel bude moci na panelu vybrat typ nabíjení a zapojit zvolený kabel do automobilu. Poté, co proběhne inicializace ze strany stojanu, uvidí zákazník stav baterie a ta se začne nabíjet, zároveň uvidí přibližnou dobu nabíjení automobilu, aby nedocházelo k zablokování stanice. Informaci o dobití elektromobilu navíc může zákazník obdržet formou SMS na svůj mobilní telefon. Po ukončení nabíjení se uživatel opět odhlásí pomocí svého čipu a stojan je připraven pro dalšího zákazníka. Momentálně je v jednání, aby uživatel mohl používat jeden čip pro všechny stanice a nemusel tak nosit u sebe čipy několika provozovatelů. [15], [16], [18], [20]

### 3.2.2 Návrh dobíjecí infrastruktury

Na obrázku 13 jsou znázorněny místa, kde by byly umístěny nabíjecí stanice při různém podílu elektromobilů v dopravě. Celé řešení je bráno z hlediska využívání stanic pouze během dne od 6:00 do 20:00 hodin. Během noci budou tyto stanice většinou nepřístupné a počítá se s tím, že vlastníci elektromobilů budou mít instalovány svoje přípojky na normální nabíjení a noční připojení doma. Dále nejsou zohledněny stanice, jenž budou mít podniky umístěné na svých interních parkovištích pro své zaměstnance. Navržené stanice jsou umístěny u obchodních center a v parkovacích domech, či na veřejných parkovištích.

Modře vyznačené stanice jsou aktuálně vystavěny na území Plzně. Jedná se o stanici V Guldenerově ulici u sídla ČEZ, a.s. a druhá je umístěna u obchodního domu Plaza v ulici Radčická.

Červeně jsou vyznačena místa, která rozšíří pokrytí Plzně o další stanice při 10% podílu elektromobilů. Zároveň dojde k přidání dalších 19 nabíjecích stanic na parkovišti a v parkovacím domě Plaza. Celkem se bude jednat o 176 nabíjecích stanic, které by měli zajistit potřebnou energii během dne pro 21 101 automobilů. Seznam míst, kde budou stanice umístěny, i s jejich počtem je vypsán v tabulce 5. Můžeme zmínit například parkovací dům Rychtářka, jenž se nachází v centru a má kapacitu 447 parkovacích míst. Je tedy důležitým objektem pro umístění nabíjecích stanic. Dále je umístěno větší množství stanic u obchodního centra Olympia. Je to způsobeno tím, že se jedná o obchodní oblast, kde je více obchodních domů nejen v samotném komplexu Olympie, tudíž by se stanice rozdělily i mezi tyto subjekty.



Obrázek 13: Rozmístění dobíjecích stanic v Plzni [17]

Tabulka 5: Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 10% podílu elektromobilů

Při 10% zastoupení elektromobilů	
Počet stanic	Umístění
20	OC Plaza, Radčická 2
1	ČEZ, Guldenerova 2577/19
15	AREA BORY, Sukova 2895/23
50	Parkovací dům Rychtářka, Truhlářská 2755/5
15	OC Plzeň, Rokycanská 1424/128
10	OC Rondel, Lochoťínská 1108/18
5	Centrální autobusové nádraží, náměstí Emila Škody 2757/1
30	OC Olympia, Písecká 972/1
15	OC Borská pole, U Letiště 1074/2
15	Globus, Chotíkov 385
176	CELKEM

Při nárůstu elektromobilů na 25 % (tabulka 6) podíl v Plzni, přibudou ke stávajícím místům, která se rovněž rozšíří ještě tři nová stanoviště a to u Západočeské univerzity, u OC TESCO v ulici Americká a u Hypermarketu Albert v ulici Gerská (obr. 13). To představuje celkem 440 dobíjecích stanic. Poslední jmenované místo nepředstavuje pouze parkoviště u tohoto Hypermarketu, ale zahrnuje širší plochu, protože v okolí se nachází benzinová stanice a několik dalších obchodních míst, kde se shromažďuje větší množství lidí. Stanice by se v této oblasti rovnoměrně rozmístily k nákupním centrům.

