

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh dobíjecího hubu pro elektromobily

Autor práce: **Bc. Pavel Gross**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel GROSS**
Osobní číslo: **E22N0004K**
Studijní program: **N0714A060017 Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Návrh dobíjecího hubu pro elektromobily**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky**

Zásady pro vypracování

1. Vytvořte úvod do řešené problematiky.
2. Uveďte technologie a technologická zařízení dobíjecích stanic.
3. Popište požadavky na výstavbu dobíjecího hubu.
4. Navrhněte dobíjecí hub.
5. Zhodnotte navrhované řešení.

Rozsah diplomové práce: **40-60**
Rozsah grafických prací: **Určí odborný konzultant**
Forma zpracování diplomové práce: **elektronická**

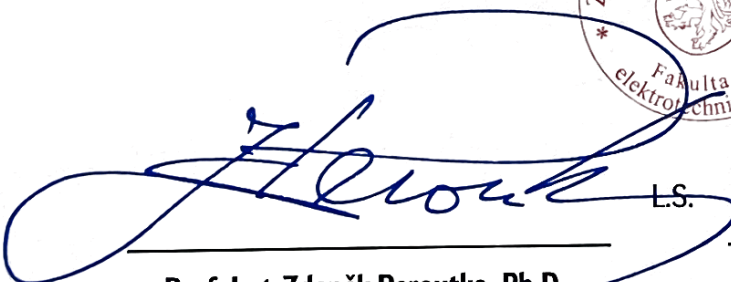
Seznam doporučené literatury:

1. ČSN 33 0050-601. ČSN 33 0050-601. Praha: ÚNMZ, 1994.
 2. Zákon č. 283/2021 Sb. – Zákon stavební zákon.
 3. DVOŘÁČEK, Karel: Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Třetí – aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2018. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-38-3.
- Odborný konzultant: Ing. MIROSLAV SILVAR, MBA

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání diplomové práce: **6. října 2023**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2024**




L.S.

Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 6. října 2023

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce na téma „Návrh dobíjecího hubu pro elektromobily“ se v první části zaměřuje na poměrně rozsáhlý přehled problematiky dobíjení elektromobilů a dobíjecích stanic. Jsou zde popsány způsoby dobíjení a jejich rozdělení na základě druhu elektrického proudu či lokace. Práce také řeší problematiku nabíjecích režimů a konektorů. Dále se věnuje popisu stejnosměrných a střídavých dobíjecích stanic, jejich odlišnostem a výhodám.

V druhé části se práce zabývá samotným návrhem dobíjecího hubu, technickým popisem či výstavbou. Je zde popsána situace místa stavby, volba technologie, výpočty, stanovení vnějších vlivů či osazení a návrh zemnicí soustavy transformační stanice. Součástí výstavby je také zřízení nového parkovacího stání. Dobíjecí hub bude osazen celkem 8 ks „power cabinetů“ a 8 ks výdejních dobíjecích stojanů, přičemž každá dvojice bude navíc mezi sebou propojena. Díky dynamickému sdílení výkonu je poskytnut nabíjecí výkon až 350 kW. Závěrečná část práce se věnuje celkovému zhodnocení navrženého dobíjecího hubu.

Klíčová slova

elektromobilita, dobíjecí stanice, power cabinet, nabíjecí konektor, transformační stanice, stejnosměrný proud, střídavý proud

Abstract

The presented master's thesis on the topic "Design of electric vehicles charging hub" focuses, in its first part, on providing a comprehensive overview of the issues related to electric vehicle charging and charging stations. This section delves into various methods of electric vehicle charging and categorizes them based on electric current type or location. It also discusses the intricacies of charging modes and connectors. Furthermore, the thesis addresses the description of direct current (DC) and alternating current (AC) charging stations, their differences and advantages.

In the second part, the thesis deals with the actual design of the charging hub, including technical description and construction. It describes the site's situation, technology selection, calculations, determination of external influences, equipment placement, and the design of grounding for the transformation station. As part of the construction, a new parking area will be established. The charging hub will be equipped with a total of 8 "power cabinets" and 8 charging stations, with each pair interconnected. Thanks to dynamic power sharing, a charging power of up to 350 kW will be provided. The final part of the thesis is devoted to the overall evaluation of the proposed charging hub.

Key Words

electromobility, charging station, power cabinet, charging connector, transformer station, direct current, alternating current

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi, CSc. za odborné vedení práce, vstřícnost a cenné profesionální rady.

Současně patří velké poděkování mému odbornému konzultantovi Ing. Miroslavovi Silvarovi, MBA za veškeré poskytnuté informace, rady a především za jeho vstřícnost, trpělivost a čas, který mi při zpracování práce věnoval.

V neposlední řadě děkuji také své rodině a všem blízkým za jejich důvěru a podporu, kterou mi projevíli během celé doby studia.

Obsah

Úvod	- 1 -
1 Elektromobilita	- 3 -
1.1 Počátky elektromobility	- 3 -
1.2 Současný stav elektromobility (u nás i ve světě).....	- 3 -
2 Dobíjení elektromobilu.....	- 6 -
2.1 Rozdělení na základě dobíjecího proudu.....	- 6 -
2.1.1 Nabíjení AC proudem.....	- 6 -
2.1.2 Nabíjení DC proudem.....	- 7 -
2.2 Nabíjecí charakteristiky při AC a DC nabíjení.....	- 8 -
2.3 Rozdělení na základě lokace.....	- 9 -
2.3.1 Soukromé dobíjení.....	- 9 -
2.3.2 Veřejné dobíjení	- 10 -
2.3.3 Firemní dobíjení	- 11 -
3 Nabíjecí režimy.....	- 12 -
3.1 Režim 1.....	- 12 -
3.2 Režim 2.....	- 12 -
3.3 Režim 3.....	- 13 -
3.4 Režim 4.....	- 13 -
4 Nabíjecí standardy (konektory)	- 14 -
Konektory pro AC nabíjení	- 16 -
4.1 Typ 1 Yazaki, SAE J1772	- 16 -
4.2 Typ 2 Mennekes	- 17 -
4.3 GB/T standard, AC	- 18 -
4.4 Typ 3 Scame	- 19 -
Konektory pro DC nabíjení	- 20 -
4.5 Typ 1 CCS	- 20 -
4.6 Typ 2 CCS	- 21 -
4.7 GB/T standard, DC	- 22 -
4.8 CHAdeMO	- 23 -

4.9	NACS, standard Tesla	- 25 -
5	Dobíjecí stanice	- 27 -
	Dělení dobíjecích stanic.....	- 28 -
	Veřejné dobíjecí stanice.....	- 28 -
5.1	AC dobíjecí stanice.....	- 32 -
	Wallbox	- 33 -
	Počet fází	- 33 -
	Kabel / zásuvka.....	- 34 -
	Počet konektorů	- 34 -
	Maximální nabíjecí výkon	- 34 -
	Přístup a chránící prvky	- 35 -
	Využití přebytků energie z FVE.....	- 35 -
	Vzájemná komunikace	- 35 -
5.2	DC dobíjecí stanice.....	- 36 -
5.3	Síť dobíjecích stanic skupiny ČEZ.....	- 37 -
	AC - Standardní dobíjecí stanice	- 38 -
	DC – Rychlodobíjecí stanice	- 40 -
	DC – Ultrarychlé dobíjecí stanice	- 41 -
5.4	Síť dobíjecích stanic Tesla	- 45 -
6	Možnosti řízení dobíjení.....	- 48 -
	Proprietární řešení.....	- 48 -
	Lokální řešení	- 48 -
	Centrální řešení.....	- 48 -
7	Technický popis návrhu dobíjecího hubu.....	- 50 -
7.1	Všeobecné údaje	- 50 -
	7.1.1 Základní údaje o stavbě	- 50 -
	7.1.2 Údaje o žadateli	- 50 -
	7.1.3 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	- 50 -
	7.1.4 Seznam vstupních podkladů	- 50 -
7.2	Popis území stavby	- 51 -
	7.2.1 Charakteristika území a stavebního pozemku	- 51 -

7.2.2	Územně plánovací dokumentace	- 51 -
7.2.3	Výjimky z obecných požadavků na využívání území	- 51 -
7.2.4	Závazná stanoviska dotčených orgánů	- 51 -
7.2.5	Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů	- 51 -
7.2.6	Ochrana území podle jiných právních předpisů	- 52 -
7.2.7	Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.	- 52 -
7.2.8	Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí.....	- 52 -
7.2.9	Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin	- 52 -
7.2.10	Požadavky na zábory zemědělského půdního fondu.....	- 52 -
7.2.11	Územně technické podmínky, napojení na stávající infrastrukturu	- 52 -
7.2.12	Důvod stavby, koordinace	- 52 -
7.2.13	Seznam pozemků dle katastru nemovitostí – umístění stavby	- 52 -
7.2.14	Seznam pozemků dle katastru nemovitostí - vznik ochranného pásma .	- 53 -
7.3	Celkový popis stavby	- 53 -
7.3.1	Základní charakteristika stavby a jejího užívání	- 53 -
7.3.2	Bezpečnost při užívání stavby	- 54 -
7.3.3	Základní popis technických a technologických zařízení	- 54 -
7.3.4	Zásady požárně bezpečnostního řešení.....	- 54 -
7.3.5	Hygienické požadavky na stavbu	- 54 -
7.3.6	Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí	- 55 -
7.4	Připojení na technickou infrastrukturu	- 55 -
7.4.1	Ochranná a bezpečnostní pásma.....	- 55 -
7.5	Dopravní řešení	- 55 -
7.6	Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochranu	- 56 -
7.6.1	Vliv na životní prostředí	- 56 -
7.6.2	Vliv na přírodu a krajinu	- 56 -
7.7	Ochrana obyvatelstva	- 56 -
7.8	Organizace a postup při výstavbě.....	- 56 -
7.8.1	Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu ..	- 56 -
7.8.2	Ochrana okolí staveniště, asanace, demolice a kácení dřevin	- 57 -
7.8.3	Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště.....	- 57 -
7.8.4	Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin	- 57 -

7.8.5	Bezpečnost na pracovišti	- 57 -
7.9	Rozsah projektu	- 57 -
7.10	Projektové podklady	- 58 -
7.11	Základní technické údaje	- 59 -
7.11.1	Předpisy a normy	- 59 -
7.11.2	Ochrana před nebezpečným dotykem.....	- 61 -
7.12	Technické řešení	- 62 -
7.12.1	Rozvodná soustava	- 62 -
7.12.2	Příprava míst pro instalaci dobíjecí stanice	- 62 -
7.12.3	Příprava vyhrazených parkovacích stání	- 63 -
7.13	Kabeláž, kabelové trasy	- 64 -
7.14	Výkopové práce a existence sítí	- 65 -
7.14.1	Nakládání s odpady	- 66 -
7.15	Ochrana před bleskem	- 67 -
7.16	Podmínky uvedení zařízení do provozu	- 67 -
7.17	Bezpečnost práce	- 67 -
7.18	Kvalifikace montážních pracovníků a pracovníků údržby	- 68 -
8	Výstavba dobíjecího hubu	- 69 -
8.1	Situace místa stavby	- 69 -
8.2	Volba technologie.....	- 70 -
8.3	Popis návrhu dobíjecího hubu	- 71 -
8.4	Návrh uzemnění TS	- 79 -
8.5	Vnější vlivy	- 85 -
8.6	Výpočet úbytku napětí na vedení mezi +TS a +RH1	- 87 -
8.7	Výpočet napájení jednoho paprsku	- 88 -
9	Zhodnocení a závěr.....	- 89 -
	Literatura	- 92 -
	Seznam symbolů a zkratek	- 96 -
	Seznam obrázků.....	- 97 -
	Seznam tabulek.....	- 99 -
	Seznam příloh	- 100 -

Úvod

V posledních letech se společnost snaží jít cestou „zelené“ energie. Obdobně to platí také v automobilovém průmyslu, kde elektromobilita aktuálně získává čím dál více na pozornosti. Hlavním důvodem již není jen obava ze závislosti na dovozu ropy, ale především dopady na životní prostředí ze znečištění výfukovými zplodinami.

Se stále rozvíjející se elektromobilitou roste také problematika jejich dobíjení. Požadavkem je rozsáhlá síť dobíjecích bodů a co možná nejkratší strávený čas, potřebný k jejich dobití. Existují střídavé a stejnosměrné dobíjecí stanice. V případě, kdy mluvíme o zkrácení potřebné doby strávené dobíjením, jde o stanice stejnosměrné. Také vývoj technologie těchto stanic exponenciálně roste.

Výstavba dobíjecích hubů a celá tato technologie je prozatím ve svém počátku. Důkazem aktuálnosti tématu je také fakt, že se v různých člancích můžeme dočíst, že energetická společnost otevřela nový dobíjecí hub. Dokonce s opakující se periodou dochází také k jejich výkonovému vylepšení, a tedy i ke snížení potřebného času k dobití elektromobilu. Díky tomu, že jsme v současné době schopni doplnit energii do baterií během pár minut, získává si elektromobilita další příznivce. Je však samozřejmostí, že za rychle dobité kWh si zákazník zaplatí.

Cílem této diplomové práce je vytvoření celistvého přehledu zahrnujícího problematiku dobíjení elektromobilů, dobíjecích stanic a s tím souvisejících technologií. Dalším cílem je návrh dobíjecího hubu pro elektromobily na vhodně zvoleném místě. Bude vystaveno celkem 8 dobíjecích stanic s využitím dělené technologie. Díky dynamickému sdílení je poskytnut nabíjecí výkon až 350 kW. V průběhu celého návrhu je potřeba respektovat normy ČSN v platném znění.

První kapitola diplomové práce uvádí čtenáře do problematiky elektromobility, kde jsou uvedeny počátky a současný stav u nás, i ve světě. Druhá kapitola se zabývá možnostmi dobíjení elektromobilů a rozdělením na základě druhu elektrického proudu a lokace, kde k dobíjení dochází. Zmiňuje principy, výhody, charakteristiky a rozdíly mezi dobíjením střídavým a stejnosměrným proudem. Kvůli jednoznačnosti a přehlednosti byly normovány

režimy dobíjení, které jsou blíže popsány v kapitole třetí. Připojení elektromobilu k dobíjecí stanici je za pomoci kabelu zakončeného speciálním konektorem. Setkáme se s více druhy konektorů, jejichž detailní přehled a popis je uveden v kapitole čtvrté. Kapitola pátá řeší problematiku dobíjecích stanic. Uvádí jejich rozdělení, aktuální počet dobíjecích bodů, či grafy, z kterých lze vyčíst podstatné informace o současné situaci v oblasti dobíjecích stanic. Je zde zpracován kompletní přehled nejrozsáhlejší sítě dobíjecích stanic na našem území od českého provozovatele či síť dobíjecích stanic Tesla. Také zmiňuje problematiku wallboxů. V následující kapitole jsou nastíněny možnosti řízení dobíjení. Sedmá kapitola se zabývá technickým popisem návrhu dobíjecího hubu. Další kapitola je věnována výstavbě dobíjecího hubu, kde je blíže popsána situace místa stavby, volba technologie a také popis konkrétního řešení návrhu. Z důvodu osazení nové transformační stanice je rovněž nutný návrh jejího uzemnění. Osmá kapitola zahrnuje potřebné výpočty či stanovení vnějších vlivů. Všechny náležitě zpracované výkresy jsou, z důvodu přehlednosti a plné kvality, zaneseny do příloh.

1 Elektromobilita

1.1 Počátky elektromobility

V poslední době slyšíme pojem „elektromobilita“ čím dál častěji. Ovšem elektromobilita sahá historicky až na počátek 19. století. Píše se rok 1835, kdy byl sestaven historicky první elektromobil. Tento vynález se povedl holandskému profesorovi a jeho asistentovi. Jednalo se spíše o prototyp, který neobsahoval dobíjecí baterie a tedy neměl ani praktické využití. [1][2]

Až v druhé polovině 19. století se povedlo vynalézt nabíjecí akumulátor. To vedlo k sestrojení již prvního použitelného elektromobilu, který byl vynalezen francouzským vědcem Gustavem Trouvím roku 1881. Na přelomu století se elektromobilita rozšířila natolik, že vozy se spalovacími motory šly do ústraní. Velkou výhodou elektricky poháněných aut byl komfort provozu. Vozidla nebyla tak hlučná, ale především se nemusela startovat klikou. [1]

Elektrovozidla tehdy jezdila rychlostí zhruba 30 km/h a jejich dojezd se uvádí až 60 km. Postupem času si veřejnost uvědomila, že elektrovůz má jeden zásadní problém a tím je malý dojezd. Pro jízdu ve městech to stačilo, ale na delší cestování to již nebylo. Na počátku 20. století se povedlo vynalézt elektrický startér, díky kterému se vozidla se spalovacími motory nemusela již startovat klikou. Vozy s elektrickým pohonem se přestaly vyvíjet a započala éra se spalovacími motory. [1][3]

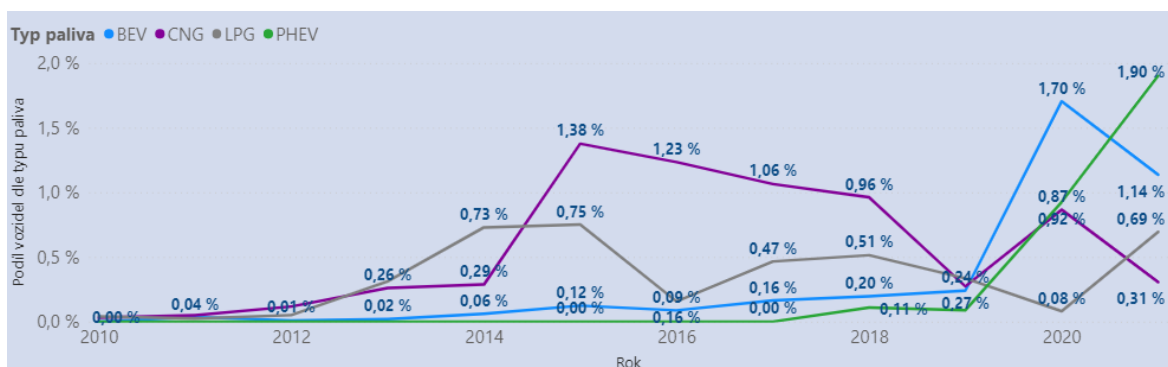
1.2 Současný stav elektromobility (u nás i ve světě)

Návrat k elektromobilitě je současnou myšlenkou a děním po celém světě. Hlavním důvodem již není jen obava ze závislosti na dovozu ropy, ale především dopady na životní prostředí ze znečištění výfukovými zplodinami.

Otázkou ale je, jaký zdroj energie bude elektromotory napájet, možností je více. Dlouhou dobu se uvažovalo o konceptu přímého spalování vodíku. Dalšími možnostmi bylo napájení jen čistě z baterií anebo jít cestou tzv. „hybridů“. Výhodou kombinace elektromotoru s motory vznětovými či spalovacími je větší dojezd. Použití palivových článků na vodík je v současné době složité a to především z hlediska ceny těchto palivových článků. Proto se tyto pohony rozsáhle nevyužívají, nicméně vývoj jde rychle kupředu. [22]

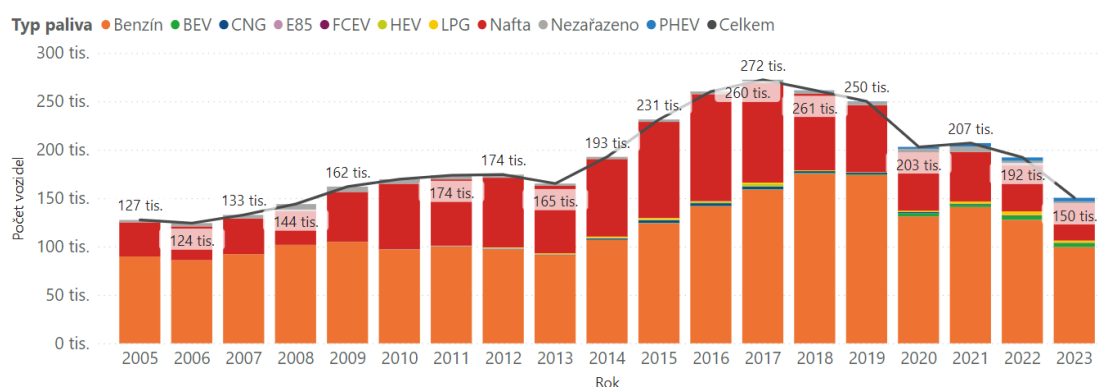
O trendu využívání vozidel s elektromotory svědčí i fakt, že do roku 2019 u nás bylo registrovaných necelých 3 tisíce elektromobilů a kolem 800 plug-in hybridů. Další rok to bylo více než dvakrát tolik. [4]

Následující grafy zobrazují vývoj podílů registrací nových osobních vozidel dle typu paliva. První zmíněný graf je čárový, lze z něj tedy názorněji vyčíst, jak se v letech měnila registrace vozidel dle typu paliva. Nutno podotknout, že v grafu, pro lepší názornost, nejsou zahrnuta vozidla na běžná fosilní paliva. Hodnoty jsou uváděny v %. [5]



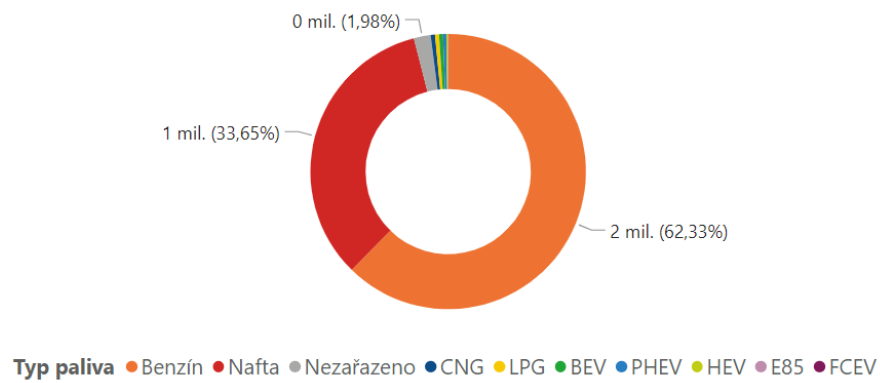
Obrázek 1: Vývoj podílů registrace nových osobních vozidel dle typu paliva [5]

Z druhého grafu, tedy grafu sloupcového, lze vidět tento vývoj v počtu vozidel, nikoliv v procentech.



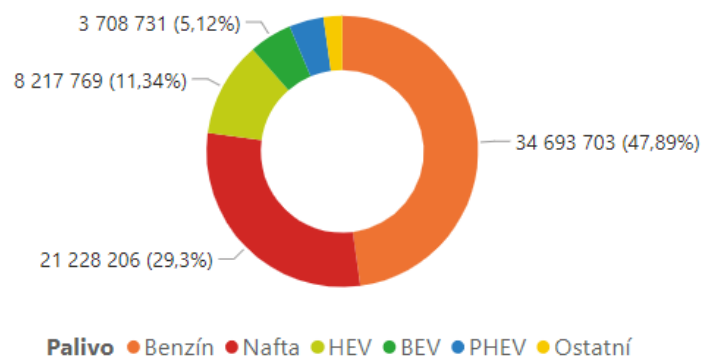
Obrázek 2: Vývoj registrací nových vozidel [5]

A nakonec z třetího grafu vyčteme celkový počet registrovaných vozidel dle typu paliva u nás v ČR ke konci roku 2023. Největší zastoupení má automobilka Škoda Auto a.s. a to i v počtu vozidel s motory elektrickými. [5][6]



Obrázek 3: Registrovaná vozidla v ČR dle typu paliva [5]

Poměrové zastoupení automobilů dle typu paliva v rámci celé Evropské unie se shoduje s grafem předchozím.



Obrázek 4: Registrovaná vozidla dle typu paliva v rámci EU [6]

2 Dobíjení elektromobilu

Dobíjení elektrických vozidel je stěžejní částí celé problematiky elektromobility. Existuje mnoho způsobů, kterými k dobíjení dochází. Liší se v druhu využitého proudu, anebo v samotném zařízení (nabíjecí stanice, wallbox), které nabíjení zprostředkovává. Dobíjení baterií probíhá stejnosměrným proudem, avšak nejběžněji využívanými motory v elektromobilech jsou motory střídavé. K jejich činnosti je třeba AC proud, který vytvoří střídač z DC proudu baterií, jež je součástí každého vozu. Česká republika disponuje střídavou elektrorozvodnou sítí a proto je potřeba při dobíjení elektromobilu nejprve využít měnič, který zajistí DC nabíjecí proud pro baterie. Zmíněný měnič, usměrňovač, je v případě DC nabíjení součástí dobíjecí stanice. U AC nabíjení se využívá palubní nabíječka vozidla s integrovaným usměrňovačem. Celkový čas, potřebný k dobití baterií vozu, se odvíjí od výkonu nabíjecí stanice a také je přímo úměrný kapacitě akumulátoru. V případě AC dobíjení vstupuje další faktor a tím je palubní nabíječka vozu.

