

Implementace dobíjecí stanice pro elektromobily v podzemních garážích

Bc. Matěj Studený

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Matěj Studený
Osobní číslo:	A23385
Studijní program:	N1032A020003 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Specializace:	Bezpečnostní management
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Implementace dobíjecí stanice pro elektromobily v podzemních garážích
Téma práce anglicky:	Implementation of Charging Stations for Electric Cars in Garages

Zásady pro vypracování

- Analyzujte současný stav v oblasti elektromobility z hlediska baterií a dobíjecích stanic.
- Navrhněte rozmístění dobíjecích stanic pro libovolný objekt.
- Ověřte návrh řešení z hlediska požární ochrany.
- Optimalizujte návrh s ohledem na budoucí rozšíření kapacity parkovacích míst.
- Navrhněte metody zabezpečení dobíjecích stanic vůči nežádoucímu používání.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BISSCHOP, Roeland; WILLSTRAND, Ola; AMON, Francine a ROSENGREN, Max. *Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles*. Online. RISE Research Institutes of Sweden, 2019.
2. POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB – ELEKTROMOBILITA. Ministerstvo vnitra ČR. Online. 2021, s. 4. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/metodicke-doporuceni-elektromobilita-a-pozarni-bezpecnost-staveb.aspx>. [cit. 2024-10-25]
3. Vyhláška č. 266/2021 Sb.: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů. In: *Správní právo*. 2021, 116/2021.
4. ČSN EN 62485. 364380, *Bezpečnostní požadavky pro akumulátorové baterie a akumulátorové instalace*. 2024. Česká republika: Česká Agentura pro Standardizaci, 2015.
5. EUROENERGY, SPOL. S R. O. *Predikce vývoje elektromobility v ČR do roku 2045*. 31.05.2023. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2023.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Stanislav Kovář, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Konzultant diplomové práce: **Ing. Lenka Kouřilová**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **29. listopadu 2024**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 29. listopadu 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem implementace dobíjecí stanice pro elektromobily v podzemních garážích Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. V teoretické části je analyzován současný stav elektromobility, typy elektromobilů, dostupné technologie dobíjení a relevantní legislativa a normy. Praktická část obsahuje výběr vhodného umístění stanice, návrh optimálního typu dobíjecí stanice a řešení jejího zapojení do distribuční sítě. Dále práce zahrnuje zpracování opatření požární bezpečnosti specifických pro podzemní prostory a technickou ochranu proti nežádoucímu využívání. Výsledkem je technicky realizovatelný projekt, který podporuje rozvoj elektromobility v městském prostředí a splňuje veškeré požadavky na bezpečnost provozu.

Klíčová slova: elektromobilita, dobíjecí stanice, podzemní garáže, požární bezpečnost, udržitelná infrastruktura

ABSTRACT

This diploma thesis focuses on the implementation of a charging station for electric vehicles in the underground garages of Tomas Bata University in Zlín. The theoretical section analyses the current state of electromobility, types of electric vehicles, available charging technologies, and relevant legislative and technical standards. The practical part includes the selection of a suitable location for the station, the design of the optimal type of charging station, and its integration into the power distribution network. Furthermore, the thesis addresses fire safety measures specific to underground spaces and technical protection against unauthorized use. The outcome is a technically feasible project supporting urban electromobility development while meeting all safety and regulatory requirements.

Keywords: electromobility, charging station, underground garages, fire safety, sustainable infrastructure