Tabulka 6: Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 25% podílu elektromobilů

<b>Při 25% zastoupení elektromobilů</b>	
Počet stanic	Umístění
45	OC Plaza, Radčická 2
1	ČEZ, Guldenerova 2577/19
25	AREA BORY, Sukova 2895/23
90	Parkovací dům Rychtářka, Truhlářská 2755/5
30	OC Plzeň, Rokycanská, Rokycanská 1424/128
25	OC Rondel, Lochotínská 1108/18
10	Centrální autobusové nádraží, náměstí Emila Škody 2757/1
50	OC Olympia, Písecká 972/1
40	OC Borská pole, U Letiště 1074/2
40	Globus, Chotíkov 385
14	Hypermarket Albert, Gerská 2030/23
10	Tesco, Americká 2186/47
60	Západočeská univerzita, Univerzitní 2762/22
440	CELKEM

Pokud by podíl elektromobilů v Plzni dosáhl 50 %, vystavily by se další stanice a to u Makra v ulici Obchodní, FN Plzeň, OC Doubravka, Baumax v ulici Rokycanská a u Bauhausu na Jižním Předměstí (obr. 13). Tyto stanice by zajistily další pokrytí Plzně a pomohly by tak uskutečnit dobíjení elektromobilů na více místech. Celkem by bylo instalováno 880 nabíjecích stanic, které by při ideálním stavu dokázaly zabezpečit až 42 202 elektromobilů. Počet stanic vzhledem k počtu automobilů se může zdát malý, ale vycházíme z předpokladu, že všechny elektromobily, které dané místo navštíví nebudou zapojeny během nečinnosti a tudíž vznikne dostatečná rezerva v kapacitě stojanů. Nejvíce stanic bude umístěno v parkovacím domě Rychtářka a to 200 stanic, následuje se 100 stanicemi OC Olympia, OC plaza a Západočeská univerzita. Seznam všech nabíjecích míst s počtem přípojných stanic je vypsán v tabulce 7. Jedná se převážně o poloveřejná místa, jako jsou obchodní a parkovací domy, kde je předpokládána největší koncentrace automobilů.

Tabulka 7: Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 50% podílu elektromobilů

<b>Při 50% zastoupení elektromobilů</b>	
Počet stanic	Umístění
100	OC Plaza, Radčická 2
2	ČEZ, Guldenerova 2577/19
50	AREA BORY, Sukova 2895/23
10	FN Lochotín, alej Svobody 923/80
200	Parkovací dům Rychtářka, Truhlářská 2755/5
50	OC Plzeň, Rokycanská, Rokycanská 1424/128
40	OC Rondel, Lochotínská 1108/18
15	Centrální autobusové nádraží, náměstí Emila Škody 2757/1
100	OC Olympia, Písecká 972/1
60	OC Borská pole, U Letiště 1074/2
40	Globus, Chotíkov 385
20	Hypermarket Albert, Gerská 2030/23
20	Tesco, Americká 2186/47
100	Západočeská univerzita, Univerzitní 2762/22
18	Makro, Obchodní 1129/2
10	FN Plzeň, Edvarda Beneše 1128/13
10	OC Doubravka, Masarykova 1201/75
15	Baumax, Rokycanská 1171/6
20	BAUHAUS, Jižní Předměstí 2957
880	CELKEM

## 4 Závěr

Z měření energetické bilance města Plzně ze dne 16.1. 2013 a 20.1. 2010 jsem určil, že Plzeň je schopna pracovat v režimu ostrovního provozu s potenciálním výkonem 238 MW při spotřebě okolo 160 MW. Ostrov se vytvoří na území 137 km<sup>2</sup> a bude zásobovat energií 168 808 obyvatel, jejichž počet bude v Plzni v následujících letech stagnovat. Hlavní dodavatel energie bude Plzeňská energetika, a.s., jenž je schopna startu ze tmy. Na pokrytí spotřeby ostrova se bude podílet také Plzeňská teplárenská, a.s.