2.1 Rozdělení na základě dobíjecího proudu

2.1.1 Nabíjení AC proudem

V případě nabíjení střídavým proudem je potřeba nejprve tento proud usměrnit, jelikož baterie v automobilech jsou stejnosměrné. K tomu slouží palubní nabíječka („On Board Charger“), jež je součástí každého vozu s elektrickým pohonem. Plní funkci kontroly a nastavení velikosti proudu a napětí při nabíjení. Buď se jedná o nabíjení konstantním proudem, anebo nabíjení konstantním napětím. Obě varianty mají své výhody i nevýhody. Jde o poměrně složité a zásadní zařízení, které určuje rychlost dobíjení elektromobilu, ale projeví se také na jeho ceně. Liší se především svým výkonem, ale také tím, kolik fází (1 nebo 3) mohou při dobíjení použít. Výkon palubních nabíječek se obvykle pohybuje mezi 3,7 kW a 22 kW. V případě nabíjení speciální dobíječkou, která zajistí převod z konektoru standardní zásuvky na nabíjecí standard vozu (v rámci EU nejčastěji Mennekes Type 2), je využit výkon 2,3 kW. Rychlost dobíjení závisí převážně na třech součástech. Těmi jsou nabíjecí zdroj, nabíjecí kabel a zmíněná palubní nabíječka. Proto je tendence se zlepšovat v každé této oblasti. Největší výhodou AC dobíjecích stanic je jejich cenová dostupnost. Při stejném výkonu jsou oproti DC dobíjecím stanicím zhruba sedmkrát až desetkrát levnější a tedy i mnohem více rozšířené. Dokáží dnes poskytnout nabíjecí výkon až 50 kW, tedy již poměrně vysoký výkon, ale se stejnosměrnými nabíječkami, které nabízejí násobně vyšší

výkon, to nelze porovnávat. Běžně se setkáme s AC stanice o výkonu 22 kW. Musíme si dát však pozor na výkon palubní nabíječky, od níž se odvíjí rychlost a celková doba dobíjení elektromobilu. V praxi to znamená, že pokud majitel elektromobilu použije veřejnou dobíjecí stanici o výkonu 22 kW, ne vždy bude tímto výkonem i dobíjet. V případě palubní nabíječky také o výkonu 22 kW samozřejmě využije dobíjecí stanici naplno. Pokud ale palubní nabíječka elektromobilu má nižší nominální výkon, například 3,7 kW, nabíjecí výkon veřejné dobíjecí stanice nepřesáhne tuto hodnotu. Omezení může přijít i od samotné AC dobíjecí stanice, která komunikuje s palubní nabíječkou elektromobilu a která může omezit hodnotu nabíjecího proudu z důvodu přetěžování sítě v odběrném místě. [9][12]

Tabulka 1: Základní varianty dobíjení elektromobilu AC proudem konektorem typu 2

Typ AC konektoru	Počet fází	Napětí [V] / Proud [A]	Výkon [kW]
Standardní zásuvka	1	230 / 1x10	2,3
Mennekes Type 2	1	230 / 1x16	3,7
Mennekes Type 2	1	230 / 1x32	7,4
Mennekes Type 2	3	230 / 3x16	11
Mennekes Type 2	3	230 / 3x32	22

2.1.2 Nabíjení DC proudem

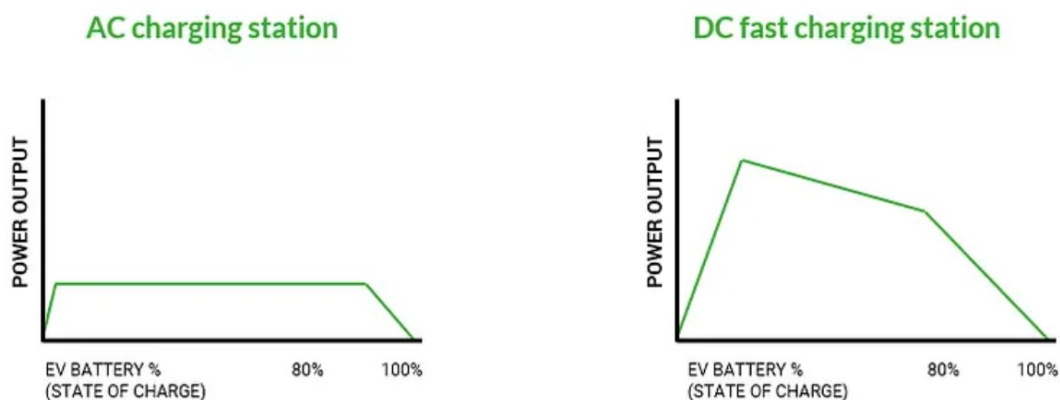
Při nabíjení DC stanicí nedochází k přeměně střídavého proudu na stejnosměrný v palubní nabíječce elektromobilu, jako tomu bylo u AC dobíjecí stanice, nýbrž již v samotné dobíjecí stanici pomocí měniče (usměrňovače). Výstupem z dobíjecí stanice je stejnosměrný proud, který přímo napájí baterie vozu. Jde tedy o efektivnější způsob nabíjení, protože zde není limitující výkon palubní nabíječky. Tím, že dochází k přeměně proudu mimo automobil, v dobíjecí stanici, není zde prostorové omezení a měniče dokáží usměrnit a uchládit mnohem vyšší výkony, což zřetelně zkrátí celkový čas potřebný k plnému nahromadění energie do akumulátoru. Proto se často namísto DC nabíjení setkáme s pojmem „rychlónabíjení“. Má to ale také své stinné stránky. Tento způsob dobíjení je mnohem technologicky náročnější, oproti AC dobíjecím stanicím. Ať už z hlediska požadavků na „Battery Management System“ (BMS) vozidla, bezpečnost, tak i cenovou náročnost celkové výstavby. Cena s rostoucím výkonem enormně roste. Proto jich lze nalézt mnohem méně oproti dobíjecím stanicím střídavým. Nejčastěji můžeme tímto způsobem dobíjet u hlavních dopravních tepen, kde potřebujeme vůz dobít co nejrychleji a pokračovat v jízdě. Dobíjecí výkon se

běžně pohybuje mezi 50 kW až 150 kW. Vyskytují se však i ultrarychlé nabíjecí stanice, tzv. „hyperchargery“, u kterých nás nepřekvapí nabíjecí výkon 250 kW a dokonce i více. Společnost Tesla buduje vlastní infrastrukturu DC dobíjecích stanic, která umožňuje dobíjení výkonem až 350 kW. [9][12]

Na otázku, jaký způsob dobíjení využívat, nelze jednoduše a jednoznačně odpovědět. Stejnosemné nabíjení poskytuje vyšší dobíjecí výkony, ale za cenu rychlejší degradace baterií. Jelikož vysoký dobíjecí proud bateriím neprospívá. Naopak využívání střídavých dobíjecích stanic je sice pro baterie přívětivější, ale za cenu dlouhé doby nabíjení. Nejlepší možností je obě možnosti dobíjení kombinovat. Přes noc nabíjet svůj elektromobil pomocí wallboxu umístěném v garáži, pokud bydlíme v rodinném domě. Anebo využívat veřejné dobíjecí stanice, v případě bydlení v panelovém domě a nemožnosti přístupu k vlastnímu dobíjecímu bodu. Takto máme nabit svůj elektromobil na další den a pokud bychom potřebovali doplnit energii do baterií i během dne, můžeme využít některou stejnosměrnou nabíjecí stanici. Ty jsou běžně přístupné nejen na dálnicích, ale i na parkovištích či u vybraných obchodních center. Ve výsledku, dnes jsou tyto technologie a postupy dobíjení na takové úrovni, že stejnosměrné dobíjení velkými proudy již pro baterie není tak degradující, jako tomu bylo dříve. Pokud navíc budeme dodržovat doporučené dobíjení v rozmezí 20 % - 80 % nominální hodnoty kapacity baterie, eliminujeme tento vliv ještě více.

2.2 Nabíjecí charakteristiky při AC a DC nabíjení

Z následujících dvou grafů (*Obrázek 5*) lze názorně vidět nabíjecí křivku při střídavém (vlevo) a stejnosměrném (vpravo) nabíjení. Střídavé je charakterizováno přibližně konstantním výkonem po celou dobu nabíjení, protože je schopné přijmout jen malý okamžitý výkon. Oproti tomu stejnosměrné, které je mnohonásobně rychlejší, má charakteristický nárůst výkonu na počátku nabíjení. S postupným nabíjením dochází k nahromadění energie do stejnosměrné baterie vozu a také k pozvolnému snížení odebíraného výkonu. Při dosažení 80 % kapacity, systém správy baterie (BMS) dá povel k prudkému snížení odebíraného výkonu, aby ochránil baterii vozu. Dobití vozidla do 80 % jmenovité kapacity je přibližně stejně časově náročné jako dobití zbývajících procent do plné kapacity akumulátoru. Proto je mnohem výhodnější a z v praxi hojně aplikované, z hlediska životnosti akumulátorů a doby strávené dobíjením, využití pouze čtyř pětina kapacity baterie.



Obrázek 5: Nabíjecí křivky při střídavém a stejnosměrném nabíjení [26]

2.3 Rozdělení na základě lokace

Nabíjení lze kategorizovat také na základě místa, kde k němu dochází. Zahrnuje soukromé, veřejné a firemní nabíjení. [12]

2.3.1 Soukromé dobíjení

Soukromé dobíjení může probíhat jednofázově anebo třífázově. Pokud bude k dobíjení použit speciální adaptér (Obrázek 6), který zajistí převod z konektoru standardní zásuvky do konektoru Mennekes Type 2, nabíjení probíhá jednofázově. Třífázové dobíjení může probíhat dvěma způsoby. Tím prvním je situace podobná s jednofázovým dobíjením. Tedy využít opět speciální adaptér (Obrázek 7), nyní však třífázový, který se připojuje do třífázové zásuvky CEE-16A/32 A a je zakončen opět konektorem dle nabíjecího standardu elektrického auta. Pokud ale majitel elektromobilu vlastní wallbox, jež je nejčastěji umístěn v garáži rodinného domu, jde o nabíjení třífázové, které je poněkud rychlejší a umožňuje ovládací a řídicí funkce. Velká výhoda a předpoklad při soukromém dobíjení je využití spínání HDO. Tím dojde ke snížení ceny za dobíjení. S rozvojem elektromobility je zřejmé, že výrobci domácích wallboxů časem přidávají další funkce. Uživatel si bude moci přizpůsobit nabíjení dle jeho preferencí. Zda bude chtít dobíjet baterii jen v určitém rozmezí její kapacity, zda má být k dobíjení využito co nejvíce energie z obnovitelných zdrojů či se má jednat například o co nejlevnější nabíjení. Z průzkumu trhu bylo zjištěno, že u soukromých vozů dochází k dobíjení nejčastěji z pohodlí domova. Konkrétně jde o 80 %, kdy podíl

procentuálně klesá v případě zakoupení vozu obyvateli bytových či panelových domů bez možnosti soukromého dobíjení. [12]



Obrázek 6: Speciální adaptér pro převod z klasického konektoru 1f zásuvky [12]



Obrázek 7: Speciální adaptér pro převod z 3f zásuvky [9]

2.3.2 Veřejné dobíjení

Do této kategorie se řadí dobíjení na veřejně dostupných místech. Nejčastěji u velkých obchodních center, u dálnic či na parkovištích. Spadají sem i tzv. bonusová dobíjení, kdy řidič dobije elektřinu jako součást nákupu, návštěvy sportovního areálu či muzea, kterou při cestě spotřeboval.

Z pohledu výkonu sítě má bonusové dobíjení stejnou charakteristiku jako dobíjení soukromé. Je predikovatelné a do jisté míry i říditelné. Popíši na běžné situaci z každodenního života: Přijedeme večer z práce, zaparkujeme vozidlo do garáže, připojíme k wallboxu a očekáváme, že bude v 7 hodin ráno nabito a připraveno k jízdě. Máme tedy dlouhý časový horizont na dodání energie do baterií, ale nezáleží nám na charakteristice dodávaného výkonu. To znamená, že odběr ze sítě může být nerovnoměrný. Důležitý je jen fakt, aby byl vůz ráno připraven k odjezdu. [12]

Úplně opačný charakter nese dobíjení akutní. Pokud jde o cestování na dlouhé vzdálenosti, je potřeba doplnit energii do baterií co nejrychleji. K tomu se využívá DC dobíjení, které poskytuje obrovské výkony. Snahou poskytovatelů energie je tyto uživatele nijak neomezovat. Avšak rychle dobité kilowatthodiny se prodají. [12]

2.3.3 Firemní dobíjení

Firemní dobíjecí infrastruktura může být buď neveřejná, v rámci soukromého areálu, anebo částečně veřejnosti přístupná, například na parkovišti firmy. Firemní automobily mohou být vždy připojeny po pracovní době k dobíjecímu hubu, aby další směna měla připraven automobil k provozu. Naopak návštěvníkům či zaměstnancům během pobytu v práci bude nabízeno připojení se k dobíjecímu bodu během doby, kterou zde tráví. Skvělý benefit pro uživatele, kteří přístup k vlastnímu dobíjecímu bodu nemají. [12]

Velkou výhodou tohoto typu dobíjení je jeho predikovatelnost. Předem víme, kdy a jak dlouho bude elektromobil připojen. Díky značné době připojení je zde také možnost říditelnosti. Tu získá poskytovatel distribuční sítě, který jim přípojku zřizoval a díky tomu dokáže příznivě ovlivnit stabilitu elektrické sítě. Na základě toho distributor poskytne odběrateli lepší tarif za odebranou kilowatthodinu. [12]

3 Nabíjecí režimy

Kvůli jednoznačnosti a přehlednosti byly normovány režimy nabíjení. Ty se liší dle oblasti. V USA mají tři úrovně nabíjení, kdy první dva definují střídavé nabíjení a třetí popisuje nabíjení stejnosměrné. Evropské normy respektují ČSN EN IEC 61851-1 ed.3. Celkem existují čtyři režimy, z nichž první tři definují nabíjení střídavým proudem, čtvrtý režim specifikuje stejnosměrné dobíjení. V následujících odstavcích budou nabíjecí režimy pro Evropu blíže popsány. [13][14]

3.1 Režim 1

Režim 1, též označován jako „nabíjení z domácí jednofázové zásuvky“.

V tomto režimu dochází k nabíjení elektromobilu připojením ke klasické jednofázové domovní zásuvce. Neprobíhá zde žádná komunikace mezi nabíječkou a elektromobilem. Nutnou podmínkou daného režimu je tedy splnění několika předpokladů. Elektrická instalace musí být vybavena bezpečnostními zařízeními jako je proudový chránič, ochrana proti přetížení a zkratu, uzemňovací vodič, ale především musí dodržet veškeré bezpečnostní nařízení a předpisy. Jde o nejjednodušší způsob, který ovšem má i svá omezení. Kabely určené k využívání v režimu 1 nejsou vybaveny ochrannou v kabelu. Nedochozí tedy k omezení při dobíjení, kdy může dojít k enormnímu oteplení. Omezení proudu je řešeno pouze nominální hodnotou proudu chráničového prvku. [13][14][15]

3.2 Režim 2

Režim 2, též označován jako „nabíjení z domácí jednofázové anebo průmyslové zásuvky, využití nabíječky s ovládací elektronikou“.

Pokud není povoleno využívat režim 1, kvůli jeho bezpečnosti, je zapotřebí zvolit režim 2. Oproti předchozímu režimu umožňuje jednofázové i třífázové nabíjení a je vybaven ochranným a ovládacím zařízením v kabelu. Při nabíjení v tomhle módu dochází ke komunikaci mezi vozidlem a přenosnou nabíječkou. Z hlediska elektroinstalace se nejedná o vlastní okruh a tedy v kombinaci s dalšími zařízeními na stejném okruhu může dojít k přetížení, tím dojde k vypnutí chráničového prvku a přerušení nabíjení. [13][14][15]

3.3 Režim 3

Režim 3, též označován jako „nabíjení střídavým proudem pomocí dobíjecí stanice, vyhrazený okruh“.

Poslední režim deklarující dobíjení střídavým proudem uvádí, že nabíjení probíhá pomocí veřejných dobíjecích stanic anebo wallboxů (domácí nástěnná AC dobíjecí stanice). Ovládací a ochranné funkce zajišťují právě tyto nabíječky, oproti předchozímu režimu, kde ochranné funkce byly v kompetenci kabelu. Z hlediska použití typu kabelu jsou zde kladeny nižší náklady za cenu mnohem dražší investice v podobě nabíječek. Jedná se o nejdokonalejší režim AC nabíjení. Díky chytrému řízení nabíjení se jedná také o bezpečnější variantu. Nabíjecí stanice kontroluje přítomnost elektromobilu a v případě jeho detekce umožní odběr proudu, v opačném případě je odběr nulový. Další významnou výhodou chytré komunikace je řízené nabíjení. Provozovatelé distribuční sítě mají přístup k řídicí elektronice nabíječky a dle požadavků zákazníka, nejčastěji kdy má být elektromobil dobit, mohou lépe řídit parametry v síti. Nastínění běžné situace z každodenního života je uvedeno v kapitole 2.3.2. Nezáleží tedy na charakteristice nabíjení, to je řízeno provozovatelem distribuční sítě. Zákazník na oplátku získá nižší tarif za odebranou kilowatthodinu. Další výhodou módu 3, oproti předchozím, je funkce „Vehicle to grid“ (V2G), která umožňuje obousměrnou komunikaci po kabelu. Kromě toku energie ze sítě do baterek lze využít i reverzibilní tok. V období se špičkovou spotřebou může být energie elektromobilu využita k pokrytí odběru domácnosti. [13][14][15]









3.4 Režim 4

Režim 4, též označován jako „nabíjení stejnosměrným proudem“.

Poslední režim slouží k definování podmínek pro stejnosměrné nabíjení. Oproti předchozím režimům, kdy docházelo k usměrnění AC proudu pomocí palubní nabíječky elektromobilu, u DC nabíjení dochází k usměrnění proudu již v nabíjecí stanici a elektromobil odebírá přímo DC proud. Často se můžeme setkat s pojmem „rychlodobíjení“ kvůli vysokým výkonům při nabíjení. Z toho důvodu je patřičně důležité řešení problematiky dimenzování kabelů. Ty musejí disponovat větší tloušťkou a mnohdy se jedná o aktivně chlazené kabely. Stejně jako tomu bylo u režimu 3, tak i zde je součástí nabíjecí stanice řídicí jednotka, která řeší problematiku řízení nabíjení a také její bezpečnost. [13][14][15]

4 Nabíjecí standardy (konektory)

Elektromobilita je tu s námi poměrně krátkou dobu, jde o „novou“ a tedy stále se vyvíjející technologii. Pro dobíjení elektromobilu je nezbytné použít speciální konektory určené k tomuto účelu. Na začátku vzniklo více typů konektorů. Každý výrobce prosazoval nějaký. Ale bylo jen otázkou času, kdy dojde k jejich sjednocení a standardizaci. Přirovnal bych to k nabíjecím konektorům u mobilních telefonů. Zpočátku existovalo opravdu mnoho typů konektorů, s postupem času však docházelo k jejich sjednocení. Dnes se setkáme v převážné většině s konektorem USB-C. Dokonce v letošním roce k němu přechází u svých mobilních telefonů světový lídr, společnost Apple. Obdobná situace platí u konektorů pro elektromobily. S postupným vývojem dochází k prosazování pár typů konektorů, které se následně stanou standardem.

Typ proudu a jméno konektoru	Oblast			
	Japonsko	Čína	Amerika	Evropa
AC				
Jméno konektoru	Typ 1 - J1772	GB/T	Typ 1 - J1772	Typ 2
DC				
Jméno konektoru	CHAdeMO	GB/T	CCS - Typ 1	CCS - Typ 2

Obrázek 8: Přehled nabíjecích standardů [16]

Na obrázku (*Obrázek 8*) jsou uvedeny jednotlivé konektory pro dobíjení elektromobilů. Jejich rozdělení probíhá na základě druhu proudu, kterým bude elektromobil dobíjen a dle oblasti, pro kterou je určen. Při dobíjení stejnosměrným proudem bude použit jiný konektor než v případě dobíjení proudem střídavým. Konektory pro Evropskou komunitu se odlišují od těch, které jsou určené pro USA či Japonsko. Dnes jsou převážně využívány kombinované konektory, které umožňují AC i DC nabíjení. Existuje dokonce společnost, která se vydala vlastní cestou. Jedná se o automobilovou společnost Tesla, která vyvíjí vlastní konektory pro dobíjení a dokonce i vlastní dobíjecí stanice, které jsou určeny jen pro majitele vozů Tesla.

Konektory pro AC nabíjení

4.1 Typ 1 Yazaki, SAE J1772

Prvním vynalezeným konektorem použitým pro nabíjení elektromobilu byl právě konektor nesoucí označení SAE J1772. Jednalo se o hranatou zástrčku umožňující přenést výkon pouze 6,6 kW. Byla snaha o navýšení přenášeného výkonu, což se povedlo společnosti Yazaki na 19,2 kW. Ta se stala standardem v USA. A v počátcích elektromobility i v Evropě, kde se dnes využívá jiný typ konektoru. [16]

Tento konektor slouží k dobíjení elektromobilu jednofázovým střídavým proudem. Dokáže poskytnout výkon až 19,2 kW při napětí 120 V až 240 V a maximálním proudu 80 A. Obsahuje celkem pět pinů. Dva piny jsou určeny pro přenos střídavého proudu (L1, N), jeden pro uzemnění (PE), další pin pro kontrolu správného zapojení (PP), který také zabraňuje pohybu vozidla v době připojení k dobíjecí stanici. A nakonec pin komunikační (CP), který zabezpečuje komunikaci mezi elektromobilem a dobíjecí stanicí. Například dochází k výměně informace o stavu nabití vozidla. Také zajišťuje automatické zamykání. Tato technologie chrání před zastavením dobíjení cizí osobou anebo krádeží kabelu a je ovládána pomocí dálkového ovládání. Jde o standart rozšířený v Severní Americe, Japonsku a Jižní Koreji. [16][19]



Obrázek 9: Konektor – typ 1, Yazaki [36]

4.2 Typ 2 Mennekes

V Evropě je velmi rozšířen třífázový systém a proto byla snaha využít k dobíjení všechny tři fáze, které konektor Yazaki (typ 1) nevyužívá. Nabíjení probíhá jednofázovým nebo třífázovým střídavým proudem o maximální hodnotě 63 A. Dokáže poskytnout výkon 22 kW. Nyní se vyvíjí technologie, která bude umožňovat dobíjení až 43 kW. Konektor je osazen sedmi piny, oproti konektoru typu 1, který měl pinů pouze pět. Tři piny jsou fázové (L1, L2, L3), jeden pin nulový (N), další pin zemní (PE) a nakonec ještě kontrolní (PP) a komunikační (CP) pin. Princip posledních dvou pinů je stejný jako tomu bylo u Yazakiho konektoru. [16][19]

Obě zástrčky (typ 1 a typ 2) využívají stejný komunikační protokol a tak díky tomu mohou automobilky vyrábět vozy stejným způsobem. Nakonec jen použijí takový typ konektoru, který odpovídá trhu, kde se bude vůz prodávat. Obrovskou výhodou je to, že mezi těmito konektory existují pasivní adaptéry. [17]

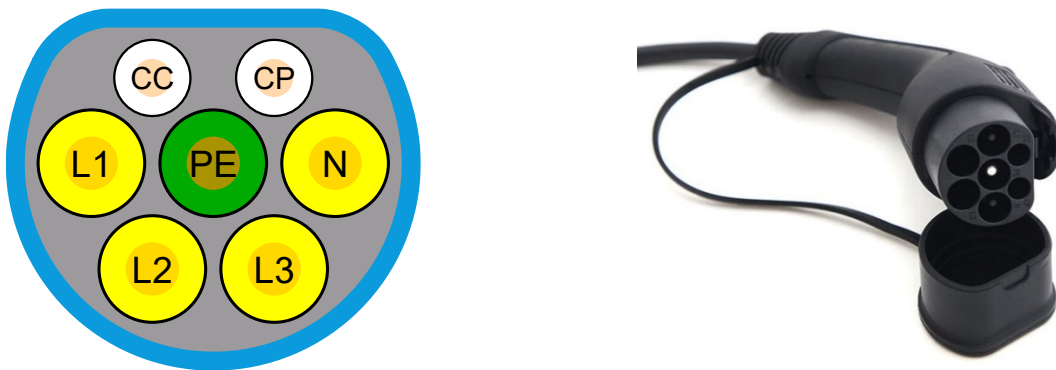
Konektor typu 2 nese často označení Mennekes z důvodu, že podobu této zástrčky navrhla německá firma nesoucí stejné jméno. Společnost Tesla využívá pro Evropský trh také podobu tohoto konektoru, avšak v odlišné modifikaci. Ta je schopna přenášet vyšší výkony a nabíjení probíhá pomocí stejnosměrného proudu o velikosti až 140 A a napětí až 500 V. [16][17][19]



Obrázek 10: Konektor – typ 2, Mennekes [36]

4.3 GB/T standard, AC

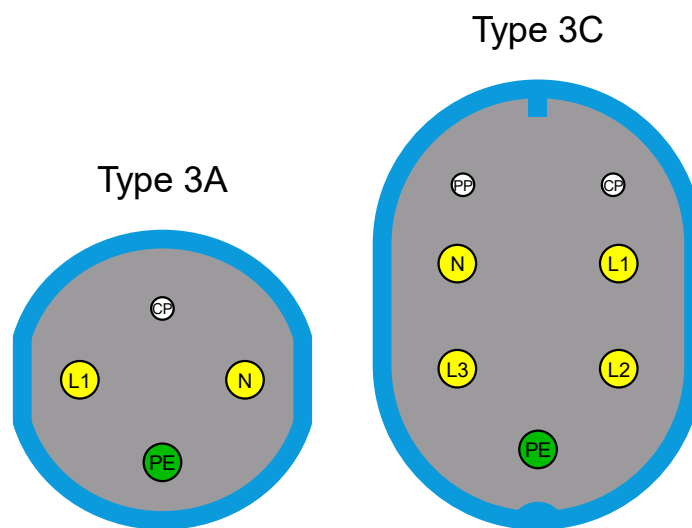
V Číně existuje pouze jeden typ konektoru a tím je standard GB/T. Výhodou neexistence více druhů konektorů je nulová konkurence, a tedy i masivní rozvoj dobíjecích bodů pouze se zmíněným konektorem již od počátku elektromobility. Automobilové společnosti, vyrábějící elektromobily určené pro Čínský trh, předem věděly, jakým konektorem mají být vozy opatřeny. To nepochybně přispělo k tomu, že z celosvětového žebříčku rozšíření elektromobility obsadila Čína první místo. Na první pohled by se sice mohlo zdát, že konektor je shodný s typem 2 (Evropský standard), avšak uspořádání vývodů je odlišné. Také obsahuje sedm těchto pinů jako typ 2, ale v opačném uspořádání, a proto zmíněné konektory nejsou vzájemně kompatibilní. Existují zde čtyři režimy nabíjení, kdy při nabíjení střídavým proudem může být dosažen výkon až 27,7 kW. [16][17]



Obrázek 11: Konektor - GB/T standard pro AC dobíjení [36]

4.4 Typ 3 Scame

Konektor typu 3 byl jeden ze tří standardních konektorů využívaných pro střídavé nabíjení, ale dnes se již nevyužívá. Byl nahrazen konektorem typu 2, který je funkčně stejný a dnes jde o nejpoužívanější dobíjecí standard v celé Evropské unii, která jej zde unifikovala. Vyráběl se ve dvou variantách. Typ 3A umožňoval pouze jednofázové nabíjení, naproti tomu typ 3C poskytoval jednofázové i třífázové nabíjení. To probíhalo výkonem 24 kW. Samotný konektor byl vybaven mechanickou závěrkou, která chránila před nechtěným dotykem. [17]



Obrázek 12: Konektor – typ 3, Scame [36]