Rád bych poděkoval konzultantce mé diplomové práce, Ing. Lence Kouřilové z Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, především za poskytnuté konzultace, prostředky, umožnění prohlídek budov a za odborné rady při zpracování teoretické i praktické části práce. Velké poděkování patří rovněž vedoucímu práce, Ing. Stanislavu Kovářovi, Ph.D., za jeho vedení, cenné rady a odbornou pomoc během realizace diplomové práce. Oběma děkuji za maximální ochotu po celou dobu jejího zpracování.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu v průběhu celého mého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI ELEKTROMOBILITY.....	14
1.1 DOBÍJECÍ STANICE	14
1.2 BATERIE PRO ELEKTROMOBILY	15
1.3 PŘÍKLADY A TYPY ELEKTROMOBILŮ.....	16
1.4 SOUČASNÉ MOŽNOSTI VEŘEJNÉHO DOBÍJENÍ ELEKTROMOBILŮ.....	19
1.5 POKROČILEJŠÍ TECHNOLOGIE	21
2 LEGISLATIVA VE VZTAHU K ŘEŠENÉ PROBLEMATICE.....	24
2.1 STAVEBNÍ ZÁKON Č. 283/2021 Sb.	24
2.2 DOBÍJECÍ STANICE PRO ELEKTRICKÁ VOZIDLA.....	24
2.3 TECHNICKÉ NORMY PRO INSTALACI DOBÍJECÍ STANICE DO PODZEMNÍCH GARÁŽÍ	26
2.4 MOŽNÉ ČERPÁNÍ DOTACÍ PRO REALIZACI STAVBY DOBÍJECÍ STANICE PRO ELEKTROMOBILY	28
3 DĚLENÍ DOBÍJECÍCH STANIC	32
3.1 DĚLENÍ DLE TYPU DOBÍJENÍ.....	32
3.2 DĚLENÍ PODLE TYPU INSTALACE	35
3.3 DĚLENÍ PODLE TYPU KONEKTORU	41
3.4 RYCHLOST NABÍJENÍ V ZÁVISLOSTI NA VÝKONU STANICE	44
4 PREDIKCE VÝVOJE ELEKTROMOBILITY.....	47
II PRAKTICKÁ ČÁST	49
5 ANALÝZA VYBRANÉHO OBJEKTU	50
5.1 BUDOVA U18	51
5.2 BUDOVA U13	56
6 NÁVHR IMPLEMENTACE DOBÍJECÍ STANICE.....	60
6.1 STUDIE PROVEDITELNOSTI.....	60
6.2 NUTNÉ ZMĚNY V POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍM ŘEŠENÍ	60
6.3 VÝBĚR STANICE	62
6.4 ZAPOJENÍ DO DISTRIBUČNÍ SÍTĚ	65
6.5 ZAKOMPONOVÁNÍ DOTAČNÍHO FONDU	68
7 OVĚŘENÍ NÁVRHU IMPLEMENTACE DOBÍJECÍ STANICE Z POHLEDU POŽÁRNÍ OCHRANY	70
7.1 STANOVENÍ STUPNĚ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI	70

7.2	UMÍSTĚNÍ DOBÍJECÍ STANICE	71
7.3	KABELÁŽ.....	72
7.4	PRVEK NOUZOVÉHO VYPNUTÍ	73
7.5	TECHNICKÁ OPATŘENÍ POŽÁRNÍ OCHRANY	74
7.6	HASÍCÍ PŘÍSTROJ	78
7.7	EVAKUAČNÍ PODVOZEK	79
7.8	EVAKUAČNÍ TRASY Z PODZEMNÍCH GARÁŽÍ	80
7.9	BOJOVÝ ŘÁD JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY	81
8	NÁVHR ZABEZPEČENÍ VŮČI NEŽÁDOUCÍMU POUŽÍVÁNÍ.....	84
8.1	SYSTÉM KONTROLY VJEZDU A VÝJEZDU	84
8.2	KAMEROVÝ SYSTÉM.....	85
8.3	OCHRANA PROTI NEŽÁDOUCÍMU POUŽÍVÁNÍ STANICE	91
9	OPTIMALIZACE NÁVRHU PRO PŘÍPAD ROZŠÍŘENÍ KAPACITY PARKOVIŠTĚ.....	92
9.1	IMPLEMENTACE DRUHÉ DOBÍJECÍ STANICE Z POHLEDU POŽÁRNÍ OCHRANY	92
	ZÁVĚR.....	95
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	97
	SEZNAM OBRÁZKŮ	105
	SEZNAM TABULEK.....	107
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	108
	SEZNAM PŘÍLOH.....	110