Využití elektromobilů jako regulovatelného prvku v energetické soustavě se neobejde bez inteligentních sítí tzv. smart grid. Ty nám umožní monitorovat a ovládat síť na všech úrovních a regulovat tak tok elektrické energie oběma směry. Tyto sítě nejsme momentálně schopni plošně instalovat do všech měst tak, aby došlo k efektivnímu využívání regulačních a ovládacích možností.

V roce 2020 by podle analýzy ČEZ, a.s. v České republice elektromobily dosáhly 5 % podílu v dopravě. Toto číslo nedosahuje ani na nejnižší mnou uvažovanou hranici. Užitečné hodnoty získáváme při 50 % podílu elektromobilů, kdy celková kapacita elektromobilů dosahuje 1,146 % denní spotřeby elektrické energie města Plzně a to 30,385 MWh. Tato energie by zajistila několikaminutovou dodávku elektrické energie do města v případě výpadku primárních zdrojů. Můžeme ovšem očekávat strmý nárůst elektromobilů v dopravě. Zvětšuje se kapacita baterií i rychlost nabíjení a tím odpadají hlavní nevýhody elektromobilů. Dle Mooreova zákona by se tedy každé dva roky měl počet elektromobilů zdvojnásobit. Tento přírůstek je ovšem ovlivněn mnoha vlivy (ekonomickými, sociologickými, přírodními, ...).

Rozmístění dobíjecích stanic v Plzni jsem určil z předpokládané hustoty dopravy a počtu parkovacích míst na uvažovaných lokalitách. K efektivnějšímu rozložení je třeba zpracovat studii o pohybu a koncentraci automobilů na území města Plzně. Při 50 % podílu elektromobilů jsem navrhl 880 dobíjecích stanic, jenž by byly využívány na 19 poloveřejných lokalitách. V ideálním případě by zajistily kapacitu pro nabíjení během dne až pro 42 202 automobilů. Parametry elektromobilů a dobíjecích stanic se budou s časem vyvíjet, jakožto budou zanikat stávající a vznikat nová vhodná místa. Proto se mnou navržené řešení může od reálných výsledků za několik let lišit.

## Seznam obrázků

1	Přenosová soustava ČR . . . . .	5
2	Týdenní maxima odběru ČR . . . . .	6
3	Znázornění ostrovů v ES . . . . .	10
4	Statistika ujetých vzdáleností osobního vozidla . . . . .	12
5	Síť smart grid . . . . .	14
6	Územní plán města Plzně (2007) . . . . .	16
7	Využití jednotlivých druhů paliv . . . . .	17
8	Naměřené hodnoty - Plzeň dne 16.1.2013 3:00 hod. . . . .	18
9	Skutečná energetická bilance - Plzeň dne 16.1.2013 . . . . .	19
10	Potencionální energetická bilance - Plzeň dne 16.1.2013 . . . . .	19
11	Schema rozvodu elektrické energie v Plzni . . . . .	20
12	Úrovně ostrovního provozu města Plzeň . . . . .	24
13	Rozmístění dobíjecích stanic v Plzni . . . . .	30



## Seznam tabulek

1	Významné blackouty . . . . .	9
2	Počet elektrických vozidel v roce 1914 . . . . .	11
3	Spotřeba jednotlivých městských sektorů . . . . .	22
4	Parametry související s podílem elektromobilů v dopravě . . . . .	26
5	Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 10% podílu elektromobilů . . . .	30
6	Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 25% podílu elektromobilů . . . .	31
7	Počet dobíjecích stanic a jejich umístění v Plzni při 50% podílu elektromobilů . . . .	32