Konektory pro DC nabíjení

4.5 Typ 1 CCS

Kombinované konektory CCS (Combined Charging System) slouží k nabíjení stejnosměrným proudem. V případě CCS typu 1 jde o původní Yazaki konektor, který je navíc rozšířen o dva piny (DC+ a DC-), určené právě pro stejnosměrný přenos, umístěné pod původním konektorem. Nabíjení se také účastní komunikační (CP), kontrolní (PP) a zemnicí (PE) vodič z horní části. Před dvěma lety byla schopnost konektoru přenášet stejnosměrné napětí a proud o maximálních hodnotách 600 V a 200 A. Vývoj jde obrovskou rychlostí vpřed a dnes poskytují výkon až 350 kW při maximálním proudu 500 A. [16][18][19]



Obrázek 13: Konektor – typ 1, CCS [36]

4.6 Typ 2 CCS

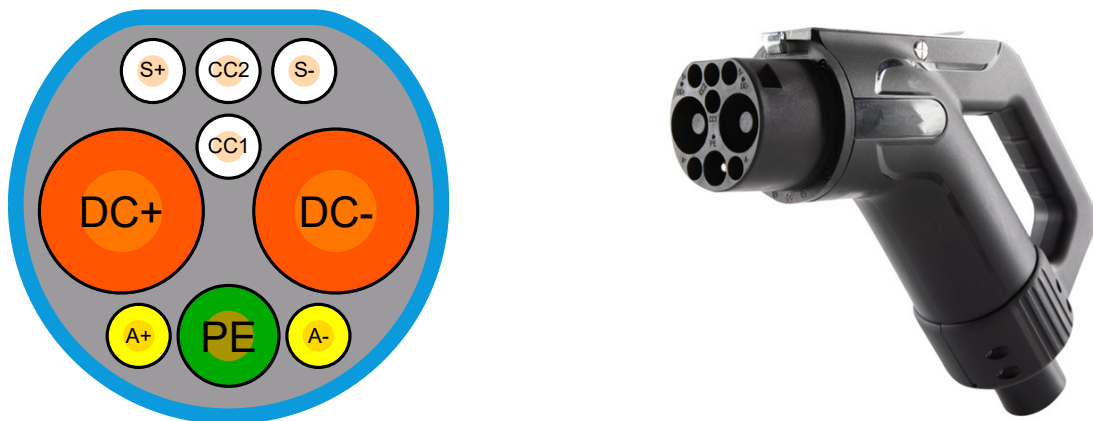
Tento konektor je opět rozšířením původního konektoru, nyní typu 2, o dva piny pro přenos stejnosměrného proudu (DC+ a DC-). Při nabíjení jsou použity tři piny z horní části konektoru, jde opět o komunikační (CP), kontrolní (PP) a zemnicí vodič (PE). Přenášené výkony jsou stejné jako je tomu u kombinovaného konektoru CCS typ 1. Dokonce byl již představen konektor schopný přenosu 500 kW a diskutuje se i o 700 kW. Z důvodu přenosu obrovských výkonů jsou zapotřebí velké průřezy kabelů, což vede k tuhým a těžkým kabelům. Manipulace s nimi je obtížnější a většinou vyžaduje ovládání oběma rukama. Lze se setkat i s kabely tenčími, ty však vyžadují chlazení. [16][18]



Obrázek 14: Konektor – typ 2, CCS [36]

4.7 GB/T standard, DC

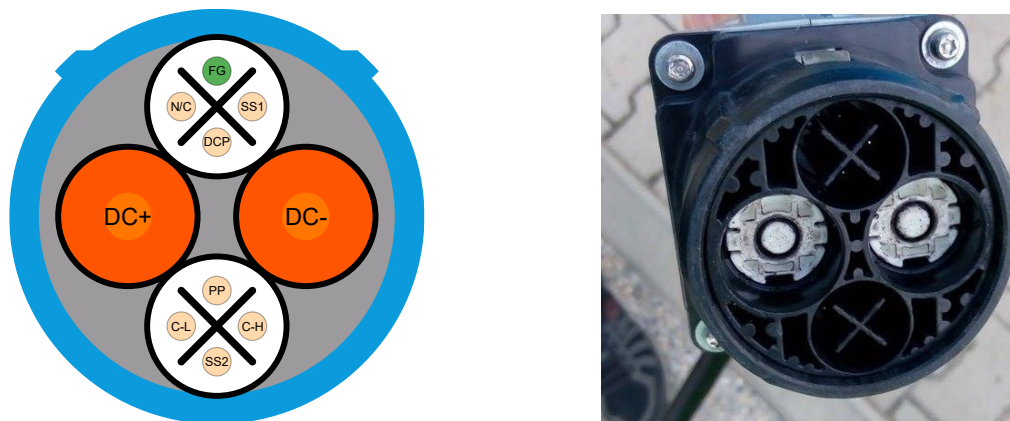
Jak již bylo zmíněno, v Číně existuje pouze jeden typ konektoru. Standard GB/T určený pro stejnosměrné nabíjení je odlišný od konektoru GB/T pro nabíjení střídavé a obsahuje celkem devět pinů. Dva slouží pro potvrzení nabíjení (CC1 a CC2), dva pro komunikaci přes sběrnici CAN (S+ a S-), dva poskytující pomocné stejnosměrné napájení až 600 W při 30 V a 20 A (A+ a A-), dva masivnější pro přenos stejnosměrného proudu (DC+ a DC-) a nakonec jeden zemnicí (PE), který opět zajišťuje nulovou referenci pro ochranné systémy. Poskytuje nabíjecí výkon až 250 kW se stejnosměrným napětím až 1000 V a maximálním proudem 250 A. Nejčastěji jsou využívány nabíječky o nižším výkonu, běžně 50 kW. [16][18][19]



Obrázek 15: Konektor – GB/T standard pro DC dobíjení [36]

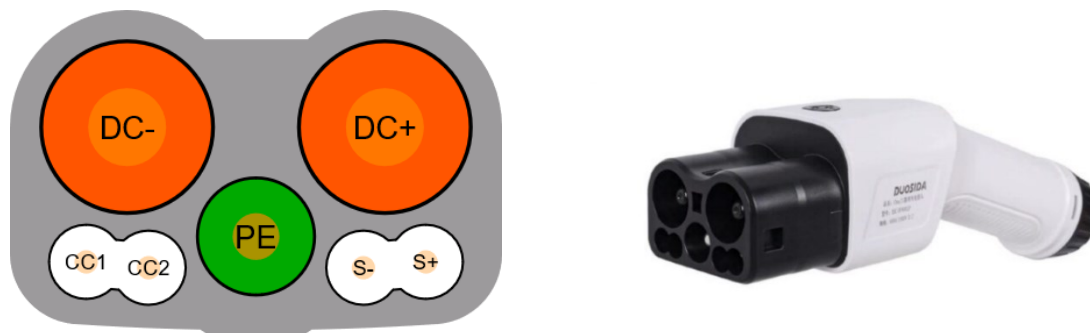
4.8 CHAdeMO

Konektor CHAdeMO, sloužící ke stejnosměrnému nabíjení elektromobilů, byl vynalezen v Japonsku. Konektor je osazen celkem deseti piny. Dva řeší stejnosměrný přenos (DC+ a DC-), jeden není využit (N/C) a zbylých osm zajišťuje datové spojení pomocí protokolu CAN bus. Provádí funkce jako je přenos parametrů baterie do nabíjecí stanice (napětí, kapacita baterie), přenáší informaci o tom, kdy má přestat nabíjet a také řeší funkci bezpečnostního blokování, kdy nespustí nabíjení do té doby, než bude správně připojen. Další funkcí je blokování hnacího ústrojí při připojení. Konektor prošel několika verzemi. Ta poslední poskytuje výkon až 400 kW při maximálním proudu 400 A a napětí 1 kV. V porovnání s kombinovanými konektory (CCS) nese jeho využívání jednu nevýhodu. V případě potřeby nabíjení střídavým proudem je zapotřebí osazení druhého konektoru. Jako standard je tento konektor využíván v Japonsku. V rámci Evropské Unie se dnes od tohoto konektoru ustupuje a najdete ho jen u starších vozů, které byly vyrobeny v Asii. [16][17][18][19]



Obrázek 16: Konektor – CHAdeMO [36]

V současné době se pracuje na vývoji nové verze CHAdeMO konektoru umožňující nabíjení stejnosměrným proudem až 600 A při maximálním napětí 1,5 kV. Poskytovaný výkon vychází na úctyhodných 900 kW. Je prezentován pod označením „CHAdeMO 3.0“ anebo „ChaoJi“. Konektor je menších rozměrů díky chlazení kapalinou a použití uzamykacího mechanismu ve vozidle namísto v konektoru. To zvyšuje komfort a usnadňuje celkovou manipulaci při dobíjení. [16]



Obrázek 17: Konektor – CHAdeMO 3.0 („ChaoJi“) [36]

CHAdeMO konektor byl prvním standardem na světě pro rychlodobíjení. Zkratka znamená v překladu "Nabij pro přesun." Často lákali zákazníky tím, že než dobijí svůj elektromobil, mohou si dát menší pauzu na šálek dobré kávy, anebo vyřešení pracovních emailů. Tímto způsobem se snažili přesvědčit budoucí vlastníky elektromobilů o jeho koupi. [18][19]

4.9 NACS, standard Tesla

Tento konektor byl vyvinut společností Tesla, Inc., která jej využívá ve svých stejnojmenných vozech v Severní Americe. Dle specifikací je konektor schopný přenést výkon až 900 kW, avšak to vyžaduje 800 V architekturu, kterou Tesla zatím nedisponuje. V současné době využívají nabíjecí výkon maximálně 250 kW. Rozsáhlá síť dobíjecích stanic „Tesla Supercharger“ slouží primárně pro nabíjení DC proudem, avšak konektory NACS umožňují i přenos střídavý. Je osazen piny pro přenos stejnosměrného proudu (DC- a DC+), v případě střídavého přenosu jde o fázový a nulový vodič (L1 a N), pin pro uzemnění (G), pro signalizaci stavu nabíjení (CP) a nakonec pin pro signalizaci stavu konektoru vozidla (PP). Při AC dobíjení je využití pinů shodné s konektorem SAE J1772, též známý jako konektor typu 1. [16][20]



Obrázek 18: Konektor – NACS [36]

Lídrem a tak trochu zakladatelem dnešní elektromobility je právě společnost Tesla. Její rychlost vývoje v této oblasti nemá konkurenci. Snaží se jít vlastní cestou a nezávislostí, tudíž kromě elektromobilů vyvíjí například i zmíněný konektor. Dnes u svých dobíjecích stanic osazuje společně s tímto konektorem i konektor CCS typu 1, kvůli možnosti nabíjení i značek jiných vozů dobíjecími stanicemi Tesla Supercharger. Aktuálně probíhá testování „Magic Docku“ společnosti Tesla, který umožňuje nabíjení pomocí konektoru NACS anebo standardu kombinovaného nabíjení CCS typu 1. Princip spočívá v chytrém využívání adaptéru mezi NACS a CCS. Pomocí mobilní aplikace Tesla si uživatel rezervuje nabíječku a ta pozná, jakým konektorem je osazen jeho vůz. Dle toho mu sama připraví vhodný konektor. V případě použití konektoru NACS zůstane adaptér CCS uzamčen uvnitř dobíjecího stojanu. Při využití konektoru CCS dojde k uchycení a uzamčení adaptéru na konektoru NACS. Hlavní motivací firmy učinit zmíněné rozhodnutí a poskytnout svoji

infrastrukturu i konkurenčním značkám bylo získání dotace pro rozvoj a výstavbu dobíjecích stanic od federální vlády USA. V Evropské unii jsou vozy automobilové společnosti Tesla osazeny přímo evropským nabíjecím standardem. [21]

5 Dobíjecí stanice

Největším dosavadním problémem elektromobilů je jejich dojezdová vzdálenost a dobíjení vozů samotné. Dojezdová vzdálenost závisí především na kapacitě baterií, ale také na klimatických podmínkách, jež kapacitu vozu ovlivňují. Na značné spotřebě, a tedy i celkovém dojezdu, se podílí klimatizace, v případě letních měsíců, topení, v případě měsíců zimních anebo další „infotainment“ vozu.

Problematika dobíjecích stanic řeší způsob dobíjení a jejich rozmístění. Běžný automobil se spalovacím motorem ujede v průměru 600 až 700 km při plném natankování. Vůz s elektrickým motorem má v průměru při plné kapacitě baterie dojezd pouze poloviční. Jsou však výjimky v podobě elektrovozidel s dojezdem větším než 600 km. Zmíněná testování probíhala za úsporného režimu v letních měsících, při vypnuté klimatizaci a za sníženého provozu. Kratší dojezdová vzdálenost některých elektrických vozů může být řešena častějším výskytem dobíjecích stanic. Jak již bylo zmíněno, existují stejnosměrné a střídavé dobíjecí stanice, kdy v případě stejnosměrných stanic, které využívají vysoké dobíjecí výkony, jsme schopni dobít baterii z 80 % za pár minut. Proto u hlavních dopravních tepen najdeme stanice převážně typu DC. [12]

Z průzkumu trhu je veřejně známo, že běžný řidič v České republice stráví za volantem průměrně 1 hodinu denně, poté je jeho automobil nevyužit. AC stanice jsou výrazně levnější varianta, ale také značně prodlužují dobu strávenou dobíjením. Proto je dobíjení střídavým proudem využito tehdy, když řidič vůz odstaví na delší dobu, v garáži, před bytovým domem či při nákupu u obchodního centra. [12]

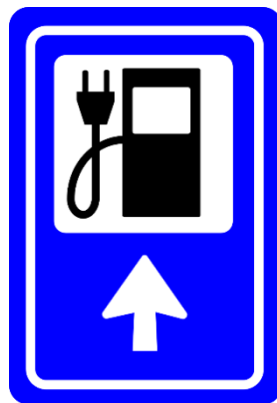
Maximální rychlost nabíjení je omezena mnoha faktory. U AC nabíjení také nezáleží pouze na výkonu palubní nabíječky. Pokud je napětí autobaterie příliš nízké, odběr proudu by překročil jmenovitý proud nabíječky a proto dochází k výkonovému omezení. Další příčinou omezení výkonu může být nadměrné zahřívání. Také pokud by elektromobil měl vyšší napětí baterií, než je jmenovité napětí nabíječky, nabíjení by se nezdařilo. I když dnes jsou i výjimky v podobě Porsche Taycan anebo Hyundai E-GMP, u kterých i přesto nabíjení probíhá. Je to způsobeno použitím zesilovače. [12]

Nutno podotknout, že dobíjecí stanice a jejich kabely jsou připraveny pro dobíjení za jakéhokoliv počasí, může pršet, foukat vítr, sněžit. Konektory jsou na dobíjecích stojanech vždy řádně označeny, o jaký typ se jedná. Elektromobil připojený k dobíjecí stanici jí předává potřebné informace o aktuálním stavu nabití, o maximálním proudu a napětí, kterým je možno nabíjet, o teplotě a dalších parametrech akumulátoru. Nabíjecí stanice dle toho přizpůsobí nabíjení, aby bylo úspěšné a co nejrychlejší.

Dělení dobíjecích stanic

- AC dobíjecí stanice
- DC dobíjecí stanice

Veřejné dobíjecí stanice



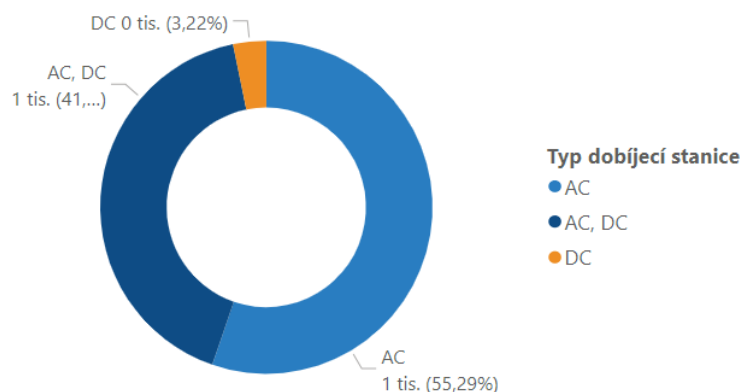
Obrázek 19: Znak veřejné dobíjecí stanice [36]

První veřejná dobíjecí stanice byla v ČR otevřena již v roce 2011 [7]. Dle ministerstva průmyslu a obchodu, které pravidelně zveřejňuje a aktualizuje seznam veřejných dobíjecích stanic podle §6 odst. 1 zákona č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách, je k 31.7.2023 v provozu 2 170 dobíjecích stanic, které nabízejí 4 051 dobíjecích bodů k dobíjení elektromobilů anebo plug-in hybridů. [8]

Do roku 2022 bylo evidováno 1 364 dobíjecích stanic a 2 643 dobíjecích bodů, tedy v roce 2023 došlo k budování těchto elektrostanic ve velkém a to ještě zdaleka nebyl konec roku. [8]

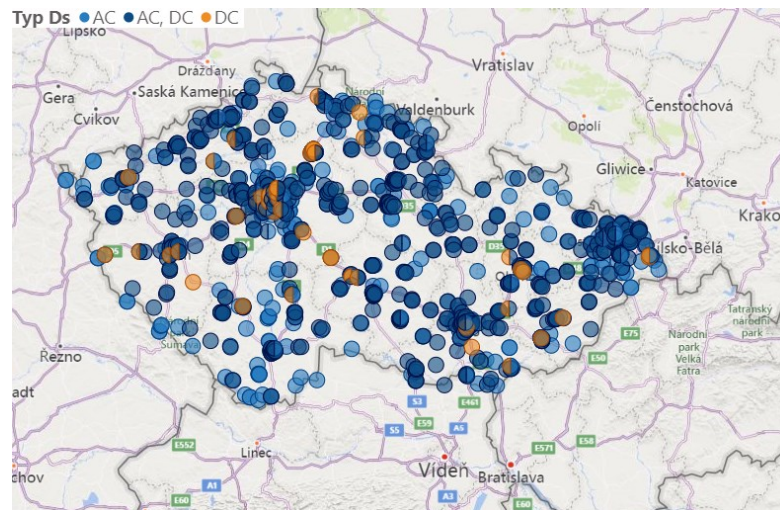
Pokud bychom chtěli porovnání mezi stanicemi DC a AC, tak v současné době, k datu 31.7.2023, je v České republice evidováno 3 004 AC dobíjecích bodů a 1 047 DC dobíjecích bodů s celkovým vstupním výkonem 125,62 MW. Aktuálnější data zatím k dispozici nejsou. [8]

Dobíjecí stanice z hlediska možnosti napájení střídavým (AC) anebo stejnosměrným (DC) proudem se dělí do třech skupin. První a nejpočetnější skupinou jsou dobíjecí stanice poskytující možnost nabíjení pouze střídavým proudem. Do druhé se řadí stanice, kde je možnost nabíjení jak střídavým, tak i stejnosměrným proudem. Dobíjecích stanic, umožňujících pouze stejnosměrného dobíjení, je oproti předchozím skupinám výrazně méně.



Obrázek 20: Podíl dobíjecích stanic dle možnosti dobíjení AC anebo DC proudem [7]

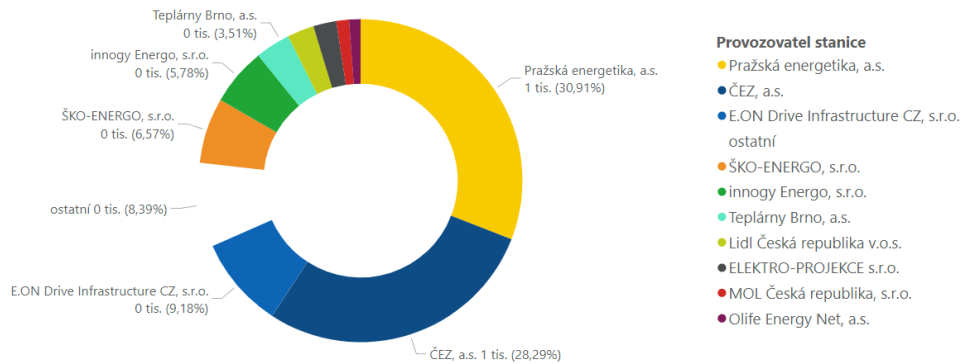
Na následujícím obrázku (Obrázek 21) je uvedena mapa veřejných dobíjecích stanic na území České republiky. Můžeme si všimnout, že počet dobíjecích bodů je poměrně značný. Největší hustota stanic se samozřejmě nachází ve Středočeském kraji a Praze samotné. Velké zastoupení najdeme také v oblasti Ostravska a nepochybně kolem velkých dopravních tepen, nejčastěji dálnic. Zde jsou požadovány DC dobíjecí stanice, pokud je to možné, z důvodu rychlosti dobíjení.



Obrázek 21: Mapa veřejných dobíjecích stanic ČR [7]

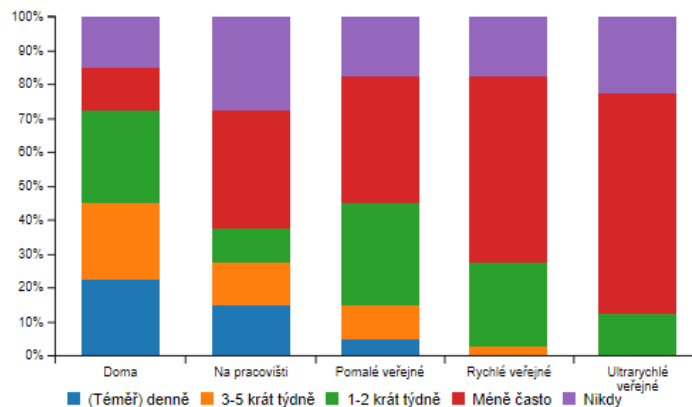
Síť veřejných dobíjecích stanic se stále rozrůstá a je zpřístupněna i online. Stanice ve svém okolí máme dobře zmapované sami, ale pokud plánujeme vyrazit na delší trasu, lze využít webové stránky anebo mobilní aplikace a dle dojezdu a dobíjecího standardu si nabíjení na trase přizpůsobit. Samozřejmostí je také plánovač trasy v samotném automobilu. Celosvětově nejrozšířenějšími aplikacemi jsou „Plugshare.com“ a „OpenChargeMap.org“. Společnost Tesla razí cestou vlastních nabíjecích stanic pro jejich elektrická auta, které lze dohledat přímo na oficiálních stránkách. Velmi populární aplikací u nás je FUTUR/E/GO od společnosti ČEZ. [37]

Dobíjení u veřejných dobíjecích stanic poskytují různí provozovatelé. Mezi ty největší patří Pražská energetika, a.s., ČEZ, a.s. a E.ON Drive Infrastructure CZ, s.r.o.. Následující graf uvádí deset největších (dle počtu dobíjecích bodů) provozovatelů dobíjecích stanic u nás v České republice.



Obrázek 22: Největší provozovatelé dobíjecích stanic v ČR [7]

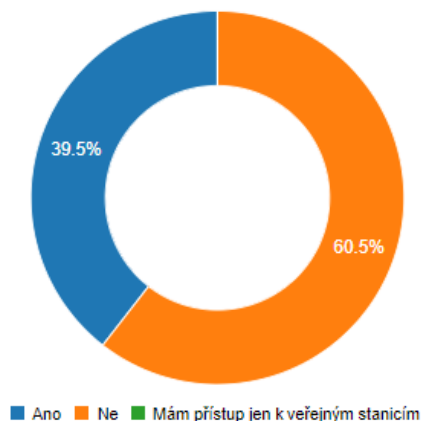
Za velice vydařené a zajímavé považuji šetření ve společnosti, jak často a kde dobíjejí elektromobil jejich uživatelé. To lze vyčíst z následující ankety (Obrázek 23) „Zvyklosti při dobíjení elektrických vozidel“ ze stránek Centrum dopravního výzkumu. Díky zmíněnému šetření bude možné budovat infrastrukturu dobíjecích stanic dle poptávky zákazníků. [6]



Obrázek 23: Návyky v dobíjení elektromobilů [6]

Původní myšlenkou používání elektromobilů bylo zmírnění negativního dopadu výfukových spalin. V počátcích se zamýšlelo čerpat energii čistě ze zelených zdrojů, což zahrnuje využití alternativních zdrojů elektřiny, jako je slunce, vítr, voda a další. Pak by se jednalo opravdu o čistou elektromobilitu.

Z ankety, zda k dobíjení elektromobilu používají uživatelé elektřinu z fotovoltaické elektrárny a jejíž výsledky jsou zobrazeny na obrázku (Obrázek 24), se došlo k závěru, že necelých 40 % zmíněnou možnost opravdu má a využívá ji. Kombinace soukromé FVE na střeše rodinného domu, bateriového úložiště a elektrického vozidla zvyšuje efektivitu jejich využití.



Obrázek 24: Využívání elektřiny z FVE k dobíjení elektromobilu [5]

5.1 AC dobíjecí stanice

Jak již bylo zmíněno, nabíjení může probíhat střídavým anebo stejnosměrným proudem. V případě dobíjení střídavým proudem máme k dispozici více možností. Lze využít klasickou jednofázovou domácí zásuvku, kdy dobíjení probíhá proudem o velikosti 16 A. Při standardizovaném napětí 230 V dojdeme k závěru, že k nabíjení je využit výkon 3,7 kW. To odpovídá dobití zhruba 14 km/hod. Podmínkou je využití speciálního kabelu s adaptérem z této zástrčky na dobíjecí standart vozu. Druhou možností je využití třífázové zásuvky, tzv. pětikolík. Ta umožňuje nabíjení proudem 16 A anebo 32 A, záleží na standardu, který využijeme. Při volbě menší, 16 A zásuvky, dochází k dobíjení výkonem 11 kW a odpovídá zhruba 55 km dojezdu za hodinu dobíjení. V případě 32 A zásuvky se výkon zvýší na 22 kW a umožňuje doplnit dvakrát více energie za stejnou dobu dobíjení. Zvolená metoda vyniká především svou širokou dostupností. Dobíjet můžeme v podstatě kdekoliv, kde je k dispozici třífázová zásuvka. Další možností je využití dobíjecích stanic jako samostatného zařízení, které zpravidla dělíme na tzv. wallboxy, sloužící pro soukromé, firemní či částečně veřejné dobíjení, a veřejné AC dobíjecí stanice. Nejčastěji se setkáme s AC stanicemi o výkonu 22 kW. V současné době dochází k budování stanic i s vyšším výkonem. Důvod, proč se

setkáme nejčastěji se stanicemi o výkonu 22 kW, plyne z výkonového omezení palubní nabíječkou vozu, jak již bylo zmíněno výše v textu. Výhody wallboxů či veřejných AC stanic jsou jejich speciální funkce, které při připojení k běžné třífázové zásuvce nemáme. Především možnost kontroly, čítání a řízení odběru elektřiny. [24]

Wallbox

V případě wallboxů jde o nabíjecí stanice střídavé menších výkonů, které jsou určeny nejběžněji pro domácí či firemní dobíjení. Nejčastěji se dimenzují s výkonem 11 kW či 22 kW. Z hlediska ekonomického se běžně volí varianta s výkonem vyšším, která je jen nepatrně dražší. S rostoucí zájmem o elektromobilitu se wallboxy osazují i na parkoviště luxusnějších hotelů a hosté mají možnost dobíjení. Nabití elektromobilu trvá několik hodin a je využíváno při delším parkování vozu. Při soukromém dobíjení nejčastěji přes noc, v případě firemního dobíjení během pobytu v práci. Motivací pořízení wallboxu jsou speciální funkce, například řízené dobíjení. Skupina ČEZ nabízí pro výhodnější dobíjení elektromobilů specializované sazby C27d a D27d. [24]

Existuje mnoho druhů wallboxů lišící se dle několika hledisek, které ovlivňují rychlost dobíjení, bezpečnost a například možnost využití přebytků energie z FVE. Mezi hlavní parametry se řadí:

- Počet fází
- Kabel / zásuvka
- Počet konektorů
- Maximální nabíjecí výkon
- Přístup a chránící prvky
- Využití přebytků energie z FVE
- Vzájemná komunikace

Počet fází

Wallboxy využívají jednofázové anebo třífázové připojení k elektrické síti. Ve většině případů se upřednostňuje třífázové zapojení, které má za následek zvýšení nabíjecího výkonu a zkrácení celkové doby potřebné k dobíjení. [23]

Kabel / zásuvka

Stanice je vybavena buď pouze zásuvkou anebo přímo kabelem, zakončeným příslušným konektorem dle standardů. Délka napájecích kabelů se liší podle toho, zda se jedná o „přímý“ anebo „spirálovitý“ kabel a jejich tloušťka závisí na přenášeném výkonu. Z principu se volí podle výkonu palubní nabíječky, nikoliv z hlediska nominální hodnoty wallboxu, jelikož jde skoro vždy o nižší hodnotu. [23]



Obrázek 25: "Přímý" (vlevo) a "spirálovitý" (vpravo) nabíjecí kabel [25]

Počet konektorů

Stanice jsou opatřeny jedním anebo dvěma vývody. V 80 % případů se osazují pouze jedním konektorem typu 2. V případě z části veřejnosti přístupných bodů se vyskytují vývody dva, jež umožňují současné dobíjení dvou vozů. Nabíjecí výkon stanice se však rozdělí a tím se prodlouží doba dobíjení. [23][24]

Maximální nabíjecí výkon

Dobíjecí výkon se podílí na rychlosti nabití baterie vozidla a je dán dle rovnice (5.1).

$$P = m \cdot U \cdot I, \quad (5.1)$$

, kde m je počet fází, U je jmenovité fázové napětí sítě a I je jmenovitý proud.

Jelikož nabíjení probíhá střídavým proudem a jeho usměrnění zajišťuje usměrňovač, který je řízen řídicím systémem elektromobilu, může dojít k výkonovému omezení dle palubní nabíječky vozidla. [23]

Výkon wallboxů se, v závislosti na účelu použití, pohybuje mezi 3,7 kW až 22 kW. Jak již bylo zmíněno, pro soukromé využití se osazují nejčastěji wallboxy o výkonu 11 kW. Firmy, hotely či sportovní areály volí běžně výkonnější variantu v podobě 22 kW.

Přístup a chránící prvky

Wallboxy mohou sloužit jak pro soukromé dobíjení, tak i částečně veřejné. Tomu je přizpůsoben přístup, ovládání a chránící prvky zařízení. Ovládání může probíhat online pomocí webových stránek, anebo pomocí mobilní či desktopové aplikace. Pokud chceme umožnit přístup pouze některých uživatel, existují různá bezpečnostní opatření. Použití klíčového spínače je snadné a efektivní řešení. V případě využívání wallboxu více uživateli, například v rámci firemní infrastruktury, již využití klíče postrádá na efektivnosti. Mnohem lepším řešením je volba systému RFID. Přiložení karty ke stanici umožní uživateli přístup a zahájí nabíjení. Díky tomu získá firma také přehled o využívání stanice. Nabíjecí místo musí být zapojeno na vlastní jistič (nejčastěji 3 x 16 A, anebo 3 x 32 A) a také je povinností zapojení proudového chrániče. Ten je buď součástí samotného wallboxu, anebo jde o externí zapojení, nejčastěji v rozvaděčové skříni rodinného domu. [23]

Využití přebytků energie z FVE

Mezi hlavním domácím rozvaděčem a elektroměrovým rozvaděčem se osazuje přístroj zvaný wattrouter, který monitoruje velikost a směr elektrického proudu. Dochází také ke sledování napětí na jednotlivých fázích. Řídící modul, jehož srdcem je mikropočítač, v reálném čase vyhodnocuje, zda dochází k odběru energie domem, anebo už energie odtéká do sítě, tzv. tvoří přebytky.

S přebytečnou energií z FVE lze hospodařit mnoha způsoby. Někteří uživatelé využívají akumulární kamna, jiní s ní předehřívají teplou užitkovou vodu, část uživatelů posílá přebytečnou energii do bateriového úložiště a někteří dobíjejí svůj elektromobil pomocí speciálního wallboxu, jež funkci umožňuje. [23]

Vzájemná komunikace

Některé wallboxy podporují komunikaci mezi sebou typu master / slave. Ta umožňuje centrální řízení více vzájemně propojených stanic. Výhoda spočívá v nastavení pouze jedné

hlavní stanice, která následně přenese data a parametry mezi podružná zařízení. Tímto dojde také ke snížení nákladů na dobíjecí stanice. [23][24]

Umístění wallboxů může být vnitřní i vnější. Jsou odolné vůči povětrnostním podmínkám a dešti, to umožňuje jejich umístění jak v garáži, jež je nejčastější, na zahradě, či na sloupku vjezdové brány. Běžně respektují stupeň krytí IP54. Ten je charakterizován ochranou před nebezpečným dotykem jakoukoliv pomůckou, vůči stříkající vodě, která může pronikat ze všech úhlů a částečně prachuodolností. Při umístění v uzavřených prostorech je potřeba jeho rozvržení tak, aby z každé strany byl prostor, kvůli lepšímu chlazení. Pro běžného uživatele se wallbox jeví jako malá skříňka, například umístěná za zdi, sloužící k dobíjení elektromobilu.



Obrázek 26: Příklad umístění wallboxu [25]

5.2 DC dobíjecí stanice

Dobíjení stejnosměrným proudem, oproti AC dobíjení, je mnohem rychlejší a přístupné pouze ve veřejných stanicích. Je to dáno mnohem složitější technologií, která se projevuje na její celkové ceně. Stejnosměrná dobíjecí stanice se jako celek skládá ze tří hlavních částí. Těmi jsou transformační stanice, silová část a ovládací část. Pravidlem je postavení nové transformační stanice, kvůli velkému výkonovému odběru. Ovládací a silová část může být řešena jako jeden celek, anebo odděleně. V případě dělené technologie je využit power box, někdy označován jako „power cabinet“, sloužící k usměrnění proudu a přivedení výkonu ke stanici. Power cabinet je schopný dodat určitý výkon daný vnitřní topologií zařízení. Pokud je plánováno dobíjení vyšším výkonem, bude energie do stanice přivedena ze dvou těchto

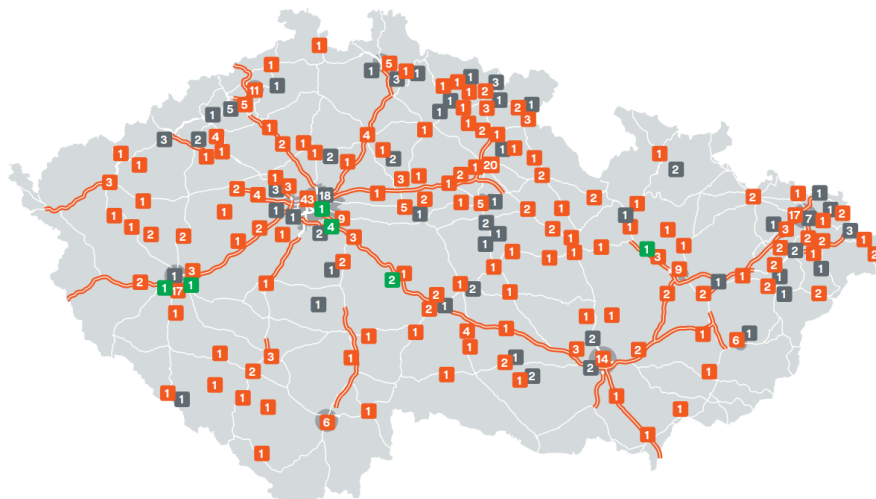
power boxů. DC dobíjecí stanice umožňuje současné nabíjení více automobilů. V případě nabíjení pouze jednoho vozu je k dispozici plný výkon stanice. Pokud budou nabíjeny dva vozy zároveň, výkon se poměrově rozdělí a doba potřebná k nabití se zvýší. Ve většině případů se doposud setkáme s dobíjecími stanicemi řešenými jako komplexní zařízení obsahující silovou i ovládací část v jednom, například nabíjecí stanice od ČEZ a PRE. V případě Tesly se silová část umísťuje do ústraní (někdy též do země) a ovládací část je přístupná uživateli. Ten ji považuje za kompletní dobíjecí stanici a díky tomu se navenek jeví minimalisticky a jednoduše.

Stejnoseměrné dobíjecí stanice lze rozdělit v současné době do dvou kategorií. V prvním případě dochází k nabíjení výkonem nad 50 kW a stanice nesou označení „rychlé“. Do druhé kategorie spadají stanice o výkonu nad 100 kW nesoucí označení „ultrarychlé“.

5.3 Síť dobíjecích stanic skupiny ČEZ

Společnost ČEZ, a. s. podporuje již dlouhou dobu „čistou“ dopravu. V České republice provozuje nejrozsáhlejší síť dobíjecích stanic a díky vizi „Čistá energie zítřka“ si do roku 2025 vytyčila dosažení hranice 800 stanic. Vzhledem k trendu elektromobility a faktu, že naše republika se řadí mezi tranzitní země, roste poptávka po větším počtu dobíjecích stanic a také po snížení doby potřebné k dobití vozu. Tomu hojně přispěla právě skupina ČEZ. Nyní se ČR řadí mezi nejrychleji rostoucí státy Evropy s veřejně přístupnými body k nabíjení. [27]

Největší český distributor elektřiny provozuje všechny druhy veřejných dobíjecích stanic, od těch pomalých, pomocí AC proudu, až po rychlé a ultrarychlé, které k dobíjení využívají proud DC. V jeden okamžik může doplňovat energii u dobíjecích stanic skupiny ČEZ necelých tisíc elektromobilů.



Obrázek 27: Mapa dobíjecích stanic skupiny ČEZ [28]

Z obrázku (Obrázek 27) lze vyčíst, že mezi nejrozšířenější se řadí rychlodobíjecí stanice o výkonu 50 kW (oranžové zobrazení). Mnohem menší zastoupení čítají standardní dobíjecí stanice s výkonem 22 kW (šedé zobrazení). Posledním typem jsou ultrarychlé dobíjecí stanice o výkonu nad 100 kW, kterých napočítáme v České republice pouze 6 (zelené zobrazení). Nacházejí se v Praze, v Litoveli, v Lokti, v Průhonicích a 2 v Plzni.

V následujících řádcích budou popsány všechny druhy dobíjecích stanic od skupiny ČEZ, díky čemuž získá čtenář reálnou představu o jejich rozměrech a vlastnostech. Společnost vsadila na zeleno oranžový design vyzývající zákazníky, že se jedná od bezemisní energii. Dobíjení vozu je velice jednoduchá záležitost, která se dá přirovnat k doplnění paliva na běžných čerpacích stanicích. Autorizace a spuštění dobíjení probíhá pomocí mobilní aplikace či RFID čipu. Samozřejmostí každé dobíjecí stanice, nehledě na typ, je možnost dobíjení AC proudem pomocí standardizovaného konektoru typu 2. [29]

AC - Standardní dobíjecí stanice

Požadavky na stanice vycházejí dle zkušeností z instalace a provozu ve veřejných prostranstvích. Musí odolávat vnějším vlivům, nejčastěji nesou krytí IP54, dále je třeba opatřit stanici bezpečnostními prvky, které ji chrání před vandaly a obecně je kladen důraz na vysokou živostnost a šetrnost k životnímu prostředí. Maximální vstupní výkon stanice

činí 44 kW a odpovídá možností nabíjení dvou elektrických vozů, o výkonu 22 kW, zároveň. Je osazena dvěma třífázovými zásuvkami typu 2, Mennekes. [30]



Obrázek 28: Standardní dobíjecí stanice [30]

- Základní parametry
 - Materiál: Hliník & ABS
 - Typ zásuvky: Třífázová zásuvka 32 A typu Mennekes (lze snížit na 16 A)
 - 2× uzamykatelná zásuvka umožňující dobíjecí dvou elektromobilů současně
 - Maximální vstupní proud: 64 A
 - Maximální vstupní výkon: 44 kW
 - Maximální výstupní výkon na zásuvku: 22 kW
 - Maximální výstupní proud na zásuvku: 32 A / 400 V
 - Stupeň krytí: IP54 / IK10
 - Rozměry (H × Š × V): 450 mm × 290 mm × 1550 mm
 - Hmotnost: 55 kg
 - Identifikace uživatele pomocí RFID čipu či mobilní aplikace
 - Komunikace s centrálou pomocí 3G / GPRS / GSM
 - Provozní teplota: -30 °C až +45 °C
 - Informační LCD display s podsvícením

DC – Rychlodobíjecí stanice

Rychlodobíjecí stanice Terra 54 CJT, od firmy ABB, umožňuje nabíjení stejnosměrným proudem o výkonu až 50 kW. K tomu jsou určeny dva konektory, prvním je kombinovaný konektor CCS typu 2, druhým konektor CHAdeMO. Simultánní dobíjení z obou konektorů umožněno není. Nabíjecí kabely jsou kvůli bezpečnosti součástí stanice. Stanice umožňuje dobíjení střídavým proudem pomocí konektoru typu 2, jež je také její součástí. Doba potřebná k nahromadění energie do akumulátorů se pohybuje kolem 30 minut. [30]



Obrázek 29: Rychlodobíjecí stanice [30]

- Základní parametry
 - Materiál: Nerezová ocel
 - Tři dobíjecí výstupy:
 - DC konektor CCS, kabel 2,5 m, výstupní výkon až 50 kW
 - DC konektor CHAdeMO, kabel 2,5 m, výstupní výkon až 50 kW
 - AC zásuvka typu Mennekes, výstupní výkon 22 kW (32 A/ 400 V)
 - Simultánní dobíjení z obou DC konektorů není možné.
 - Stupeň krytí: IP54 / IK10 v Rozměry (H × Š × V): 780 mm × 565 mm × 1900 mm
 - Hmotnost: 350 kg
 - Identifikace uživatele pomocí RFID čipu či mobilní aplikace
 - Komunikace s centrálou pomocí 3G / GPRS / GSM

- Stanice je vybavena antivandal prvky (např: pojistné hlavice na zvenčí přístupných šroubech proti nežádoucí demontáži)
- Provozní teplota: -35 °C až +50 °C
- Informační LCD displej s podsvícením
- Hluk: intenzita hluku v standby režimu méně než 30 dB a v provozu 45–50 dB
- Instalace: možnost instalace ve venkovních i vnitřních prostorách

DC – Ultrarychlé dobíjecí stanice

Ultrarychlé dobíjecí stanice, tzv. „hyperchargery“ umožňují dobíjení stejnosměrným proudem o výkonu vyšším než 100 kW. Společnost ČEZ a.s. aktuálně využívá tři typy, hypercharger HYC 150/300 od firmy Alpitronic, a hypercharger Terra 184 a Terra 360 od firmy ABB. Vzhledem k rychlosti vývoje v oblasti elektromobility dochází také k vývoji technologie dobíjecích stanic. [30]

Hypercharger HYC 150/300

Hlavní výhodou rychlodobíjecích stanic od firmy Alpitronic je jejich modularita. Základem je výkonová jednotka 75 kW, kterou lze do stanice umístit čtyřikrát. Tím se získá výkon až 300 kW. Jsou osazeny dvěma výstupy dobíjecího standardu CCS typu 2 s aktivně chlazeným kabelem. Při výstavbě hyperchargeru HYC 150 je umožněno dobíjení výkonem maximálně 150 kW, v případě HYC 300 maximálním výkonem 300 kW. [30][31]



Obrázek 30: Hypercharger HYC 150/300 [30]

- Základní parametry
 - Dva DC výstupy – CCS
 - 75/150 kW – jeden konektor – při obsazenosti obou zásuvek
 - 150/300 kW – jeden konektor – při obsazenosti jedné zásuvky
 - Simultánní dobíjení z obou konektorů je možné.
 - Stupeň krytí: IP54.
 - Rozměry (H x Š x V): 854 mm x 420 mm x 2235 mm.
 - Identifikace uživatele pomocí RFID čipu či mobilní aplikace.
 - Provozní teplota: -30 °C až +55 °C.
 - Informační 15“ display s podsvícením a čtyřmi tlačítky.
 - Provozní hlučnost: < 65dBA.
 - Instalace: možnost instalace ve venkovních i vnitřních prostorech.

Na následujícím obrázku (*Obrázek 31*) můžeme vidět zvyšování výkonu dobíjecí stanice pomocí jednotlivých výkonových jednotek 75 kW.



Obrázek 31: Modularita výkonu dobíjecí stanice [31]

Hypercharger Terra 184

Rychlonabíjecí stanice Terra 184 umožňuje, stejně jako v předchozím případě, volbu výkonu díky modularitě celého zařízení. Nejvyšší poskytovaný výkon činí 180 kW. Ten je plně využit v případě dobíjení jednoho vozidla, při současném dobíjení dvou vozidel se výkon rozdělí a dobíjení probíhá výkonem polovičním. K dispozici jsou dva konektory, CCS typu 2 a CHAdeMO. Jako v předchozím případě lze nabíječky provozovat pomocí přímého připojení OCPP (Open Charge Point Protokol). [30][32]



Obrázek 32: Hypercharger Terra 184 [30]

- Základní parametry:
 - Materiál: Nerezová ocel
 - Typy výstupů:
 - CCS typ 2
 - CHAdeMO
 - AC typ 2
 - Délka kabelu: 3,9 m
 - DC výstupní výkon: až 180 kW
 - Možnost dobíjet simultánně 2 elektromobily (2 x DC)
 - Stupeň krytí: IP54 / IK10
 - Rozměry (H × Š × V): 880 mm × 565 mm × 1900 mm; hmotnost: 395 kg
 - Identifikace uživatele pomocí RFID čipu či mobilní aplikace
 - Mobilní komunikace: GSM/4G/LTE
 - Provozní teplota: -35 °C až +55 °C
 - 7“ LCD barevná dotyková obrazovka s podsvícením
 - Instalace: možnost instalace ve venkovních i vnitřních prostorách

Hypercharger Terra 360

Nejvýkonnější dobíjecí stanice v ČR je Terra 360 od firmy ABB, poskytující výkon 360 kW a plné dobití do 15 minut. Umožňuje simultánní dynamické dobíjení dvou vozidel, kdy nabíjecí výkon je rozdělen mezi vozidla. Dělení nemusí probíhat jen v poměru jedna ku jedné, ale klidně v poměru jednu ku třem. V praxi to znamená, že nevyužitý nabíjecí výkon menšího elektrického vozu osazeného baterií s nižší kapacitou, bude využit větším elektromobilem. Velkým plusem stanice je speciální systém navíjení kabelu, díky čemuž dělá manipulaci s kapalinou chlazeným kabelem, o délce 5 metrů, mnohem snazší. Nachází se v Mladé Boleslavi u obchodního centra Olympia a její slavnostní otevření, v rámci infrastruktury skupiny ČEZ, proběhlo na jaře loňského roku.

- Základní parametry:
 - Materiál: Nerezová ocel
 - Typy výstupů:
 - CCS typ 2
 - CCS typ 2

- AC typ 2
 - Délka kabelu: 5 m
 - DC výstupní výkon: až 360 kW
 - Možnost dobíjet simultánně 2 elektromobily (2 x DC)
 - Stupeň krytí: IP54 / IK10
 - Rozměry (H × Š × V): 880 mm × 565 mm × 1900 mm; hmotnost: 395 kg
 - Identifikace uživatele pomocí RFID čipu či mobilní aplikace



Obrázek 33: Hypercharger Terra 360 [34]

5.4 Síť dobíjecích stanic Tesla

Za zmínku určitě stojí síť dobíjecích stanic společnosti Tesla, která doposud představila celkem 5 jejích typů. První 4 nesou chronologické označení dle verzí V1 až V4, pátá nabíječka, menších rozměrů a obecně minimalističtějšího provedení, je určena k městské instalaci. První verze umožňovala nabíjecí výkon 100 kW, u druhé verze došlo k vylepšení na 120 kW, kdy pomocí aktualizace softwaru byl následně výkon navýšen na úctyhodných 150 kW. Obrovský skok nastal s příchodem verze třetí. Výkon vyskočil na 250 kW a navíc došlo k vylepšení dobíjecího kabelu, ten nově využíval kapalinové chlazení. Díky tomu byly kabely tenčí, lehčí a celková manipulace s nimi snazší. V roce 2023 představila společnost verzi čtyři, kdy výkon vyskočil na 615 kW, avšak zmíněný výkon je pouze „papírová hodnota“. Ve skutečnosti je shora omezen na 350 kW. Nutno podotknout, že automobilová společnost Tesla doposud nedisponuje vozidlem podporujícím 350 kW vysoký nabíjecí výkon. Aktuálně mohou majitelé elektrického automobilu Tesla doplnit energii maximálním výkonem omezeným na 250 kW. Je pouze otázkou času, kdy dojde k jeho navýšení. To

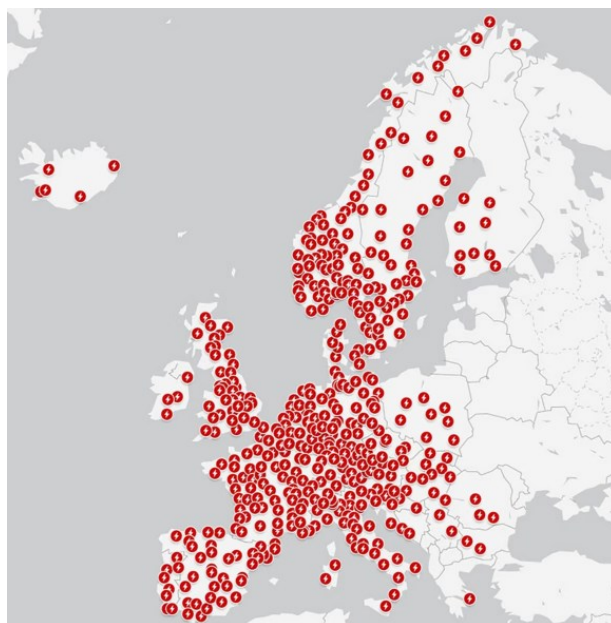
může být často řešeno pouze aktualizací, oproti konkurenci, z důvodu vlastní infrastruktury elektromobilů, nabíjecích stanic, konektorů a mnohých dalších. Poslední dobíjecí stanice společnosti Tesla umožňuje nabíjecí výkon 72 kW a slouží k instalaci převážně do městského prostředí. Společnost se od své konkurence liší nekompatibilitou jejich dobíjecích stanic s vozových parkem ostatních značek. [9][10][11]



Obrázek 34: Dobíjecí stanice Tesla (V1, V2, V3 a "městská instalace") [33]

Mapa dobíjecích stanic „Supercharger“

Společnost Tesla s více než 50 000 rychlých dobíjecích stanic, též zvaných „Supercharger“, vlastní a provozuje největší globální síť rychlého nabíjení na světě. Jejich největší zastoupení je samozřejmě na území Spojených států amerických. S rostoucí poptávkou po vozech Tesla se exponenciálně rozrůstá také výstavba v Evropě, to lze vyčíst i z následujícího obrázku (Obrázek 35).



Obrázek 35: Mapa dobíjecích stanic Supercharger v Evropě [33]

6 Možnosti řízení dobíjení

Nutností při provozu dobíjecích stanic je jejich řízení, konkrétně řízení výkonu. Důvodem je optimalizace nákladů a zajištění takového odběru, který bude v souladu s nominálními hodnotami jisticích a ochranných prvků. Kromě pokrytí obrovských výkonových špiček při rychlém či ultrarychlém dobíjení formou lokální akumulace energie, jsou v současné době kladeny požadavky na dosažení větší stability sítě. [35]

Proprietární řešení

Existuje mnoho způsobů, kterými si může uživatel řídit odběr výkonu. Každá dobíjecí stanice nabízí možnost nastavení různých parametrů ve firmwaru zařízení. Připojením ethernetového kabelu získáme přístup ke stanici a můžeme běžně nastavit maximální odběr proudu anebo obecně výkonové zatížení. Další možností je využití spínání HDO za účelem využití nízkého tarifu či časované zásuvky. [35]

Lokální řešení

Není vhodné, v případě většího počtu dobíjecích stanic v rámci jednoho areálu, dimenzování na jejich celkový příkon. Proto se využívá se řídicích systémů. Podružné jednotky každé stanice zasílají data o odběru do centrální jednotky, která je předřazena hlavnímu jističi, a na základě dat dochází k řízení odběru daných stanic. V případě nižších výkonů, řešení utkvívá v komunikaci typu master / slave, jež bylo vysvětleno v podkapitole *Vzájemná komunikace*, věnující se wallboxům. Pro vyšší výkony se hojně využívá úložišť energie v podobě velkých akumulátorů (bateriové úložiště) anebo setrvačníků. V době nízkého anebo žádného odběru je do úložišť hromaděna energie. Následně se využívá energie z roztočeného setrvačnicku či obrovské baterie k pokrytí výkonových špiček při dobíjení řady elektromobilů. Často je ve spojení s akumulací prvky využita fotovoltaická elektrárna, která průběžně hromadí energii do akumulacích prvků. [35]

Centrální řešení

V případě centrálního řešení dochází k řízení výkonu pomocí řídicích jednotek dobíjecích stanic. Komunikaci mezi stanicemi a řídicím systémem zajišťuje standart OCPP. Hlavní

rozdíl mezi lokálním a centrálním řešením je ve vnímání svého okolí a závislosti na něm, kdy v případě centrálního řešení nezáleží jen na celkovém maximálním odběru, ale umožňuje řízení výkonu stanice či jednotlivých dobíjení z řídicího systému. Lze nastavit časově proměnné výkonové profily, ty přiřadit skupinám stanic a díky tomu aplikovat jednoduché algoritmy snížení odběru výkonu v dané společnosti při výkonových špičkách, aby nedošlo k přetížení. Výhodou dynamického řízení je reagování na aktuální situace v reálném čase. [35]

7 Technický popis návrhu dobíjecího hubu

7.1 Všeobecné údaje

7.1.1 Základní údaje o stavbě

Název stavby:	Návrh dobíjecího hubu pro elektromobily
Lokalita:	Mnichovo Hradiště
Obec:	Mnichovo Hradiště
Okres:	Mladá Boleslav
Kraj:	Středočeský
Katastrální území:	Mnichovo Hradiště (697575 k.ú.)
Parcela:	2529/2
Investor:	Energetická společnost

7.1.2 Údaje o žadateli

Žadatel: Energetická společnost

7.1.3 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavba bude řešena v částech

- Výkopové práce
- Pokládka nového kabelového vedení, zemnicího pásku, výstavba nových power cabinetů a výdejních dobíjecích stojanů a výstavba nového parkovacího stání
- Elektromontážní práce
- Konečné terénní úpravy

7.1.4 Seznam vstupních podkladů

Diplomová práce byla vypracována v souladu s normami ČSN a PNE.