## Seznam příloh

1	Naměřená data energetické bilance města Plzeň v zimě 2010 .....	40
---	---	----



- [12] HORČÍK, Jan. Inteligentní síť: Česká republika nezůstává pozadu. In: *Ekobydleni.eu* [online]. 31. 5. 2010 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/energie/inteligentni-site-ceska-republika-nezustava-pozadu>
- [13] TUREČEK, Tomáš. Virtuální elektrárny změni účty za energii i naše chování. In: *National-geographic.cz* [online]. 20.8.2012 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail/virtualni-elektrarny-zmeni-ucty-za-energii-i-nase-chovani-27271/>
- [14] Smart grid. In: *Smartgrid2030.com* [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.smartgrid2030.com/wp-content/uploads/2009/10/SG-Nature.jpg>
- [15] WILLIAMS, Martyn. Smart meters not so clever about privacy, researchers find. *Computerworld.com* [online]. 5.11.2012 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: [http://www.computerworld.com/s/article/9233265/Smart\\_meters\\_not\\_so\\_clever\\_about\\_privacy\\_researchers\\_find?taxonomyId=17](http://www.computerworld.com/s/article/9233265/Smart_meters_not_so_clever_about_privacy_researchers_find?taxonomyId=17)
- [16] ČEZ, a.s. *Elektromobilita: dobíjecí stanice* [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://elektromobilita.cz>
- [17] SEZNAM.CZ, a.s. *Mapa města Plzeň*. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://mapy.cz/#!x=13.379003&y=49.744531&z=11>
- [18] KNESPL, Tomáš a Jaromír MARUŠINEC. *Elektromobily: V Česku bude do roku 2020 jezdit 200 000 elektromobilů*. MRÁZEK, Vojtěch. *Prumysl.cz* [online]. 18. 12. 2012 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.prumysl.cz/elektromobily-rozhovor-mezi-sesti-ocima/>
- [19] ING. PAŠEK, Václav, Ph.D. PLZEŇSKÁ ENERGETIKA A.S. *Role Plzeňské energetiky pro bezpečnost dodávky elektrické energie* [online]. 25.2.2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/prezentace/pasek.pdf>
- [20] *Elektromobily: informace* [online]. 2009 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://elektromobil.vseznamu.cz/>
- [21] ČEZ DISTRIBUCE, a.s. *Pravidla provozování distribučních soustav*. 2011-11. Dostupné z: [http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2011/ppds-2011\\_ppds.pdf](http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2011/ppds-2011_ppds.pdf)
- [22] *Technická infrastruktura Plzně*. In: [online]. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z: [http://webdrive.poskytovatel.cz/soutezplzen/Havrda/\%C3\%BA%20koncepce\%20a\%20rozvoje/program\%20rozvoje\%20m\%C3\%ACsta/situa\%C3\%A8n\%C3\%AD\\_analyzy/PRMP\\_6\\_ZZ\\_techicka\\_infrastruktura\\_prilohy.pdf](http://webdrive.poskytovatel.cz/soutezplzen/Havrda/\%C3\%BA%20koncepce\%20a\%20rozvoje/program\%20rozvoje\%20m\%C3\%ACsta/situa\%C3\%A8n\%C3\%AD_analyzy/PRMP_6_ZZ_techicka_infrastruktura_prilohy.pdf)
- [23] PLZEŇSKÁ ENERGETIKA, a.s. *Tiskové zprávy* [online]. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z: <http://www.pe.cz/tiskove-zpravy/medialni-informace.htm>

## Přílohy

[1] - Naměřená data energetické bilance města Plzeň zima 2010 [2]

CELOSTÁTNÍ MĚŘENÍ DNE :		20. 1. 2010 3:00 hod				OBLAST PLZEŇ			
ČEZ - Plzeň	VÝROBA				SPOTŘEBA		BILANCE		
	INSTAL. MW	DOSAŽ. MW	DODÁVANÝ NA SV. MW MVar		MW	MVar	MW	MVar	
Plzeň - město					20.6	1.5	-20.6	-1.5	
Plzeň - sever					8.1	0.0	-8.1	0.0	
Plzeňská teplárenská	135.0	135.0	57.1	14.1	14.1	12.3	43.0	-1.8	
Křimice					18.1	2.9	-18.1	-2.9	
Nová hospoda					27.7	-2.7	-27.7	2.7	
Škoda ZČE					18.2	2.7	-18.2	-2.7	
Plzeňská energetika	90.0	86.0	35.1	12.0	13.1	10.3	22.0	1.7	
Plzeň - jih					17.9	0.0	-17.9	0.0	
<b>OBLAST PLZEŇ</b>	<b>225.0</b>	<b>221.0</b>	<b>92.2</b>	<b>26.1</b>	<b>137.9</b>	<b>27.0</b>	<b>-45.7</b>	<b>-4.5</b>	