Před zahájením návrhu bylo potřeba zajistit následující podklady:

- Mapový podklad místa stavby
- Mapový podklad stávajícího stavu vedení a zařízení
- Pochůzka na místě stavby
- Vyjádření o existenci podzemních a nadzemních zařízení

- Výpis z katastru nemovitostí
- Geodetické zaměření

Nově navrhované vedení bylo zakresleno v mapách skutečného stavu zájmového území a v digitalizovaných katastrálních mapách. Při vypracování diplomové práce byla respektována vyjádření vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury, dotčených orgánů a majitelů dotčených pozemků.

7.2 Popis území stavby

7.2.1 Charakteristika území a stavebního pozemku

Stavba bude probíhat na pozemku využitého jako trvalý travní porost a nachází se v nezastavěném území.

7.2.2 Územně plánovací dokumentace

Stavba je v souladu s platnou územně plánovací dokumentací města Mnichovo Hradiště.

7.2.3 Výjimky z obecných požadavků na využívání území

Pro stavbu není nutné vydání výjimek a úlevových řešení.

7.2.4 Závazná stanoviska dotčených orgánů

V diplomové práci byly zahrnuty podmínky dotčených orgánů. Dále bylo nutné nechat jednotlivé technické sítě přesně zaměřit a navrhnout provedení výkopových prací tak, aby riziko jejich možného poškození bylo co nejmenší.

7.2.5 Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů

Vedení navrhovaného řešení bylo kontrolováno na úbytek napětí a impedanci, následně bylo navrženo jištění. Výstupní hodnoty jsou součástí příloh této diplomové práce (*Výpočty*) a také kapitoly 8 (*Výpočet úbytku napětí na vedení mezi +TS a +RHI*)

Z důvodu osazení nové transformační stanice bylo nezbytnou součástí navrhnout její uzemnění. Byla změřena hodnota rezistivity půdy v daném místě Wenerovou metodou. Následně bylo navrženo uzemnění transformační stanice tak, aby zemní odpor obvodového zemniče splňoval hodnotu danou normou. Tato problematika je uvedena v kapitole 8 (*Návrh uzemnění +TS*).

Také byl proveden průzkum dotčení oblasti.

7.2.6 Ochrana území podle jiných právních předpisů

Provoz zařízení nemá negativní vliv na životní prostředí, žádné kulturní památky či jiné chráněné objekty se v místě stavby nenachází.

7.2.7 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavba se nenachází v záplavovém území.

7.2.8 Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí

Stavba je navržena tak, aby byla bezpečná a spolehlivá při dodržení min. vzdáleností od stávajících budov a staveb na dotčených pozemcích.

7.2.9 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Nebudou prováděny asanace ani demolice. Ke kácení dřevin nedojde.

7.2.10 Požadavky na zábory zemědělského půdního fondu

Při stavbě nedojde k záboru zemědělského půdního fondu (ZPF) či pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL).

7.2.11 Územně technické podmínky, napojení na stávající infrastrukturu

Tato stavba je sama novou dobíjecí infrastrukturou, napojovacím místem budou spojky na stávajícím VN kabelu pro připojení nové kioskové pochozí transformační stanice.

7.2.12 Důvod stavby, koordinace

Stavba bude vybudována na základě žádosti o vzniku nového dobíjecího hubu.

Při výstavbě se doporučuje koordinace s veškerou případnou výstavbou v místě stavby.

7.2.13 Seznam pozemků dle katastru nemovitostí – umístění stavby

Katastrální území: Mnichovo Hradiště
<i>Parcelní číslo</i>
2529/2

7.2.14 Seznam pozemků dle katastru nemovitostí - vznik ochranného pásma

Katastrální území: Mnichovo Hradiště
<i>Parcelní číslo</i>
2529/2
2529/32
2529/3

7.3 Celkový popis stavby

7.3.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Druh stavby, její charakter a předmět

Jedná se o novou stavbu trvalého charakteru, jejíž předmětem je výstavba nových dobíjecích stanic pro elektromobily, vybudování nových kabelových rozvodů pro napájení a ovládání stanic, osazení a instalace nové transformační stanice, návrh uzemnění trafostanice a zabezpečení proti úrazu elektrickým proudem.

Účel užívání stavby

Předmětná stavba je určena k možnosti dobíjení elektrických vozidel široké veřejnosti.

Zohlednění podmínek závazných stanovisek dotčených orgánů a ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba byla projednána s dotčenými orgány. Došlo k posouzení stavby z hlediska zájmů, které hájí a byla vydána souhlasná závazná stanoviska dotčených orgánů.

Navrhované parametry stavby

Stavba řeší výstavbu 8 ks nových dobíjecích stanic pro elektromobily a zřízení nové transformační stanice. Rozsah a umístění navrhovaného řešení (vedení, zařízení) byl posouzen odpovědnou osobou.

Orientační náklady stavby

Orientační náklady v roce 2024: 30 000 000 Kč

7.3.2 Bezpečnost při užívání stavby

Ve spolupráci s budoucím provozovatelem byl v rámci navrhovaného zařízení vyhotoven protokol o určení vnějších vlivů.

Jelikož jde o stavbu elektrického zařízení, je nutno posuzovat prostory z hlediska úrazu elektrickým proudem dle PNE 33 0000-2, ČSN 33 2000-5-51, ČSN EN 60721-2-1/2, ČSN EN 50341-1.

Při celkovém zhodnocení vnějších vlivů, dle PNE 33 0000-2, se došlo k závěru, že se jedná o prostor nebezpečný.

Určení vnějších vlivů je uvedeno v kapitole 8.5 (*Vnější vlivy*).

7.3.3 Základní popis technických a technologických zařízení

Vzhledem k tomu, že elektrické zařízení patří mezi „Vyhrazená zařízení“, je nutné při jejich výstavbě dodržovat bezpečnostní předpisy, metodiky a standardy. Při ukončení stavby je nutno před jejím uvedením do provozu provést výchozí revizní zprávu.

7.3.4 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Vzhledem k povaze stavby je stanoveno požárně bezpečnostní řešení uvnitř a kolem transformační stanice. Její realizací nedochází ke zvýšení požárního rizika v místě stavby, avšak vzhledem ke skutečnosti blízkého výskytu čerpací stanice je nutno dbát při veškerých pracích zvýšené opatrnosti.

Je nutností striktně dodržovat platné předpisy o požární ochraně, které se řídí dle ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0873, ČSN 73 0875, ČSN 65 0201, ČSN 65 0202.

7.3.5 Hygienické požadavky na stavbu

Stavba je navržena dle zákona o ochraně veřejného zdraví a dle zásad stanovených ve vyhlášce o technických požadavcích na stavbu tak, aby neohrožovala zdraví člověka a životní prostředí.

Práce na stavbě budou probíhat v době od 7 do 21 hodin a zároveň budou využita taková zařízení, aby jejich činností nedošlo k narušení života uživatelů v okolí stavby. V případě potřeby budou použity mobilní protihlukové stěny.

7.3.6 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

Stavba je navržena na venkovní prostředí a s přihlédnutím k negativním účinkům vnějšího prostředí (pronikání radonu z podloží, bludné proudy, ...). Budou použity materiály k tomu určené. Všechny kovové součásti, které by mohli podléhat korozi, jsou protikorozně opatřeny (pozinkování, nátěry, gumoasfalt,...).

7.4 Připojení na technickou infrastrukturu

Dobíjecí hub bude napájen z nové pochozí transformační stanice, která bude připojena ke stávající distribuční soustavě. Dojde k vybudování nového parkoviště s 8 vyhrazenými parkovacími místy pro elektromobily, jež bude napojeno na komunikaci současné čerpací stanice.

7.4.1 Ochranná a bezpečnostní pásma

Elektrická vedení (podzemní i nadzemní) jsou chráněna ochrannými pásmy stanovené dle zákona č. 458/2000, Energetický zákon.

V ochranném pásmu provozovatele zařízení je, bez jejich povolení, zakázáno provádět jakékoliv práce.

Ochranné pásmo je definováno jako vzdálenost od krajního vodiče, kabelu nebo zařízení na každou stranu:

Podzemní vedení do 110 kV – 1 m

Sdělovací vedení – 1 m

Kompaktní a zděné trafostanice – 2 m

Kanalizace - do Ø500 mm – 1,5 m

- nad Ø500 mm – 2,5 m

7.5 Dopravní řešení

Pro příjezd na stavbu budou využity stávající příjezdové cesty. Stavba bude připojena na stávající dopravní infrastrukturu.

7.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochranu

Zhotovitel stavby musí dodržovat všechny předpisy o ochraně životního prostředí, dodržet všechny podmínky ve vyjádřeních referátu životního prostředí a orgánů ochrany přírody.

7.6.1 Vliv na životní prostředí

Při realizaci bude postupováno v souladu se směrnicí SDS_SM_0003 řízení ochrany životního prostředí v segmentu bezpečnosti nová energetika a distribuce v platném znění. Na stavbu budou použity materiály a technologie, které svým skladováním či přípravou nijak škodlivě neovlivňují životní prostředí. Samotný provoz zařízení nemá negativní vliv na životní prostředí. Veškerá výstavba a stavební práce budou probíhat tak, aby co nejvíce omezily nepříznivé vlivy prašnosti a hluku na své okolí. Po dokončení stavby bude plocha mimo zástavbu zatravněna. Odpady budou předávány tzv. oprávněné osobě k převzetí odpadů dle zákona o odpadech. Původcem odpadů vzniklých při realizaci stavby je vždy zhotovitel stavby.

7.6.2 Vliv na přírodu a krajinu

Provoz zařízení nemá negativní vliv na životní prostředí. Provozem elektrického zařízení nevznikají žádné škodliviny.

7.7 Ochrana obyvatelstva

Budou splněny základní požadavky z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva. Celá stavba bude opatřena zábranami k jejímu vyhrazení a zamezení vstupu neoprávněných osob.

7.8 Organizace a postup při výstavbě

7.8.1 Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Pro vlastní realizaci stavby není potřeba zřizovat žádné příjezdové komunikace. Budou využity stávající komunikace v okolí staveniště.

7.8.2 Ochrana okolí staveniště, asanace, demolice a kácení dřevin

Ochrana staveniště podléhá nařízení vlády č. 101/2005 Sb. a bude spočívat v zajištění výkopů proti pádu osob či zvířat, za tímto účelem budou řádně zabezpečeny. Nebudou prováděny žádné asanace ani demolice. Ke kácení dřevin nedojde.

K elektrickému vedení a zařízení je zakázán přístup neoprávněných osob. V případě údržby a oprav se zde budou pohybovat proškolení pracovníci provozovatele.

7.8.3 Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště

Staveniště bude zřízeno poblíž místa stavby, tam kde bude zajištěn dostatečný úložný prostor pro mechanizaci a zároveň pro uskladnění potřebného materiálu. Skladovací prostory musí být oploceny nebo jinak zajištěny proti přístupu cizích osob.

7.8.4 Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

Při provádění výkopových prací bude svrchní ornice oddělena od spodní výkopové zeminy. Zához bude prováděn spodní výkopovou zeminou, na kterou bude navržena všechna ornice. Přebytečná část zeminy bude odvezena na skládku.

7.8.5 Bezpečnost na pracovišti

Pro stavbu byl v rámci projektové dokumentace vytvořen plán BOZP.

7.9 Rozsah projektu

Stavba řeší osazení a instalaci transformační stanice a osmi nových dobíjecích stanic pro elektromobily na Jiráskova 1539, 295 01 Mnichovo Hradiště v kat. území Mnichovo Hradiště na parcele 2529/2.

Na parcele č. 2529/2 bude umístěna a napojena nová trafostanice +TS MB_0431 zasmyčkováním ze stávajícího kabelového VN vedení 3 x 22-AXEKVCE 1 x 120 mm². Z nové transformační stanice 22/0,4 kV budou vyvedené kabely 4 x 1-YY 1 x 240 mm² přes rozvaděč +RH1 do jednotlivých „power cabinetů“ +PW1 - +PW8. Dobíjecí stanice +DS1 - +DS8 budou napojeny pomocí 2 ks kabelového DC vedení 2 x 1-CHBU 1 x 240 mm² (+DC, -DC) ze zmíněných „power cabinetů“. Kromě DC silových kabelů bude zapotřebí souběžně s nimi vést kabely sloužící ke komunikaci a řízení výkonů, tj. INTERLOCK 4 x 2 x 1,5 mm², DC GUARD 4 x 2,5 mm², optický komunikační kabel Belden GOSND04 OUTDOOR 4 x ST 50/125 μm a silový AC kabel CYKY-O

4 x 2,5 mm². Zároveň, kvůli dynamickému sdílení výkonu, jsou každé dva „power cabinety“ (+PW1 a +PW2, +PW3 a +PW4, +PW5 a +PW6, +PW7 a +PW8) vzájemně propojeny pomocí 2 x kabelového zemního vedení 1-CHBU 1 x 240 mm² (+DC, -DC), zemnicího vodiče 1 x 120 mm² (PE) a datová komunikace mezi nimi, v rámci řízení výkonu a zabezpečení, je zajištěna pomocí datového kabelu FTP cat.6, INTERLOCK 4 x 2 x 1,5 mm² a DC GUARD 4 x 2,5 mm².

Dobíjecí stanice (+DS1 - +DS8) a „power cabinety“ (+PW1 - +PW8) budou umístěny v betonových základech či základech ze speciálního kompozitního materiálu o patřičných rozměrech daných normou. Jejich umístění je v zeleném pásu (travnatá plocha) před vyhrazenými parkovacími místy na pozemku 2529/2 v katastrálním území Mnichovo Hradiště. Dobíjecí stanice i „power cabinety“ budou do betonového či kompozitního základu osazeny maticemi na předem připravené závitové tyče. Před dobíjecí stanicí budou namontovány nárazové sloupky pro ochranu dobíjecích stanic a po jejich obvodu bude umístěná zámková dlažba. V rámci stavby bude vybudovaných a vyhrazených 8 parkovacích míst, která se vyznačí vodorovným dopravním značením. Součástí bude také svislé dopravní značení pro vyhrazená parkovací místa.

Účelem nově navrhovaného řešení je:

- Návrh TS
- Návrh rozvaděče +RH1
- Návrh základů pro „power cabinety“ (+PW1 - +PW8)
- Návrh základů pro dobíjecí stanice (+DS1 - +DS8)
- Výstavba parkovacích míst pro potřeby dobíjení elektromobilů – včetně vyznačení parkovacího stání

7.10 Projektové podklady

- Podklady k uvažovanému dobíjecímu hubu zadané investorem
- Podklady uvažovaných parkovacích míst
- Připojovací podmínky do distribuční sítě
- Geodetické zaměření provedené smluvně sjednanou společností
- Fotky stávajícího stavu

7.11 Základní technické údaje

7.11.1 Předpisy a normy

Zejména musí být dodrženy následující normy:

- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochrana opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-4-43 ed.2 Elektrotechnické předpisy – ochrana proti nadproudům
- ČSN 33 2000-6 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize
- ČSN IEC 60331 Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru
- ČSN EN 60332-1-1 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 1-1: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely s jednou izolací
- ČSN EN 60332-2-1 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 2-1: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely malého průřezu s jednou izolací
- ČSN EN 60332-1-2 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 1-2: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely s jednou izolací - Postup pro 1 kW směsný plamen
- ČSN 33 2000-1 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- ČSN 33 2000–5–51 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí – Všeobecné předpisy.
- ČSN 33 2000–5–52 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Elektrická vedení.
- ČSN 33 2000–5–523 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Dovolené proudy v elektrických rozvodech.
- ČSN 33 2000–5–534 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepět'ová ochranná zařízení
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr

- a stavba elektrických zařízení – Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování
- ČSN 33 2000-7-722 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-722: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Napájení elektrických vozidel
 - ČSN 33 1500 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
 - ČSN 33 2030 Elektrostatika – Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny
 - ČSN 33 2160 Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení VN, VVN a ZVN
 - ČSN 33 3060 Elektrotechnické předpisy. Ochrana elektrických zařízení před přepětím
 - ČSN EN 50110-1 ed.3 Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních
 - ČSN 33 0010 ed.2 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy
 - ČSN 33 0165 ed. 2 Značení vodičů barvami nebo číslicemi – Prováděcí ustanovení
 - ČSN 33 0166 ed. 2 Označování žil kabelů a ohebných šňůr
 - ČSN 33 2000-4-473 ed.2 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům
 - ČSN EN 61 140 ed.3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení
 - ČSN 34 1090 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí: Předpisy pro prozatímní elektrická zařízení
 - ČSN 34 0350 ed.2 Bezpečnostní požadavky na pohyblivé přívody a šňůrová vedení
 - ČSN 61 439-1 ed.2 Rozvaděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení

- ČSN 61 439-2 ed.2 Rozvaděče nízkého napětí – Část 2: Výkonové rozvaděče
- ČSN EN 60529 Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)
- ČSN 73 6056 Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel
- ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ČSN 73 6131 Stavba vozovek – Kryty z dlažeb a dílců
- ČSN EN 1338 Betonové dlažební bloky – Požadavky a zkušební metody
- ČSN EN 13108-1 ed.2 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 1: Asfaltový beton
- ČSN EN 61851-1 Systém dobíjení elektrických vozidel vodivým propojením – Všeobecné požadavky
- ČSN EN 61869-1 Přístrojové transformátory – Část 1: Všeobecné požadavky
- PNE 33 0000-5 Umístění zařízení ochrany před přepětím tř. požadavků B v el. instalacích odběrných zařízení
- PNE 35 7030 ed. 2 Rozvaděče nízkého napětí – Elektroměrové rozvaděče pro přímé a nepřímé měření elektriny v odběrných a předávacích místech napojených z distribučních sítí nn
- PNE 35 7000 Distribuční rozvaděče nízkého napětí – Kabelové rozvodné skříně

Uvedené normy jsou vždy brány včetně všech změn a oprav vydaných k danému datu. V případě, že u některých norem dochází k souběhu platnosti, doporučuje se postupovat dle normy novější.

7.11.2 Ochrana před nebezpečným dotykem

Živých částí:

- izolací a polohou a krytím
- podle ČSN 33 2000-4-41, 412.1, 412.2 a 412.4.
- podle PNE 33 0000-1, čl. 3.2.2.4., čl. 3.2.2.1. a čl. 3.2.2.3.

Neživých částí:

- přímým uzemněním středu zdroje (uzlu)
- samočinným odpojením od zdroje nadproudovými jisticími prvky

- podle PNE 33 0000-1, čl. 3.3.2.7. a 3.3.3.4

Uzemnění zařízení:

- Budou dodrženy podmínky podle ČSN 33 2000-4-41 čl. 413.1.3N12, ČSN 33 2000-5-54 a PNE 33 0000-1 čl. 3.3.3.10.

Uzemnění:

- ČSN 33 2000-4-41, čl. 413.1.3N12, ČSN 33 2000-5-54
- PNE 33 0000-1, čl. 3.3.3.10.
- ČSN 33 2000-4-41, čl. 413.1.3 N10
- PNE 33 0000-1, čl. 3.3.3.8.

7.12 Technické řešení

7.12.1 Rozvodná soustava

Distribuční síť ČEZ Distribuce a.s.	3x 22 000 V, 50 Hz, IT 3+PEN, 400/230 V, 50 Hz, TN-C 3+N+PE, 400/230 V, 50 Hz, TN-C-S
Přívody k „power cabinetům“ +PW1 - +PW8:	3+PEN, AC 50 Hz, 400 V, TN-C

Bilance:

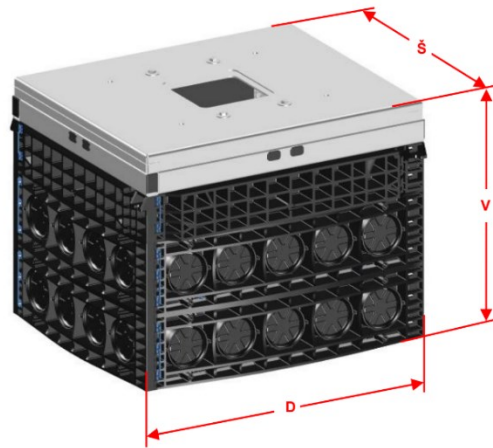
Instalovaný příkon dobíjecí stanice:

Celkový instalovaný příkon	175 - 350 kW
Činitel soudobosti β	0,85
Celkový soudobý příkon	149 - 298 kW

7.12.2 Příprava míst pro instalaci dobíjecí stanice

Pro instalaci dobíjecích stanic ve venkovním prostoru, jež jsou instalovány v blízkosti parkovacích míst, bude provedena stavební příprava pro jejich osazení.

Dobíjecí stanice se budou osazovat na betonový základ či základ z kompozitního prefabrikátu o rozměrech 950 × 810 × 700 mm (D x Š x V), dle požadavku investora.



Obrázek 36: Kompozitní prefabrikát

Ze základu bude vytažena chránička 1000 mm nad úroveň základu. Do základu bude vložen také zemnicí drát FeZn o průměru 10 mm, který bude ve spodní části přivařen k zemnicímu pásku. Ve vrchní části bude tento drát vytažen 1000 mm nad úroveň základu. Betonový základ bude vyčnívat nad úroveň terénu +100 mm. Po obvodu dobíjecí stanice bude umístěná zámková dlažba 1000 x 500 mm (š x d). Tím vznikne před dobíjecí stanicí volný prostor 1000 x 500 mm (š x d). Tento prostor je potřebný z důvodu obsluhování dobíjecí stanice zákazníky. Do volného prostoru budou umístěny dva nárazové nerezové sloupky, sloužící jako ochrana před poškozením. Za zadní stranou dobíjecí stanice musí být vyhrazený volný prostor 100 mm, aby bylo zaručeno neomezené proudění vzduchu.

7.12.3 Příprava vyhrazených parkovacích stání

Bude vystaveno celkem 8 parkovacích míst pro dobíjení elektromobilů v areálu čerpací stanice. Součástí stavby je vybudování zpevněné plochy, která bude sloužit jako příjezdová komunikace k jednotlivým parkovacím stáním. Povrch těchto stání a příjezdové zpevněné plochy je z betonové zatravnovací dlažby z důvodu přirozeného vsaku dešťové vody. Délky parkovacích stání budou 5,30 m. Krajní parkovací místa budou provedeny šířky 2,75 m, prostřední místa šířky 2,50 m. Bližší informace dle přílohy 01_Výkresová dokumentace (C1.Situační výkres či C9.Komunikace_situace). Minimální sklon je 1,00 % směrem ke stávající komunikaci. Od komunikace se parkoviště oddělí přes silniční obrubník nájezdový 1000/150/150 s převýšením 2,00 cm. Komunikace bude dle potřeby v délce parkovacích stání upravena a plynule napojena na obrubník nájezdový. Parkovací stání a příjezdová zpevněná plocha se dále ohraničí silničním obrubníkem 1000/250/150 s převýšením 10 cm. Přejechod parkovacích stání a příjezdové zpevněné plochy se provede z chodníkové obruby 1000/100/200 s převýšením 0 cm. Po celém obvodu základu dobíjecího stojanu bude

vybudován chodník v délce 0,50 m. Za všemi obrubníky se provede na závěr ohumusování tl. 0,1 m a zatravnění na šířce 1,00 m. Před každým nabíjecím stojanem dojde k osazení 2 ks protinárazových sloupků (celkem 16 ks), které budou ukotveny mimo základ dobíjecího stojanu do samostatných betonových patek či základů.

Parkovací stání bude dále opatřeno vodorovným dopravním značením ve formě symbolu nabíjecí stanice elektromobilů – černý piktogram o rozměrech 0,75 x 1 m (š x v), jež se vytvoří na povrch parkovacího stání. Vodorovné značení parkovacích míst bude provedeno V10g + symbol č.406 (označení vodorovného značení + symbol dle dopravního inspektorátu PČR).

V místě nových parkovacích stání se nově osadí svislé dopravní značení IP12 " Parkoviště " se symbolem č. 406 (dobíjecí stanice elektromobilů) + E07b směrová šipka. Značení se provede dle vyhlášky č. 294/2015 Sb. Dopravní značky budou osazeny na ocelové trubkové pozinkované sloupky. V místě vlastních značek musí být dodržena podchodná výška 2,2 m. Značky budou v hliníkovém provedení s potahem folií se střední odrazivostí.

7.13 Kabeláž, kabelové trasy

Při výstavbě dobíjecího hubu bude využito několika typů kabelového vedení.

Při výstavbě budou využity kabely VN:

22-AXEKVCE 1 x 120/16 mm²

22-AXEKVCEY 1 x 120/16 mm²

22-CXEKCY 1 x 35/16 mm²

Při výstavbě budou využity kabely NN:

1 - YY 1 x 240 mm²

1 - AYY 1 x 240 mm²

1 - CHBU 1 x 240 mm²

1 - CYKY - J 4 x 2,5 mm²

1 - CYKY - J 5 x 10 mm²

Při výstavbě budou využity datové a sdělovací kabely:

datový kabel INTERLOCK 4 x 2 x 1,5 mm²

datový kabel DC GUARD 4 x 2,5 mm²

optický kabel BELDEN GOSND04 OUTDOOR 4xST 50/125 μm

silový kabel AC CYKY 4 x 2,5 mm²

datový kabel FTP cat.6

Při výstavbě bude využito uzemnění:

FeZn 30 x 4 mm²

FeZn Ø10

Většina kabelového vedení bude z důvodu možnosti mechanického poškození při budování základů a terénních úprav uloženo v kabelových chráničkách KORUFLEX dle výkresové dokumentace. Také bude ve výkopu položen uzemňovací pásek FeZn 30 x 4 mm, který je překryt udusanou zeminou.

Při napojování zařízení budou kabely vedeny v zemi nebo pod pojížděnou plochou tvořenou travnatou plochou, zámkovou dlažbou a asfaltovou komunikací. Vedení těchto sítí se bude řídit požadavky dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 73 6005, přičemž vzorové řezy jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci. Systém prostupů přes základ dobíjecí stanice musí umožňovat možnost dodatečného protažení kabelu v případě potřeby bez dodatečných stavebních prací. V chráničkách bude ponecháno protahovací lanko/struna pro jednoduchou dodatečnou montáž dalších kabelů do chrániček.

Kabely budou umístěné ve stávajícím terénu v hloubce dle výkresové dokumentace v pískovém loži. V místě souběhu a křížení se stávajícím podzemním zařízením bude kabel uložený v ochranné trubce. Zákryt kabelů ve výkopech bude proveden výstražnou fólií červené barvy. Po provedení zemních prací bude vše uvedeno do původního stavu.

7.14 Výkopové práce a existence sítí

Před zahájením zemních prací musí být poloha všech existujících sítí vytyčena na místě stavby správci jednotlivých sítí a s polohou musí být prokazatelně seznámeni pracovníci, kteří budou provádět zemní práce. V prostoru, kde dochází k souběhu (nebo křížení)

budovaného kabelového vedení se stávajícím zařízením, budou zemní výkopové práce prováděny ručně se zvýšenou opatrností. Při provádění zemních prací budou dodrženy podmínky vyjádření majitelů a správců jednotlivých pozemních sítí. Před záhozem kabelového vedení NN 0,4 kV musí být přizváni zástupci majitelů nebo správců sítí, které byly výkopem odkryty. Budou dodrženy všechny bezpečnostní předpisy, týkající se zemních a montážních prací prováděných na stavbě, např. obsluha drobné mechanizace, jeřábu a technických zařízení, zajištění zeminy proti sesuvu. Výkop je nutné řádně zabezpečit proti vstupu nepovolaných osob a zajistit osvětlení překážek. Výkop bude opatřen výstražnou páskou k označení výkopu. Při křížování a souběhu s cizími podzemními sítěmi, bude dodržena norma ČSN 736005 a budou splněny podmínky stanovené ve vyjádřeních. Dále je nutné vytyčit vlastnické hranice v trase kabelového vedení NN 0,4 kV. Po ukončení všech prací je nutné lokality geodeticky zaměřit a zajistit dokumentaci skutečného provedení stavby.

Nejméně 10 dní před započítím výkopových prací požádá dodavatel stavby všechny provozovatele dotčených podzemních zařízení o jejich přesné vytyčení, případně technický dozor, aby nedošlo k ohrožení nebo poškození stávajících podzemních zařízení. Všechny podmínky obsažené ve vyjádřeních, stanoviscích a rozhodnutích účastníků řízení, správců sítí a dotčených orgánů jsou a budou v rámci stavby dodrženy. Před uvedením el. zařízení do provozu bude zhotovena výchozí revize a vystavena revizní zpráva.

7.14.1 Nakládání s odpady

Montážní firma zajistí využití nebo odstranění všech odpadů, které v rámci stavební činnosti a terénních úprav vzniknou (zbytky izolačních materiálů, zbylá zemina, suť, znečištěné čisticí tkaniny, demontovaný materiál apod.) a to tak, že veškeré odpady předá oprávněné osobě dle § 12 odst. 3 zákona o odpadech a bude s nimi nakládat také v souladu s vyhláškou č. 294 / 2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na povrchu terénu. Před předáním odpadů oprávněné osobě budou odpady soustředěny utříděně podle jednotlivých druhů a kategorií a zabezpečeny před znehodnocením, odcizením nebo únikem. Musí být splněny i další povinnosti vyplývající ze zákona o odpadech – zejména nakládání s nebezpečnými odpady a plnění ohlašovacích povinností.

- Původce odpadů musí při realizaci stavebních a udržovacích prací dodržet postup pro nakládání s vybouranými stavebními materiály určenými pro opětovné použití,

vedlejšími produkty a stavebními a demoličními odpady tak, aby byla zajištěna nejvyšší možná míra jejich opětovného použití a recyklace.

- Původce stavebních a demoličních odpadů musí mít vždy před zahájením činnosti, která povede ke vzniku těchto odpadů, zajištěno písemnou smlouvou předání do odpadového zařízení pro produkované odpady v odpovídajícím množství. Povinnost se vztahuje i na nepodnikající fyzické osoby, v případě, že nelze využít předání odpadů prostřednictvím obecního systému odpadového hospodářství (dále jen "obecní systém") obce, kde je záměr realizován. Zejména v případě, že obecním systémem je stanoveno množství odpadu, který lze obci předat.
- Na nakládání s nekontaminovanou zemínou a jiným přírodním materiálem vytěženým během stavební činnosti, pokud je zajištěno, že materiál bude použit ve svém přirozeném stavu pro účely stavby na místě, na kterém byl vytěžen, se nevztahuje zákon o odpadech.

7.15 Ochrana před bleskem

Předmětem projektu není ochrana dobíjecích stanic a rozvaděčů před bleskem.

7.16 Podmínky uvedení zařízení do provozu

Před uvedením zařízení do provozu musí být splněny následující body:

- Vyjádření všech dotčených orgánů
- Vyjádření majitelů a správců jednotlivých pozemních sítí
- Vyjádření, souhlas, povolení orgánů státní správy
- Vyjádření k PD příslušnými distributory sítě
- Dodání prováděcí a dodavatelské dokumentace
- Vypracování kladné revizní správy

7.17 Bezpečnost práce

Veškeré práce týkající se elektroinstalace musí být při montáži prováděny za dodržení všech bezpečnostních předpisů a norem ČSN dotčeného oboru činnosti, zejména ČSN EN 50110-1 ed.3, ČSN EN 50110-2 ed.3 a souboru norem ČSN 33 2000-1 ed.2. Pracovníci musí být s předpisy k zajištění bezpečnosti práce seznámeni prokazatelně,

alespoň v rozsahu prováděné práce nebo svěřené činnosti. Dále musí být pracovníci seznámeni s riziky z činnosti vyplývajícími. Na zařízení není dovoleno za provozu provádět žádné práce ani manipulace bez vypnutí a zajištění vypnutého stavu. Na el. zařízeních musí být pravidelně prováděny revize.

Při provádění musí být dodržována příslušná ustanovení následujících norem:

- ČSN EN 50110-1 ed.3 Obsluha a práce na elektrických zařízeních
- ČSN EN 50110-2 ed.3 Obsluha a práce na elektrických zařízeních (národní dodatky)
- Vyhláška MPSV č.192/2005 Sb.
- Vyhláška MPSV 601/2006 Sb.

7.18 Kvalifikace montážních pracovníků a pracovníků údržby

Osoby pověřené obsluhou a údržbou elektrického zařízení musí mít odpovídající kvalifikaci dle NV č. 194/2022 Sb.

§ 4 osoba poučená	obsluha el. zařízením, NN v krytí IP 20 a vyšším
§ 5,6 osoba znalá, elektrotechnik	obsluha el. zařízením, NN v krytí IP 1x a menším obsluha elektrického zařízení vn práce na elektrických zařízeních

Tyto osoby musí prokázat znalost místních provozních a bezpečnostních předpisů, protipožárních opatření, první pomoci při úrazech elektrinou a znalost postupu a způsobu hlášení závad na svěřeném zařízení. Osoby užívající elektrická zařízení musí být seznámeni s jeho obsluhou například formou návodu, nebo jiným doložitelným způsobem uvedeným v ČSN 33 1310 (Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení určená k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace).

Nutnou součástí bude:

- Komplexní zkoušky
- Provozní řád
- Zaškolení obsluhy
- Výchozí revizní zpráva elektro

8 Výstavba dobíjecího hubu

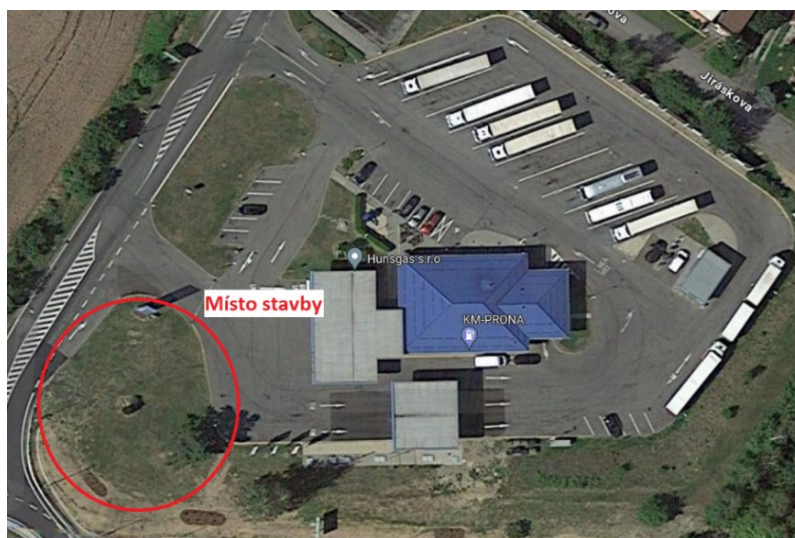
8.1 Situace místa stavby

Modelové místo se nachází ve městě Mnichovo Hradiště, v areálu současné čerpací stanice. Dobíjecí hub bude umístěn v zeleném pásu, kde je dostatek místa pro veškerou technologii. Místo je vhodně situováno z důvodu výskytu v těsné blízkosti u exitu Mnichovo Hradiště dálnice D10, jak je zobrazeno na obrázku (Obrázek 37).



Obrázek 37: Situace místa stavby

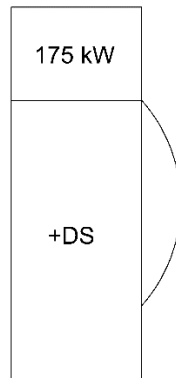
Na následujícím obrázku (Obrázek 38) je zobrazen detailnější pohled místa budoucího umístění dobíjecího hubu.



Obrázek 38: Situace místa stavby - detail

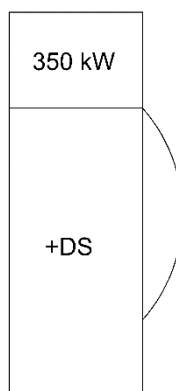
8.2 Volba technologie

Byl požadavek na výstavbu 8 ks dobíjecích stanic. Existuje více variant, jak se k dané problematice postavit. První variantou je využití dobíjecích stanic o nižším výkonu, například 175 kW, jak je vidět na obrázku (Obrázek 39). Tím dojde ke snížení nákladů na technologii, avšak doba potřebná k dobití elektromobilu se prodlouží.



Obrázek 39: Dobíjecí stanice o výkonu 175 kW

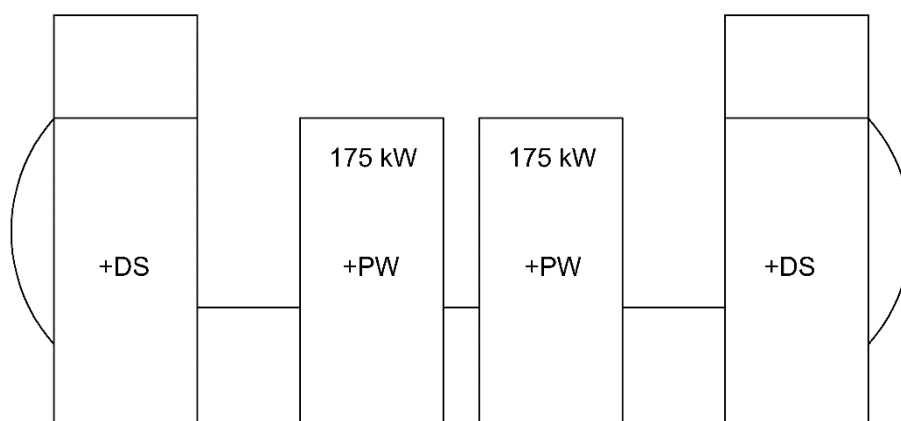
Jelikož aktuální trend a společnost cílí na co největší rychlost dobíjení, je potřeba zvolit stanice s vyšším dobíjecím výkonem. Z toho vyplývá druhá varianta, tedy volba nabíjecích stanic o výkonu 350 kW. Tím se zvýší požadovaná rychlost dobíjení. Tudíž dojde ke zkrácení doby potřebné k plnému nahromadění energie do elektromobilu, což je pozitivní. Nevýhodou je však enormní nárůst ceny, jelikož každá dobíjecí stanice je dimenzována na dvojnásobný výkon.



Obrázek 40: Dobíjecí stanice o výkonu 350 kW

Třetí variantou je využití „power cabinetů“. Dobíjecí stanice bude složena z výdejního nabíjecího stojanu a napájecí skříně, o nominálním výstupním výkonu 175 kW. Každá

dvojice „power cabinetů“ bude navíc mezi sebou vzájemně propojena (dynamické sdílení DC) z důvodu možnosti využití vyššího dobíjecího výkonu. Při plném obsazení parkovacího stání poskytuje každý z výdejních dobíjecích stojanů výstupní výkon 175 kW. Avšak pokud by byly dva sousední stojany obsazeny například jen jedním elektromobilem, výstupní výkony sousedních „power cabinetů“ se sečtou. Tudíž může být elektromobil nabíjen výkonem až 350 kW. Ne pokaždé je využit plný výkon. Záleží na mnoha faktorech, jako je například stav nabití baterie, teplota či stav jednotlivých článků akumulátoru. To řeší „battery management“ vozidla. Bližší informace jsou uvedeny v teoretické části práce. Princip činnosti zmíněné varianty je patrný z následujícího obrázku (Obrázek 41).



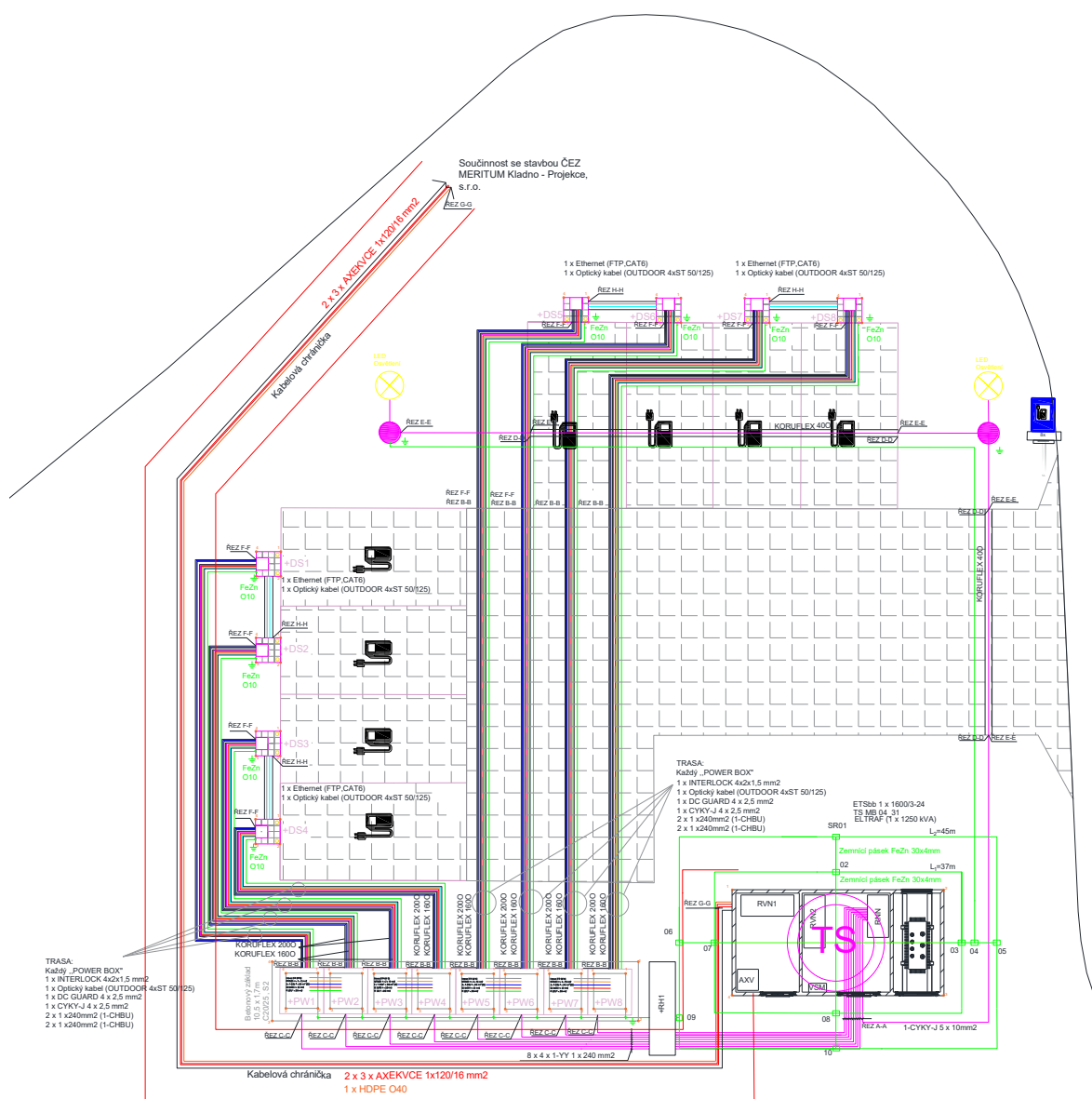
Obrázek 41: Kombinace "power cabinetu" a výdejního stojanu

Jelikož bude vystavěn dobíjecí hub o celkovém počtu 8 ks dobíjecích stojanů, je vhodné mezi nimi řídit výstupní výkon, proto byla zvolena varianta 3. Kvůli modularitě a chytrému výkonovému řízení bude využita technologie od firmy ABB.

8.3 Popis návrhu dobíjecího hubu

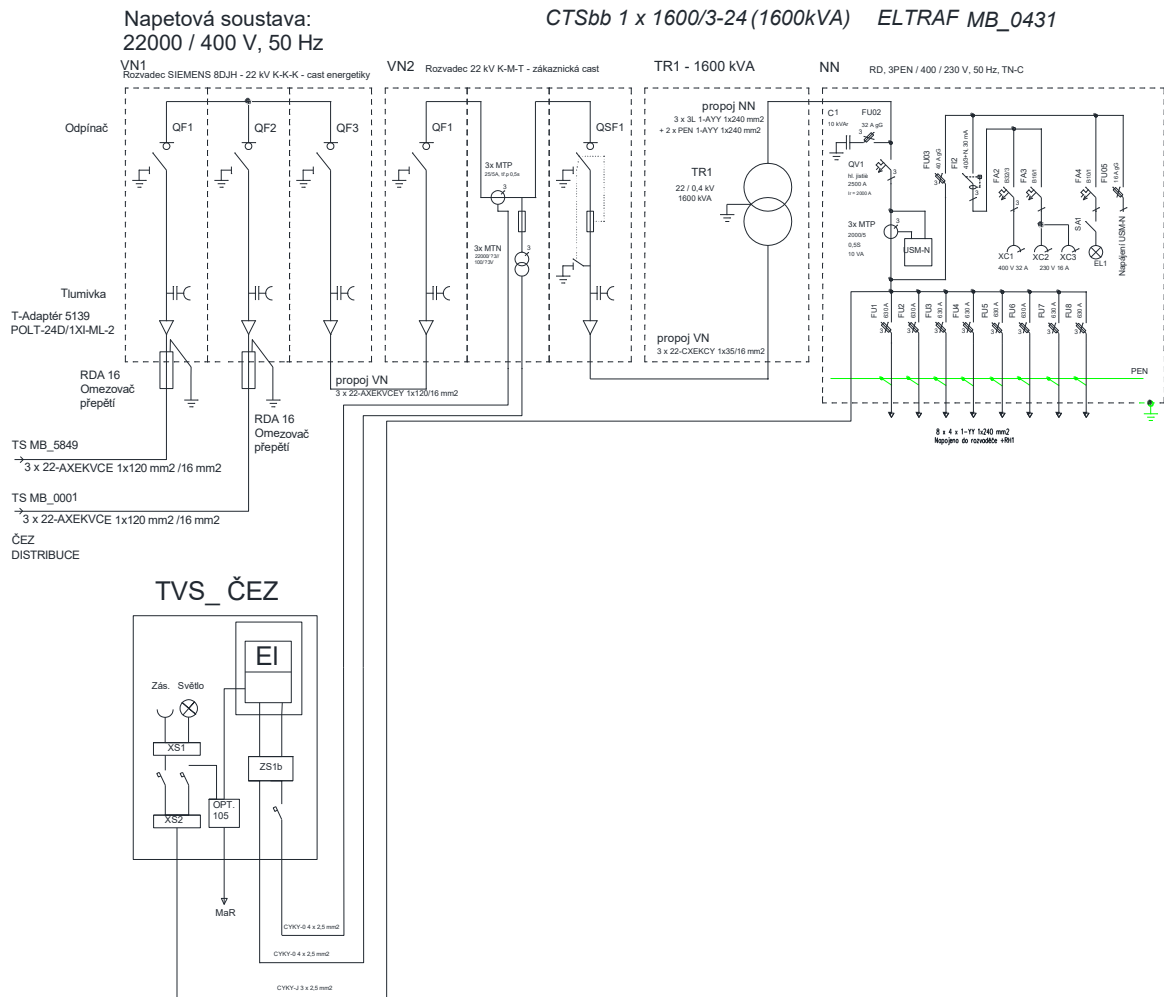
V této části bude blíže popsáno celkové navrhované řešení. Samotné technické řešení, které je stručnější a kde jsou zmíněna také parcelní čísla a další náležitosti, je uvedeno v předchozí kapitole. Kvůli rychlejší orientaci jsou do textu také vloženy části výkresu. Veškerá výkresová dokumentace, v plné kvalitě, je uvedena v příloze této diplomové práce.

Stavba řeší osazení a instalaci 8 ks nových dobíjecích stanic a 8 ks power cabinetů s nově vybudovanými parkovacími místy. Z důvodu velkého výkonového odběru je také potřeba výstavby nové transformační stanice. Jde o pochozí kioskovou transformační stanici o výkonu 1600 kVA (ETSbb 1 x 1600 / 360_24). Tato trafostanice bude sestavena z 2 x VN rozvaděče, 1 x NN rozvaděče a 1 x transformátoru 1600 kVA 22/0,4 kV. Do TS je přivedeno kabelové zemní vedení 3 x AXEKVCE 1 x 120 / 16 mm² ze dvou transformačních stanic s označením TS MB_5849 a TS MB_0001. Její napojení bude provedeno zasmyčkováním tohoto kabelového zemního VN vedení. Současně s kabelovým zemním vedením VN bude uložena chránička HDPE včetně možnosti protažení optického kabelu pro ovládání chytrého řízení dobíjecí stanice (dispečerské řízení).



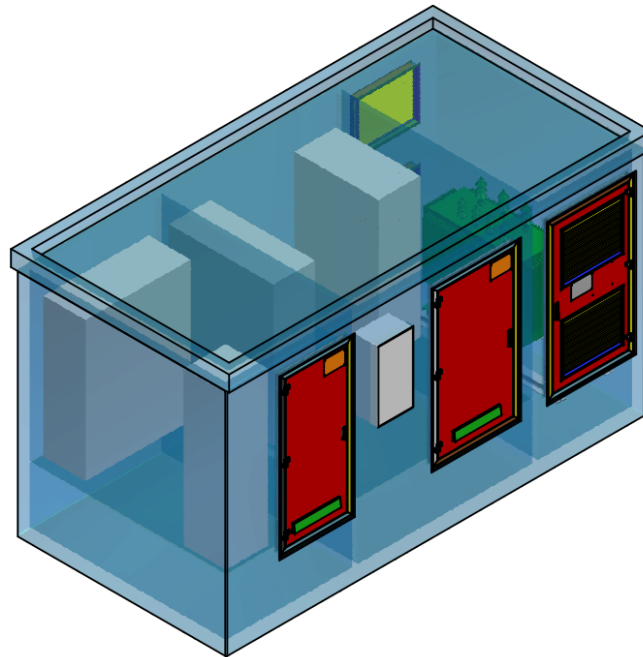
Obrázek 42: Zákres situace

Na vstupu do rozvaděče VN1 budou osazeny omezovače přepětí RDA 16. Kvůli omezení strmosti nárůstu proudu jsou ještě v sérii zapojeny tlumivky. Na vstupu i výstupu jsou osazeny odpínače (QF1 – QF3). V rozvaděči VN2 budou instalovány měřicí transformátory proudu (MTP) o hodnotách 25 / 5 A, 10 VA, tř. p. 0,5S a měřicí transformátory napětí (MTN) o hodnotách $22\,000 / \sqrt{3} // 100 / \sqrt{3}$ V. Na vstupu i výstupu je instalován opět odpínač, navíc výstup je opatřen také pojistkou. Propoj mezi rozvaděči VN1 a VN2 je pomocí kabelového vedení 3 x 22-AXEKVCEY 1 x 120 / 16 mm². Další propoj mezi rozvaděčem VN2 a primárním vinutím transformátoru je řešena pomocí kabelového vedení VN 3 x 22-CXEKCY 1 x 35 / 16 mm². K napojení rozvaděče NN k výstupu sekundárního vinutí transformátoru je použito kabelové propoje NN 3 x 3L 1-AYY 1 x 240 mm² + 2 x PEN 1-AYY 1 x 240 mm². Jde o 3 ks kabelového vedení pro jednu fázi z důvodu přenosu vyššího výkonu. Oproti kabelu s větším průměrem se s kabelem o nižším průměru lépe manipuluje a také má lepší chlazení. V rozvaděči NN je instalována kompenzace účinníku C1 o velikosti 10 kVAr a dále skříň měření o parametrech MTP (2000 / 5, 10 VA, tř. p. 0,5S). Hodnota kompenzace je nastavena pevně, jelikož zde nejsou žádné točivé stroje a slouží pouze pro kompenzaci jalového výkonu transformátoru. Dále je napájena vlastní spotřeba a zbylé komponenty/výstroj rozvaděče NN slouží pro údržbu či servis. Na vstupu je umístěn pojistkový odpínač FU03 s hodnotami pojistek 40 A. Následně je pak každý okruh odjištěn vlastním jističem. Na základě počtu dobíjecích stanic je instalováno 8 ks pojistkových odpínačů FSD3 (FU1 – FU8) s hodnotou jistění pojistkami 630 A. Bude osazen hlavní jistič QV1 (TYP 3VA25) o jmenovité hodnotě In. 2500 A s nastavenou hodnotou Ir. 2000 A pro odjištění transformátoru.