CELOSTÁTNÍ MĚŘENÍ DNE :		20. 1. 2010 11:00 hod				OBLAST PLZEŇ			
ČEZ - Plzeň	VÝROBA				SPOTŘEBA		BILANCE		
	INSTAL. MW	DOSAŽ. MW	DODÁVANÝ NA SV. MW MVar		MW	MVar	MW	MVar	
Plzeň - město					37.3	5.9	-37.3	-5.9	
Plzeň - sever					13.7	1.9	-13.7	-1.9	
Plzeňská teplárenská	135.0	135.0	65.4	16.5	14.9	14.8	50.5	-1.8	
Křimice					24.9	5.7	-24.9	-5.7	
Nová hospoda					34.8	-2.2	-34.8	2.2	
Škoda ZČE					12.7	-2.7	-12.7	2.7	
Plzeňská energetika	90.0	86.0	36.8	12.0	13.3	10.3	23.5	1.7	
Plzeň - jih					33.9	6.3	-33.9	-6.3	
<b>OBLAST PLZEŇ</b>	<b>225.0</b>	<b>221.0</b>	<b>102.2</b>	<b>28.5</b>	<b>185.5</b>	<b>40.1</b>	<b>-83.3</b>	<b>-15.1</b>	

CELOSTÁTNÍ MĚŘENÍ DNE :		20. 1. 2010 13:00 hod				OBLAST PLZEŇ			
ČEZ - Plzeň	VÝROBA				SPOTŘEBA		BILANCE		
	INSTAL. MW	DOSAŽ. MW	DODÁVANÝ NA SV. MW MVar		MW	MVar	MW	MVar	
Plzeň - město					35.6	1.5	-35.6	-1.5	
Plzeň - sever					13.4	0.0	-13.4	0.0	
Plzeňská teplárenská	135.0	135.0	72.0	19.1	14.7	17.3	57.3	-1.8	
Křimice					24.5	2.9	-24.5	-2.9	
Nová hospoda					33.8	-4.4	-33.8	4.4	
Škoda ZČE					14.0	2.7	-14.0	-2.7	
Plzeňská energetika	90.0	86.0	35.4	12.0	13.2	10.3	22.2	1.7	
Plzeň - jih					32.0	5.9	-32.0	-5.9	
<b>OBLAST PLZEŇ</b>	<b>225.0</b>	<b>221.0</b>	<b>107.4</b>	<b>31.1</b>	<b>181.1</b>	<b>36.2</b>	<b>-73.7</b>	<b>-8.7</b>	

CELOSTÁTNÍ MĚŘENÍ DNE :				20. 1. 2010 17:00 hod		OBLAST PLZEŇ			
ČEZ - Plzeň	VÝROBA				SPOTŘEBA		BILANCE		
	INSTAL. MW	DOSAŽ. MW	DODÁVANÝ NA SV. MW MVA <sub>r</sub>		MW	MVA <sub>r</sub>	MW	MVA <sub>r</sub>	
Plzeň - město					37.4	1.5	-37.4	-1.5	
Plzeň - sever					16.0	2.3	-16.0	-2.3	
Plzeňská teplárenská	135.0	135.0	96.1	28.4	16.5	26.6	79.6	-1.8	
Křimice					28.5	2.9	-28.5	-2.9	
Nová hospoda					35.5	-4.4	-35.5	4.4	
Škoda ZČE					8.3	2.7	-8.3	-2.7	
Plzeňská energetika	90.0	86.0	34.6	12.0	7.7	10.3	26.9	1.7	
Plzeň - jih					32.3	4.7	-32.3	-4.7	
<b>OBLAST PLZEŇ</b>	<b>225.0</b>	<b>221.0</b>	<b>130.7</b>	<b>40.4</b>	<b>182.1</b>	<b>46.6</b>	<b>-51.4</b>	<b>-9.8</b>	