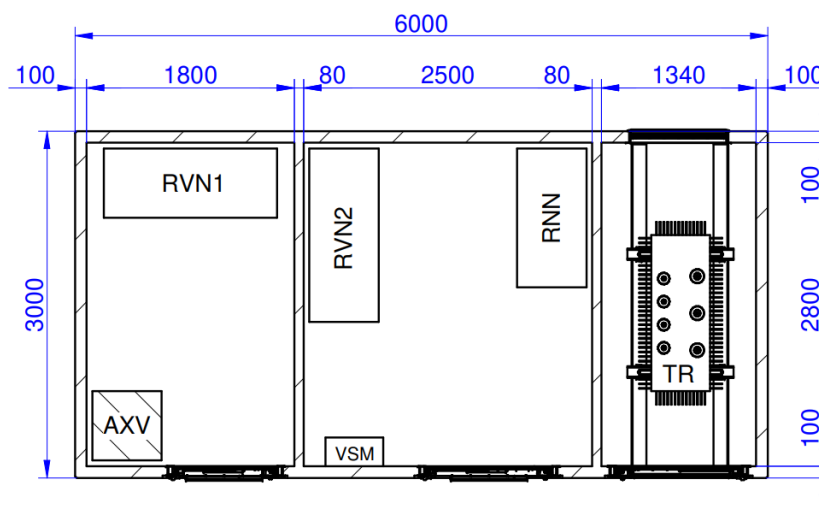


Obrázek 43: Jednopolové schéma transformační stanice

Na obrázku (Obrázek 44) je zobrazen 3D model pochozí transformační stanice. Výhodou modelu je snazší představivost o jejím rozdělení a rozložení veškerých komponent. Z obrázku (Obrázek 45), na kterém je zobrazena transformační stanice v řezu (pohled shora), je patrné, že TS se dělí na tři části. V první části je umístěn rozvaděč vysokého napětí, nesoucí označení RVN1 a skříň měření VN pod označením AXV. V druhé části je umístěn opět rozvaděč vysokého napětí, nesoucí označení RVN2, rozvaděč nízkého napětí pod označením RNN a také blok VSM, jež jde opět o skříň měření, nyní však na napětí NN. V poslední, třetí, části je uložen vlastní transformátor TR o velikosti 1600 kVA. Veškeré rozměry uvedené v řezu jsou v mm.



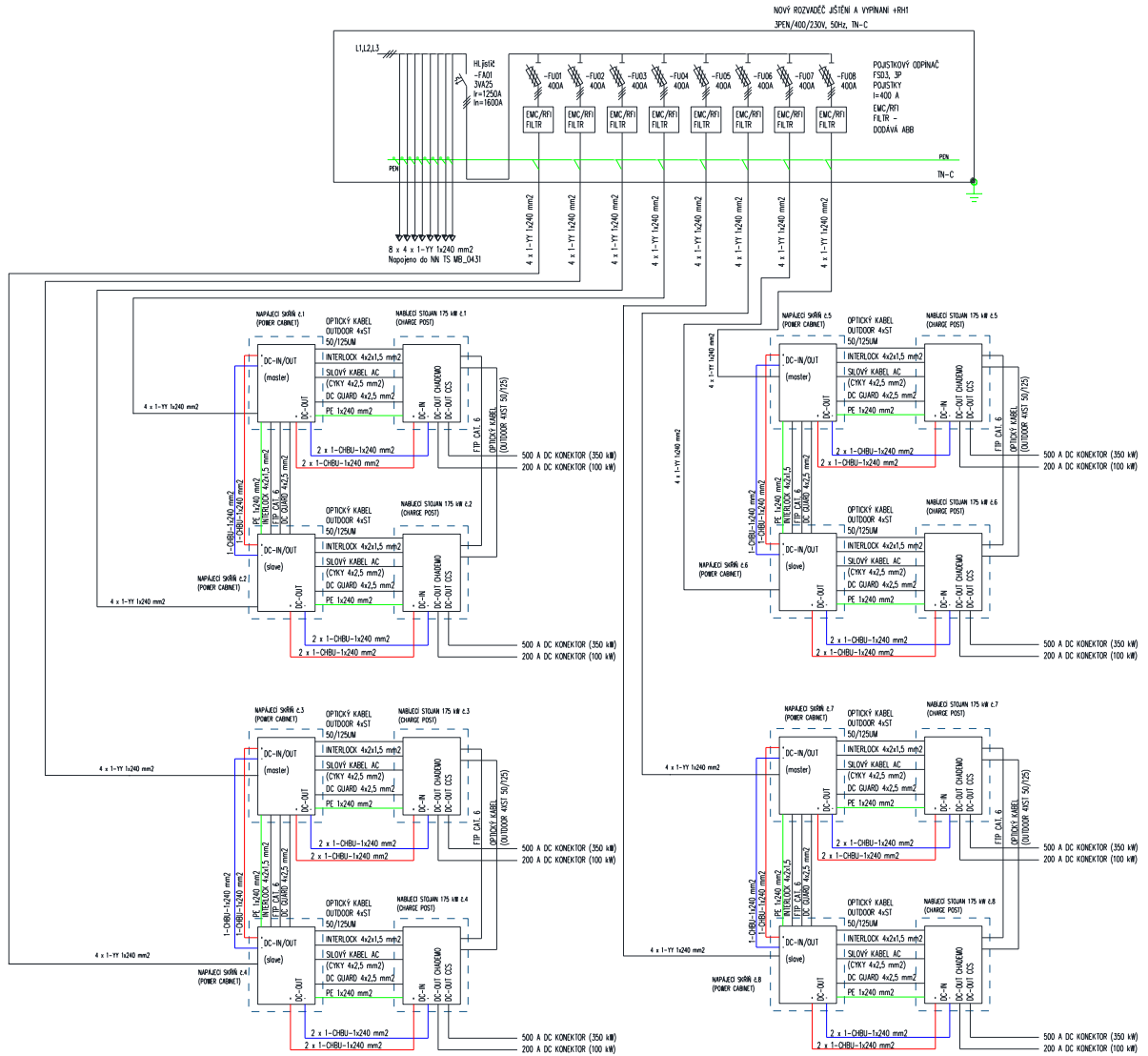
Obrázek 44: Transformační stanice - 3D pohled [46]



Obrázek 45: Transformační stanice - pohled shora (v řezu); rozměry uvedeny v (mm)

Z NN rozvaděče bude vyvedeno 8 ks kabelového zemního vedení $4 \times 1\text{-YY } 1 \times 240 \text{ mm}^2$ do rozvaděče +RH1 a odjištěno podružným jističem FA01 o jmenovité hodnotě In. 1600 A nastaveném na hodnotu Ir. 1250 A. V tomto rozvaděči bude instalováno 8 ks pojistkových odpínačů FSD2 (FU01 - FU08) s hodnotou jištění pojistkami 400 A. Za každým pojistkovým odpínačem bude instalován filtr EMC / RFI. Dále bude z každého pojistkového odpínače vyvedeno kabelové zemní vedení $4 \times 1\text{-YY } 1 \times 240 \text{ mm}^2$ a přivedeno na vstup jednotlivých „power cabinetů“ (+PW1 - +PW8). Tyto „power cabinety“ budou umístěny na

betonovém základu o rozměrech 1250 x 1350 x 700, výdejní dobíjecí stojany na betonovém základu o rozměrech 950 x 810 x 700 (+DS1 - +DS8). Rozměry jsou opět v základních výkresových jednotkách, tedy v mm. Betonový základ byl zvolen z důvodu umístění do nezastavěné oblasti, tedy zeleného pásu. Při umístění na pevný podklad se využívají podklady kovové. Jednotlivé „power cabinety“ mají na vstupu jištění pomocí jističe o nastavitelné hodnotě 500 A. Každý „power cabinet“ je sestaven v páru, tzn. +PW1 a +PW2, +PW3 a +PW4, +PW5 a +PW6, +PW7 a +PW8. Dvě napájecí skříně „power cabinetu“ jsou mezi sebou propojeny pomocí 2 x kabelového zemního vedení 1-CHBU - 1 x 240 mm² (+DC, -DC), zemnicího vodiče 1 x 240 mm² (PE) a datová komunikace mezi nimi, v rámci řízení výkonu a zabezpečení, je zajištěna pomocí datového kabelu FTP cat.6, INTERLOCK 4 x 2 x 1,5 mm² a DC GUARD 4 x 2,5 mm². Všechny základy „power cabinetů“ jsou uzemněny a spojeny na společný potenciál zemnicí soustavy TS. Z jednotlivých „power cabinetů“ je do výdejního dobíjecího stojanu (+DS1 - +DS8) vedeno 2 x kabelové zemní vedení 2 x 1-CHBU - 1 x 240 mm² (+DC, -DC), zemnicí vodič 1 x 240 mm² (PE) a datová komunikace mezi nimi, v rámci řízení výkonu, ovládání a zabezpečení, je zajištěna pomocí datových kabelů INTERLOCK 4 x 2 x 1,5 mm², DC GUARD 4 x 2,5 mm², optického komunikačního kabelu Belden GOSND04 OUTDOOR 4 x ST 50/125 μm a silového AC kabelu CYKY 4 x 2,5 mm². Všechna kabelová vedení v místech příjezdové komunikace budou uložena v kabelových chráničkách KORUFLEX DN 200 a DN 160. Dále je třeba internetového připojení z důvodu dálkové komunikace a provádění servisu. Preferuje se bezdrátové připojení (nutno alespoň 3G síť). Při sníženém signálu je třeba drátové připojení. Technické řešení je v souladu s připojovacími podmínkami distributora sítě.



Obrázek 46: Jednopolové schéma +PW a +DS

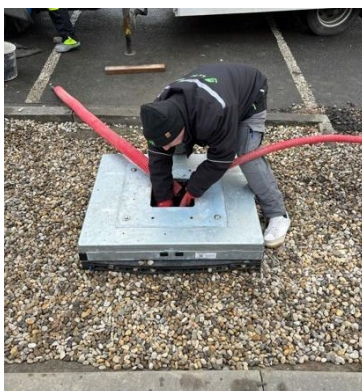
Na následujících dvou obrázcích je zobrazeno skutečné provedení „power boxu“ a výdejního dobíjecího stojanu. Na obrázku (Obrázek 49) je zobrazena ukázka kompozitního základu dobíjecí stanici.



Obrázek 47: Power cabinet [45]



Obrázek 48: Výdejní dobíjecí stojan Terra HP 175 [45]



Obrázek 49: Ukázka základu pro dobíjecí stanici

8.4 Návrh uzemnění TS

Z důvodu osazení nové transformační stanice byl potřeba také návrh jejího uzemnění. I zde je nutné dodržovat veškeré normy a předpisy. Jelikož je tato práce zaměřena na návrh dobíjecího hubu pro elektromobily, nikoliv na návrh uzemnění, uvedu zde tuto problematiku již jen z praktického hlediska. K uzemnění je využita ocelová zemnicí páska FeZn o rozměrech 30 x 4 mm. Jde o materiál s povrchovou ochranou žárovým zinkováním. Pásek je v zemi uložen naplocho a následně zasypan zeminou, která musí být zbavena kamenů, ostrých předmětů, škváry či popele a ve které se drží vlhkost.

Požadavky na uzemnění jsou stanoveny především z důvodu bezpečnosti před úrazem elektrickým proudem. K tomu může dojít při dotyku s neživou částí zařízení, která může být v případě poruchy pod napětím. Proto dochází k odpojení či snížení dotykového a krokového napětí na bezpečnou úroveň. Účelem uzemnění elektrických zařízení je tedy provedení nutných spojení tak, aby určené místo zařízení bylo udržováno na potenciálu země. [38]

Mezi parametry rozhodující při dimenzování uzemnění patří velikost poruchového proudu, doba trvání poruchy a především vlastnosti půdy. [38][42]

Vlastnosti půdy jsou definovány rezistivitou, též nazývané měrným odporem, která vyjadřuje schopnost materiálu vést elektrický proud. Její hodnota se odvíjí dle konkrétního místa. V ideálním případě bychom chtěli tuto hodnotu nulovou.

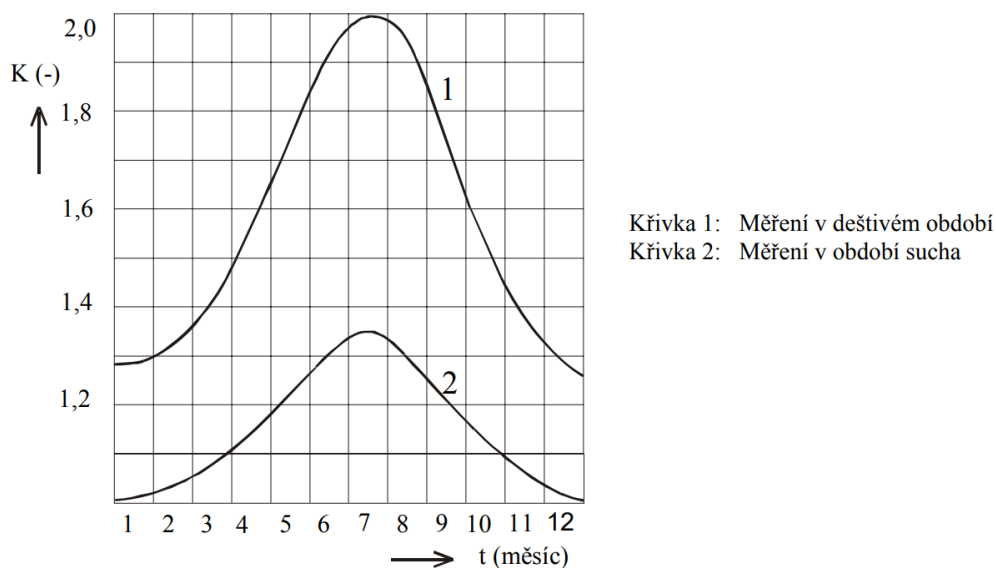
Tabulka (*Tabulka 2*) uvádí, dle normy, běžné hodnoty rezistivity dle typu půdy. Jde o schopnost daného typu půdy přenášet elektrický náboj.

Tabulka 2: Hodnoty rezistivity dle typu půdy [38]

Typ půdy	Hodnota rezistivity ρ [Ωm]
močál	5 - 40
zemina, jíl, humus	20 - 200
písek	200 - 2 500
štěrkopísek	2 000 - 3 000
zvětralá skála	běžně do 1 000
pískovec	2 000 - 3 000
žula	až 10 000

Na velikost rezistivity má vliv nejen druh a struktura půdy, ale také například teplota, vlhkost či nadmořská výška. Proto dochází ke změně rezistivity i během roku, v závislosti na ročním období. [38]

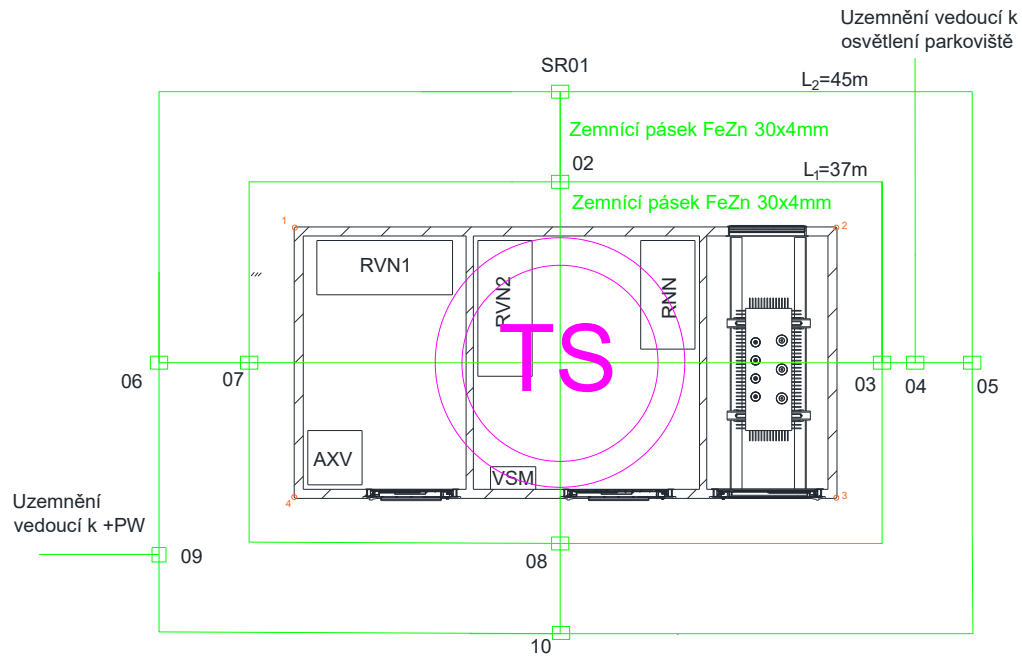
Eliminace této skutečnosti se provádí vynásobením naměřené hodnoty rezistivity korekčním koeficientem K , jež je uveden na obrázku (Obrázek 50).



Obrázek 50: Korekční činitel respektující roční období (ČSN 33 2000-5-54) [41] [44]

Zemní odpor zemniče R_E je závislý nejen na výsledné rezistivitě půdy, ale také na rozměrech a typu zemniče. Důležitější je celková délka zemniče, než jeho rozměry.

Používá se několik typů uzemnění TS, lišící se uspořádáním (tvarem) a materiálem. Bylo navrženo uzemnění TS jako 2 ekvipotenciální kruhy. První je umístěn ve vzdálenosti 1 m od TS a v hloubce 0,6 m. Druhý ekvipotenciální kruh je umístěn ve vzdálenosti 0,8 m od prvního ekv. kruhu a v hloubce 0,8 m. Jednotlivé pásy jsou spojeny svorkami SR 01 a protikorozně ošetřeny asfaltovou zálivkou.



Obrázek 51: Uzemnění transformační stanice

Nejprve byla změřena hodnota rezistivity půdy ρ v místě stavby Wennerovou metodou.

$$\rho = 105 \Omega m \quad (8.1)$$

Poté bylo třeba stanovit korekční koeficient, viz. obrázek (Obrázek 50). Měření proběhlo během listopadu v mírně deštivém počasí.

$$K = 1,2 \quad (8.2)$$

Hodnota rezistivity s připočtením korekčního koeficientu K:

$$\rho_K = \rho \cdot K = 105 \cdot 1,2 = 126 \Omega m \quad (8.3)$$

Zemní odpor 1. obvodového zemniče FeZn 30x4:

$$\begin{aligned} R_{E1} &= \frac{\rho_K}{2 \cdot \pi \cdot l_1} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_1}{d} + \ln \frac{l_1}{2 \cdot z} \right) \\ &= \frac{126}{2 \cdot \pi \cdot 37} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 37}{0,015} + \ln \frac{37}{2 \cdot 0,6} \right) = 6,47 \Omega \end{aligned} \quad (8.4)$$

, kde d je polovina šířky páskového zemniče v m (zde konkrétně 0,015 m), l_1 je délka 1. obvodového zemniče a z je hloubka uložení.

Zemní odpor 2. obvodového zemniče FeZn 30x4:

$$R_{E2} = \frac{\rho_K}{2 \cdot \pi \cdot l_2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_2}{d} + \ln \frac{l_2}{2 \cdot z} \right) =$$

$$= \frac{126}{2 \cdot \pi \cdot 45} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 45}{0,015} + \ln \frac{45}{2 \cdot 0,8} \right) = 5,36 \, \Omega \quad (8.5)$$

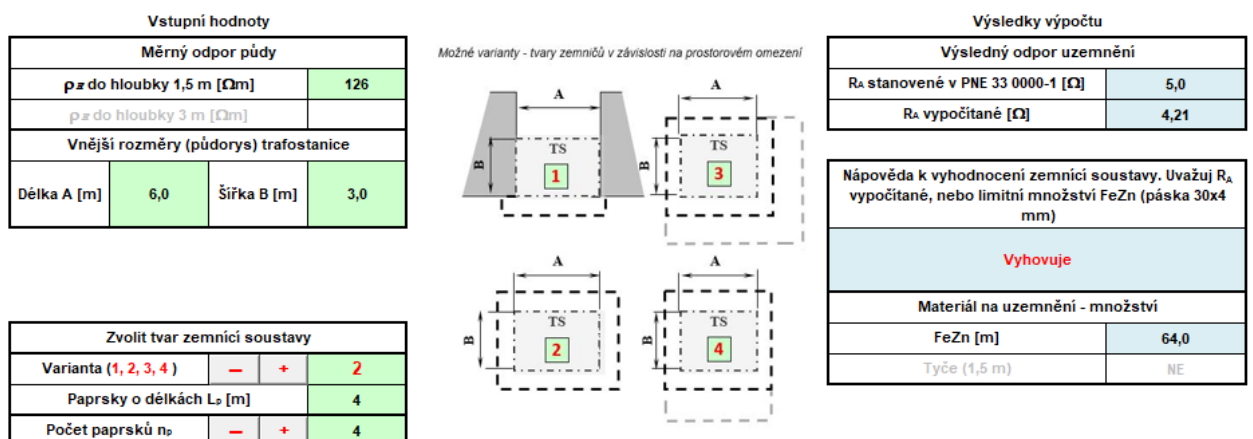
, kde l_2 je délka 2. obvodového zemniče.

Výsledný zemní odpor obvodového zemniče:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}}} \cdot \mu_{12} = \frac{1}{\frac{1}{6,47} + \frac{1}{5,36}} \cdot 0,70 = 4,19 \, \Omega \quad (8.6)$$

, kde μ_{12} je koeficient využití dílčích uzemnění, pro malé objekty a vzájemnou vzdálenost zemničů do 2 m, doporučuje $\mu_{12} = 0,7$.

Hodnota zemního odporu navrhovaného uzemnění byla ověřena nejen výpočtně, ale také pomocí programu, jež je uveden na obrázku (Obrázek 52).

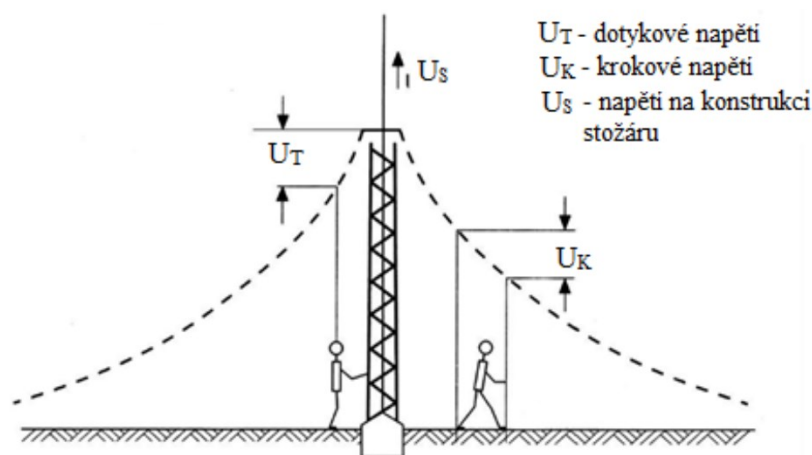


Obrázek 52: Výpočet uzemnění TS pomocí programu [46]

Výsledná vypočtená hodnota zemního odporu vyšla $4,19 \Omega$. Hodnota zemního odporu zjištěná pomocí programu byla $4,21 \Omega$. Normou dovolená hodnota zemního odporu je stanovena do 5Ω . Návrh uzemnění tedy vyhovuje.

Před uvedením elektrického zařízení do provozu je nutná el. revize, díky které se ověří, na základě změřených hodnot, zda navržené uzemnění splňuje normou předepsané hodnoty.

Některé energetické společnosti požadují navíc z důvodu větší bezpečnosti mřížovou uzemňovací soustavu v oblasti vstupu do TS. Důvodem je krokové a dotykové napětí. Dle normy ČSN EN 50 522 je krokové napětí U_K definováno jako rozdíl napětí mezi dvěma body zemského povrchu, které jsou od sebe vzdáleny 1 m, kdy tato hodnota se uvažuje za průměrnou vzdálenost lidského kroku. Dotykové napětí U_T je definováno jako napětí mezi dvěma částmi vodivého charakteru, kterých se člověk anebo zvíře dotýká současně. Následující obrázek (*Obrázek 53*) tuto skutečnost názorně vysvětluje. [38]



Obrázek 53: Krokové a dotykové napětí [44]

Důležitým parametrem je také proudová přetížitelnost dané uzemňovací soustavy. Zemnič se při průchodu proudu zahřívá. To, jakým způsobem se teplo odvede do okolí závisí nejen na již zmíněných parametrech, (rezistivita, vlhkost, nadmořská výška,...), ale také na proudovém zatížení zemniče. Při enormním proudovém přetížení dojde k velkému oteplení a tedy i vysušení okolní zeminy, či jiného typu půdy dle konkrétní lokace. V důsledku dochází k nárůstu odporu a napětí kolem zemniče. Proudová zatížitelnost zemničů typu FeZn různých rozměrů, v závislosti na době průchodu proudu, vychází z normy PNE 33 0000-4 a je uvedena v následující tabulce (*Tabulka 3*). [39]

Tabulka 3: Proudová přetížitelnost zemniče typu FeZn [39]

t [s]	Dovolený proud [kA]		
	30x4 mm	40x4 mm	20x5 mm
0,1	26,7	35,6	22,2
0,2	18,9	25,2	15,7
0,3	15,4	20,5	12,8
0,4	13,3	17,8	11,1
0,5	11,9	15,9	9,96
0,6	10,9	14,5	9,09
0,7	10,1	13,4	8,42
0,8	9,45	12,6	7,87
0,9	8,91	11,8	7,42
1	8,45	11,2	7,04

8.5 Vnější vlivy

V rámci návrhu dobíjecího hubu a zjištění vlivu veškeré technologie byl vyhotoven protokol o určení vnějších vlivů. Vnější vlivy svojí přítomností předurčují jednotlivé prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem nebo elektromagnetickým polem. Jednoduše řečeno, na každé elektrické zařízení působí jeho okolí a naopak. Vnější vlivy se dělí do jednotlivých stupňů a jsou označeny dvěma písmeny a číslicí. První písmeno označuje kategorii vnějšího vlivu (prostředí, využití, konstrukce budovy), druhé písmeno označuje jeho povahu (teplota okolí, nadmořská výška, výskyt vlhkosti, vibrace, ...) a číslice označuje třídu každého vnějšího vlivu. Dále se můžeme setkat s označením standardní (SVV) a variabilní (VVV) vnější vliv. SVV je vliv, který se v daném prostoru vyskytuje pouze v určité třídě vlivu. VVV je vliv, který se v daném prostoru může vyskytnout v různých třídách vlivu.

Tabulka 4: Tabulka vnějších vlivů

AA	Teplota okolí	AQ	Bouřková činnost
AB	Atmosférická vlhkost	AR	Pohyb vzduchu
AC	Nadmořská výška	AS	Vítr
AD	Výskyt vody	AT	Sněhová pokrývka
AE	Výskyt cizích pevných těles	AU	Námraza
AF	Výskyt korozivních nebo znečišťujících látek	BA	Schopnost osob
AG	Mechanické namáhání	BB	Elektrický odpor lidského těla
AH	Vibrace	BC	Dotyk osob s potenciálem země
AK	Výskyt rostlinstva nebo plísní	BD	Podmínky úniku v případě nebezpečí
AL	Výskyt živočichů	BE	Povaha zpracovaných nebo skladovaných látek
AM	Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení	CA	Stavební materiály
AN	Sluneční záření	CB	Konstrukce budovy
AP	Seismické účinky		

Při vyhodnocení elektrického zařízení z hlediska vnějších vlivů, jež je uvedeno v následující tabulce (Tabulka 5), bylo stanoveno, že se jedná o nebezpečný prostor.

Tabulka 5 : Vyhodnocení vnějších vlivů

Druh zařízení:		Kabelové skříně, typ prostoru "V"																							
Označení prostředí a vlivu	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB
Standardní	8	8	1	3								3	1						5	2	3	1	1	1	1
Variabilní					3	2	1	1	1	1	2			3	1	1	2	1-4							

Druh zařízení:		Transformovna VN/NN kiosková, typ prostoru "IV"																							
Označení prostředí a vlivu	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB
Standardní	4	4	1	2	1	1			1	1	2	2	1		1				5	2	3	1	1	1	1
Variabilní							2	2						2											

Druh zařízení:		Vnitřní rozvodna, typ prostoru "III" (vnitřní prostor s možností regulace teploty)																							
Označení prostředí a vlivu	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB
Standardní	5	5	1	2	1	1			1	1	8,9	2	1		1				5	2	3	1	1	1	1
Variabilní							2	2						2											

Celkové zhodnocení:

Na základě uvedených podkladů a posouzení příslušného elektrického zařízení (objektu) je prostor definován dle

PNE 33 0000-2 jako:

NORMÁLNÍ **NEBEZPEČNÝ** **ZVLÁŠT NEBEZPEČNÝ** (nehodící škrtnuto)

8.6 Výpočet úbytku napětí na vedení mezi +TS a +RH1

Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení 4 x 1-YY 1 x 240 mm² pro první odběr +PW1 mezi transformační stanicí +TS a rozvaděčem +RH1

$$U = 400 \text{ V}$$

$$I = 226 \text{ A}$$

$$X_K = 0,08 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 0,078 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{VED} = 13 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,95$$

Výpočet parametrů kabelového vedení:

$$R = R_K \cdot l_{VED} = 0,078 \cdot 0,013 = 0,001014 \text{ } \Omega \quad (8.7)$$

$$X = X_K \cdot l_{VED} = 0,08 \cdot 0,013 = 0,00104 \text{ } \Omega \quad (8.8)$$

Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení 4 x 1-YY 1 x 240 mm²:

$$\begin{aligned} \Delta U_F &= R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi = 0,001014 \cdot 226 \cdot 0,95 + 0,00104 \cdot 226 \cdot 0,312 \\ &= 0,291 \text{ V} \end{aligned} \quad (8.9)$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} \cdot \Delta U_F = \sqrt{3} \cdot 0,291 = 0,504 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\%} = 0,126 \text{ \%} \quad (8.10)$$

$$\Delta U_{\%} < 5\% \quad (8.11)$$

Tímto bylo ověřeno, že dané kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí.

8.7 Výpočet napájení jednoho paprsku

Výpočet napájení jednoho odběru, konkrétně pro odběr +PW1.

$$U = 400 \text{ V}$$

$$P = 175 \text{ kW}$$

$$\cos\varphi = 0,95$$

$$\beta = 0,85$$

Výpočet proudu respektující soudobost β

$$P \cdot \beta = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (8.12)$$

$$I = \frac{P \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = 226 \text{ A} \quad (8.13)$$

Dovolené zatížení paprsku:

$$I_z > I \quad (8.14)$$

$$400 \text{ A} > 226 \text{ A} \quad (8.15)$$

Tímto bylo ověřeno, že dané kabelové vedení vyhovuje podmínce proudového zatížení.

9 Zhodnocení a závěr

Diplomová práce se zabývá návrhem dobíjecího hubu pro elektromobily na vhodně zvoleném místě. Bylo především nutné uvést technický popis, vyhotovit výkresy, ověřit návrh pomocí výpočtů, ale také navrhnout zemnicí soustavu nové transformační stanice. Dále se práce věnuje popisu problematiky dobíjení elektromobilů, dobíjecích stanic a s tím souvisejících technologií. V závěru je zhodnoceno navrhované řešení.

V rámci výstavby bude využita dělená technologie, která má velkou perspektivu do budoucna. Její klíčovou vlastností je možnost propojení a vzájemná komunikace sousedních stanic. Dojde k instalaci celkem 8 ks „power cabinetů“ a 8 ks výdejních dobíjecích stojanů, každý o nominálním výkonu 175 kW. V případě nevyužití všech dobíjecích stanic najednou, umožňuje dělená technologie dynamické sdílení výkonu, díky čemuž dokáže jeden dobíjecí bod poskytnout výkon až 350 kW. Další výhodou dělené technologie je její vizuální stránka. Vzhledem k možnosti umístění „power cabinetů“ mimo parkovací stání působí výsledné řešení minimalisticky. Naopak, ve srovnání se standardní dobíjecí stanicí, přináší některé komplikace při samotném návrhu. Součástí stavby je zřízení 8 parkovacích míst pro dobíjení elektromobilů a zpevněné plochy, sloužící pro příjezd k jednotlivým parkovacím stáním. Povrch je řešen z betonové zatravnovací dlažby z důvodu přirozeného vsaku dešťové vody. Před každý nabíjecí stojan se osadí 2 ks protinázových sloupků. Parkovací stání bude opatřeno vodorovným dopravním značením ve formě symbolu nabíjecí stanice elektromobilů a také svislým dopravním značením. Všechny „power cabinety“ budou umístěny vedle sebe na jižní straně parkoviště, kdežto výdejní dobíjecí stojany se osadí před každé vyhrazené parkovací stání. V rámci výstavby dojde k instalaci nové transformační stanice, která se bude nacházet na vnitřní straně nově budovaného parkoviště, z důvodu lepšího rozhledu řidičů při opuštění areálu čerpací stanice. Mezi TS a přívodem k „power cabinetům“ bude umístěn navíc rozvaděč +RH1, kvůli přístupu k jištění přívodu dobíjecího hubu, bez nutnosti přímého vstupu do transformační stanice. Napojení TS se provede zasmyčkováním ke stávající distribuční soustavě.

Několik počátečních kapitol je věnováno problematice dobíjení elektromobilů a dobíjecích stanic, včetně jejich rozdělení či režimů. K doplnění energie do baterií vozu se využívá střídavý anebo stejnosměrný proud, přičemž oba mají své výhody i nevýhody. Jsou zde uvedeny jejich principy, charakteristiky a rozdíly. Propojení mezi dobíjecí stanicí

a elektromobilem je zprostředkováno pomocí kabelu zakončeného speciálním konektorem. Ten je při vyšších výkonech také aktivně chlazen. Existuje více typů lišících se dle oblasti, pro kterou je elektromobil či dobíjecí stanice určena, a dle druhu proudu, jakým k dobíjení dochází. Konektory se od sebe odlišují tvarem, počtem pinů či velikostí přenášeného výkonu. I zde je snaha o jejich sjednocení a standardizaci. V České republice a v rámci celé Evropy se setkáme s konektory CHAdeMO a klasickým či kombinovaným konektorem typu 2. Zmíněný CHAdeMO konektor je již na ústupu a nalezneme jej pouze u starších elektrických vozidel. Nejrozšířenějšími stanicemi jsou rychlodobíjecí o výkonu 50 kW. Z důvodu poměrně nového odvětví jsem považoval za důležité vytvořit jeho kompletnější přehled.

Sedmá kapitola se zabývá technickým popisem návrhu dobíjecího hubu. Je zde uveden rozsah stavby, popis jejího území či připojení na technickou a dopravní infrastrukturu. Dále zahrnuje přípravu parkovacích stání, přípravu míst pro instalaci „power cabinetů“ a výdejních dobíjecích stojanů či například použité typy a způsob uložení kabelového vedení.

Další kapitola se zaměřuje na výstavbu dobíjecího hubu, kde je blíže popsána situace místa stavby, volba technologie a také popis konkrétního řešení návrhu, včetně situace a jednopólových schémat. Z důvodu velkého výkonového odběru došlo k výstavbě nové transformační stanice, u které je také nutný návrh jejího uzemnění. Byla navržena zemnicí soustava TS jako 2 ekvipotenciální kruhy. První je umístěn ve vzdálenosti 1 m od TS v hloubce 0,6 m. Druhý ekvipotenciální kruh je umístěn ve vzdálenosti 0,8 m od prvního ekv. kruhu v hloubce 0,8 m. Jednotlivé pásky jsou spojeny svorkami SR 01 a protikorozně ošetřeny asfaltovou zálivkou. Návrh byl vypočten ručně a také ověřen pomocí speciálního programu. Významnou část práce představovalo zpracování veškerých výkresů pomocí softwaru AutoCAD 2024. Výkresová dokumentace se skládá ze situačního výkresu, koordinačního situačního výkresu, výkresu montáže, jednopólového schéma zapojení transformační stanice, jednopólového schéma zapojení „power cabinetů“ a výdejních dobíjecích stojanů, uložení kabelových vedení, řezu a uložení „power cabinetů“, řezu a uložení výdejních dobíjecích stojanů či výkresu parkoviště. Při zpracování výkresů řezu a uložení +PW a +DS byl, z důvodu zjištění patřičných rozměrů, využit katalogový list dobíjecí stanice Terra 175 od firmy ABB. Dále byly stanoveny vnější vlivy a provedeno dimenzování vedení, včetně výpočtů úbytku napětí na vedení či impedance vedení. K tomu

se využil program Sichr, kterým došlo ke kontrole celého návrhu také na selektivitu. Veškerá výkresová dokumentace, jež představuje stěžejní část práce, je z důvodu přehlednosti a plné kvality uvedena v příloze diplomové práce. Součástí příloh jsou také již zmíněné výpočty pomocí programu Sichr, či další podklady. Důležité bylo v celém průběhu návrhu ctít normy ČSN a PNE.

V budoucnu je plánováno, že by došlo k zastřešení celého dobíjecího hubu a současně osazení FVE panelů. Tím by se zvýšil komfort zákazníků a zároveň by byl odběr elektromobilů částečně hrazen „zelenou“ energií. Dále se nabízí umístění bateriového úložiště s příslušnou kapacitou. Díky dostatečnému prostoru je také možnost, v rámci domluvy s majitelem pozemku, rozšíření dobíjecí hubu o další parkovací stání a dobíjecí stanici. Tím by se navýšila celková kapacita dobíjecího hubu. Případné rozšíření bude záležet na skutečném využití hubu.

Literatura

- [1] MOKŘÍŠ, Jakub. Historie elektromobilů aneb vývoj elektroaut [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/historie-elektromobilu-vite-jak-se-vyvijela-elektricka-auta>
- [2] BENEŠ, Edvard D. První elektrická auta [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/auta-prvni-elektra.html>
- [3] HORN, Štěpán. Proč elektromobily neuspěly a vracejí se až po 150 letech [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://forbes.cz/proc-elektromobily-neuspely-a-vraceji-se-az-po-150-letech/>
- [4] EPET. Elektromobilita v ČR a světové trendy [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.epet.cz/elektromobilita-v-cr-a-svetove-trendy-2021/>
- [5] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. Registrace nových osobních vozidel v ČR dle paliva [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/interaktivne-registrace-novych-osobnich-vozidel-v-cr-dle-paliva/>
- [6] MINISTERSTVO DOPRAVY. Registrace nových vozidel v ČR [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/registrace-novych-osobnich-vozidel-v-cr/>
- [7] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Veřejné dobíjecí stanice v ČR [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/stanice-ceska-republika/>
- [8] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Seznam veřejných dobíjecích stanic [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/statistika-a-evidence-cerpacich-a-dobijecich-stanic/seznam-verejnych-dobijecich-stanic--stav-k-31--7--2023--276204/>
- [9] EVEXPERT. AC / DC nabíjení u elektromobilů a jejich rozdíl [online]. [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/ac-dc-nabijeni>
- [10] TESLA. Podpora nabíjecích stanic Supercharger [online]. [cit. 2023-10-31]. Dostupné z: https://www.tesla.com/cs_cz/support/charging/supercharger

- [11] ELEKTRICKEVOZY. Supercharger V4 [online]. [cit. 2023-10-31]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/tesla-konecne-prozradila-jaky-je-maximalni-nabijeci-vykon-u-superchargeru-v4>
- [12] CAISL, Petr. Nabíjení elektromobilů, zatížení sítě a řízení výkonu [online]. [cit. 2023-10-31]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/20937-nabijeni-elektromobilu-zatizeni-site-a-rizeni-vykonu-cast-i>
- [13] SCHNEIDER ELECTRIC. Připojení systému k nabíjecí stanici [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: https://www.smartev.cz/wp-content/uploads/2017/02/Schneider_teorie.pdf
- [14] AUTONABIJECKA.CZ. Režimy nabíjení [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.autonabijecka.cz/ac-dc-nabijeni/>
- [15] MIDAEVSE.COM. Režimy nabíjení elektromobilů [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.midaevse.com/cs/news/ev-charging-modes-of-electric-vehicles-explained/>
- [16] EVEXPERT. Typy konektorů pro nabíjení EV ve světě [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/typy-konektoru-pro-nabijeni-ev-ve-svete>
- [17] AUTONABIJENI.CZ. Konektory [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/konektory-2/>
- [18] SHEPARD, Jeff. Use CCS Connectors to Simplify the Implementation of Safe EV Fast Charging Systems [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.digikey.cz/en/articles/use-ccs-connectors-to-simplify-the-implementation-of-safe-ev-fast-charging-systems>
- [19] HYBRID.CZ. Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití. [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/nabijeci-stanice-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-venaletet/>
- [20] TESLA. Nabíjení [online]. [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: https://www.tesla.com/cs_cz/charging
- [21] LAMBERT, Fred. Tesla expands Magic Dock Superchargers for non-Tesla electric cars in the US [online]. [cit. 2023-11-06]. Dostupné z: <https://electrek.co/2023/09/26/tesla-expands-superchargers-non-tesla-electric-cars-us/>

- [22] ASOCIACE PRO ELEKTROMOBILITU ČESKÉ REPUBLIKY. Jasný elektromotor, nejasný zdroj energie [online]. [cit. 2023-11-06]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/stru%C4%8Dn%C3%A1-historie-elektromobilu>
- [23] MEMODO. Přehled wallboxů a nabíjecích stanic [online]. [cit. 2023-11-06]. Dostupné z: <https://www.memodo.cz/prehled-wallboxu-a-nabijecich-stanic>
- [24] AUTONABÍJENÍ.CZ. Základy nabíjení [online]. [cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/novinky/zaklady-nabijeni/>
- [25] SECTRON. Nabíjecí kabely [online]. [cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://eshop.sectron.cz/elektromobilita/nabijeci-kabely/c-134/>
- [26] EVESCO. AC. vs DC. charging [online]. [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.power-sonic.com/blog/guide-to-level-2-ev-charging/>
- [27] SCHREIER, Martin. Největší česká síť veřejných dobíjecích stanic pro e-auta [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/nejvetsi-ceska-sit-verejnych-dobijecich-stanic-pro-e-auta-ma-uz-400-stojanu-159467>
- [28] ČEZ. Mapa dobíjecích stanic [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.elektromobilita.cz/file/edee/elektromobilita/dobijeci-stanice/aktualni-mapa-dobijecich-stanic.pdf>
- [29] ČEZ. Jak probíhá dobíjení elektromobilů. [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/clanky/jak-dobit-elektromobil-bez-prodleni-154897>
- [30] ČEZ. Dobíjecí stanice [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.futurego.cz/cs/dobijeci-stanice>
- [31] ALPITRONIC. Hypercharger [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.hypercharger.it/hyc300-2/>
- [32] ABB. Hypercharger Terra [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/729adbca0074b119230d954220aa907/Terra-94-124-184_UL_Product-Guide_B.pdf?x-sign=ZmhcJu+REdiEuD5cbrCj2fmKfCzYvPfOyS4XZGpO0oyhigegO1GiRyVJruZIEhtP
- [33] TESLA. Supercharger [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: https://www.tesla.com/en_eu/supercharger
- [34] SCHREIER, Martin. Nejvýkonnější dobíjecí stanice pro elektromobily v celém Česku [online]. [cit. 2023-11-16]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro->

- media/tiskove-zpravy/nejvykonnesi-dobijeci-stanice-pro-elektromobily-v-celem-cesku-ode-dneska-funguje-v-mlade-boleslavi-176112
- [35] CAISL, Petr. Nabíjení elektromobilů, zatížení sítě a řízení výkonu [online]. [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/21052-nabijeni-elektromobilu-zatizeni-site-a-rizeni-vykonu-cast-ii-rizeni-vykonu>
- [36] IEC 62196, Wikipedia [online]. [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Charging_station
- [37] EVEXPERT. Síť dobíjecích stanic [online]. [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/sit-nabijecich-stanic>
- [38] ČSN EN 50 522. *Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV*. Český normalizační institut. 2011.
- [39] PNE 33 0000-4-ed.4. *Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny*. Český normalizační institut, 2011.
- [40] PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. 5. vyd. Červen 2011.
- [41] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče*. Duben 2012.
- [42] MOLIŠ, Martin. VYTVOŘENÍ LABORATORNÍHO MODELU ZEMNÍCÍ SOUSTAVY [online]. Brno, 2016 [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=126132.
Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. David Topolánek, Ph.D.
- [43] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání vedení technického vybavení*. Český normalizační institut. Listopad 2020
- [44] KOČVARA, Antonín. *Uzemňování elektrických zařízení*. Praha: STRO.M, 1995.
- [45] ABB. Dobíjecí stanice Terra [online]. [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://new.abb.com/cz>
- [46] Další podkladové materiály poskytnuté zadavatelem diplomové práce

Seznam symbolů a zkratk

AC	Alternating Current
BEV	Battery Electric Vehicle
BMS	Battery Management System
CCS	Combined Charging System
CNG	Compressed Natural Gas
CP	Control Pilot
DC	Direct Current
E85	Ethanol85
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GPRS	General Packet Radio Service
HDO	Hromadné Dálkové Ovládání
HEV	Hybrid Electric Vehicles
CHAdeMO	CHArge de MOve
LCD	Liquid Crystal Display
LPG	Liquified Petroleum Gas
LTE	Long Term Evolution
NACS	North American Charging Standard
OCPP	Open Charge Point Protocol
PHEV	Plug-in Hybrid Vehicles
PP	Proximity Pilot
RFID	Radio Frequency Identification
V2G	Vehicle to grid
+TS	Transformační stanice
+PW	Power cabinet
+DS	Dobíjecí stojan

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Vývoj podílů registrace nových osobních vozidel dle typu paliva [5]</i>	- 4 -
<i>Obrázek 2: Vývoj registrací nových vozidel [5]</i>	- 4 -
<i>Obrázek 3: Registrovaná vozidla v ČR dle typu paliva [5]</i>	- 5 -
<i>Obrázek 4: Registrovaná vozidla dle typu paliva v rámci EU [6]</i>	- 5 -
<i>Obrázek 5: Nabíjecí křivky při střídavém a stejnosměrném nabíjení [26]</i>	- 9 -
<i>Obrázek 6: Speciální adaptér pro převod z klasického konektoru 1f zásuvky [12]</i>	- 10 -
<i>Obrázek 7: Speciální adaptér pro převod z 3f zásuvky [9]</i>	- 10 -
<i>Obrázek 8: Přehled nabíjecích standardů [16]</i>	- 14 -
<i>Obrázek 9: Konektor – typ 1, Yazaki [36]</i>	- 16 -
<i>Obrázek 10: Konektor – typ 2, Mennekes [36]</i>	- 17 -
<i>Obrázek 11: Konektor - GB/T standard pro AC dobíjení [36]</i>	- 18 -
<i>Obrázek 12: Konektor – typ 3, Scame [36]</i>	- 19 -
<i>Obrázek 13: Konektor – typ 1, CCS [36]</i>	- 20 -
<i>Obrázek 14: Konektor – typ 2, CCS [36]</i>	- 21 -
<i>Obrázek 15: Konektor – GB/T standard pro DC dobíjení [36]</i>	- 22 -
<i>Obrázek 16: Konektor – CHAdeMO [36]</i>	- 23 -
<i>Obrázek 17: Konektor – CHAdeMO 3.0 („ChaoJi“) [36]</i>	- 24 -
<i>Obrázek 18: Konektor – NACS [36]</i>	- 25 -
<i>Obrázek 19: Znak veřejné dobíjecí stanice [36]</i>	- 28 -
<i>Obrázek 20: Podíl dobíjecích stanic dle možnosti dobíjení AC anebo DC proudem [7]</i> -	29 -
<i>Obrázek 21: Mapa veřejných dobíjecích stanic ČR [7]</i>	- 30 -
<i>Obrázek 22: Největší provozovatelé dobíjecích stanic v ČR [7]</i>	- 31 -
<i>Obrázek 23: Návyky v dobíjení elektromobilů [6]</i>	- 31 -
<i>Obrázek 24: Využívání elektřiny z FVE k dobíjení elektromobilu [5]</i>	- 32 -
<i>Obrázek 25: "Přímý" (vlevo) a "spirálovitý" (vpravo) nabíjecí kabel [25]</i>	- 34 -
<i>Obrázek 26: Příklad umístění wallboxu [25]</i>	- 36 -
<i>Obrázek 27: Mapa dobíjecích stanic skupiny ČEZ [28]</i>	- 38 -
<i>Obrázek 28: Standardní dobíjecí stanice [30]</i>	- 39 -
<i>Obrázek 29: Rychlodobíjecí stanice [30]</i>	- 40 -
<i>Obrázek 30: Hypercharger HYC 150/300 [30]</i>	- 42 -
<i>Obrázek 31: Modularita výkonu dobíjecí stanice [31]</i>	- 43 -
<i>Obrázek 32: Hypercharger Terra 184 [30]</i>	- 43 -

<i>Obrázek 33: Hypercharger Terra 360 [34]</i>	- 45 -
<i>Obrázek 34: Dobíjecí stanice Tesla (V1, V2, V3 a "městská instalace") [33]</i>	- 46 -
<i>Obrázek 35: Mapa dobíjecích stanic Supercharger v Evropě [33]</i>	- 47 -
<i>Obrázek 36: Kompozitní prefabrikát</i>	- 63 -
<i>Obrázek 37: Situace místa stavby</i>	- 69 -
<i>Obrázek 38: Situace místa stavby - detail</i>	- 69 -
<i>Obrázek 39: Dobíjecí stanice o výkonu 175 kW</i>	- 70 -
<i>Obrázek 40: Dobíjecí stanice o výkonu 350 kW</i>	- 70 -
<i>Obrázek 41: Kombinace "power cabinetu" a výdejního stojanu</i>	- 71 -
<i>Obrázek 42: Zákres situace</i>	- 72 -
<i>Obrázek 43: Jednopolové schéma transformační stanice</i>	- 74 -
<i>Obrázek 44: Transformační stanice - 3D pohled [46]</i>	- 75 -
<i>Obrázek 45: Transformační stanice - pohled shora (v řezu); rozměry uvedeny v (mm)</i> -	75 -
<i>Obrázek 46: Jednopolové schéma +PW a +DS</i>	- 77 -
<i>Obrázek 47: Power cabinet [45]</i>	- 78 -
<i>Obrázek 48: Výdejní dobíjecí stojan Terra HP 175 [45]</i>	- 78 -
<i>Obrázek 49: Ukázka základu pro dobíjecí stanici</i>	- 78 -
<i>Obrázek 50: Korekční činitel respektují roční období (ČSN 33 2000-5-54) [41] [44]</i> .	- 80 -
<i>Obrázek 51: Uzemnění transformační stanice</i>	- 81 -
<i>Obrázek 52: Výpočet uzemnění TS pomocí programu [46]</i>	- 82 -
<i>Obrázek 53: Krokové a dotykové napětí [44]</i>	- 83 -

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Základní varianty dobíjení elektromobilu AC proudem konektorem typu 2..</i>	- 7 -
<i>Tabulka 2: Hodnoty rezistivity dle typu půdy [38]</i>	- 79 -
<i>Tabulka 3: Proudová přetížitelnost zemniče typu FeZn [39]</i>	- 84 -
<i>Tabulka 4: Tabulka vnějších vlivů</i>	- 85 -
<i>Tabulka 5 : Vyhodnocení vnějších vlivů</i>	- 86 -

Seznam příloh

Výkresová dokumentace:

- C1.Situační výkres
- C2.Koordinační situační výkres
- C3.Koordinační situační výkres - montáž
- C4.Jednopolové schéma +PW a +DS
- C5.Jednopolové schéma +TS
- C6.Řezy výkopem kabelového vedení
- C7.Řez a uložení +PW
- C8.Řez a uložení +DS
- C9.Komunikace_situace
- C10.Komunikace_vzorové řezy

Výpočty:

Výpočty impedance, úbytků napětí, jištění a selektivity

Technické listy

Minimální vzdálenosti křížení a souběhů sítí

Přílohy

V příloze diplomové práce je uvedena veškerá výkresová dokumentace, jež tvoří stěžejní část práce.

Součástí příloh jsou také výpočty, či další podklady.