ÚVOD

V posledním desetiletí byla významně proměněna globální i lokální perspektiva dopravy. Jedním z dominantních faktorů těchto změn je rostoucí důraz na udržitelnost a minimalizaci negativních dopadů dopravy na životní prostředí. Zvyšující se popularita elektromobility je přímou reakcí na globální klimatické výzvy, přičemž elektromobily jsou považovány za jednu z klíčových technologií budoucnosti v oblasti osobní i veřejné dopravy. V diplomové práci je zaměřena pozornost na specifickou oblast infrastruktury pro elektromobilitu, konkrétně na dobíjecí stanice umístěné v podzemních garážích, které jsou využívány v městském prostředí.

Elektromobily jsou spojovány s řadou výhod ve srovnání s tradičními vozidly se spalovacím motorem. Mezi hlavní přínosy je řazeno zejména snížení emisí škodlivých látek, zlepšení kvality ovzduší v městských oblastech a možnost využívání energie z obnovitelných zdrojů. Přestože počet elektromobilů každoročně roste, rozvoj související infrastruktury je stále mírně opožděn. Jedním z hlavních problémů, se kterými se majitelé elektromobilů potýkají, je omezená dostupnost dobíjecích stanic, zejména v hustě obydlených oblastech s omezeným prostorem, jakými jsou centra měst. Z tohoto důvodu musí být zvýšená pozornost věnována výstavbě dobíjecích stanic v prostorově omezených lokalitách, jako jsou právě podzemní garáže.

Cílem této diplomové práce je analyzovat současný stav elektromobility se zaměřením na infrastrukturu dobíjecích stanic, legislativní požadavky, technické možnosti a potenciální ekonomické zdroje pro jejich realizaci v České republice. Součástí práce je také konkrétní návrh implementace dobíjecí stanice v podzemních garážích vybraných objektů Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Tato případová studie poskytuje praktickou aplikaci teoretických poznatků a jasně ilustruje nezbytné kroky, které musí být provedeny pro úspěšnou realizaci takového projektu.

V první části práce je popsán teoretický základ elektromobility. Detailně jsou popsány různé typy elektromobilů a jejich specifické technologické charakteristiky s důrazem na bateriové systémy, které jsou považovány za klíčovou součást těchto vozidel. Dále jsou v práci představeny typy dobíjecích stanic, které jsou rozděleny podle způsobu nabíjení, výkonu a typu instalace, což je považováno za nezbytné pro pochopení komplexnosti problematiky a následného návrhu realizace. Součástí práce je rovněž zhodnocení legislativního rámce, který ovlivňuje implementaci dobíjecích stanic v České republice.

Podrobně jsou popsány požadavky nového stavebního zákona, který byl uveden v platnost v roce 2021, a důraz je kladen na povinnosti spojené s instalací dobíjecích stanic na parkovištích. V legislativní kapitole je také zahrnuta analýza relevantních technických norem, které musí být respektovány pro bezpečný provoz těchto zařízení.

V praktické části diplomové práce jsou analyzovány konkrétní objekty a prostory podzemních garáží, kde má být dobíjecí stanice navržena a instalována. Součástí analýzy je nejen výběr vhodné lokality a technického řešení, ale také požární bezpečnostní opatření, která musí být dodržována. Součástí praktického návrhu je rovněž posouzení ekonomických aspektů, zejména možnosti čerpání dotací a finančních podpor z různých programů. Hlavním výsledkem práce je provedeno zhodnocení implementace stanice z pohledu požární ochrany. Jsou popsány nejdůležitější požadavky, které musí být splněny při implementaci stanice. Dále je popsáno zabezpečení dobíjecí stanice pro případ nežádoucího použití, kam spadá jak neoprávněné využívání, tak i vandalismus a poškození stanice. V závěrečné části projektu je navrženo případné rozšíření dobíjecí kapacity pro komplex budov Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

V práci je nabídnut komplexní pohled na problematiku implementace dobíjecích stanic a jsou předložena praktická doporučení, která mohou být použita jako vzor pro budoucí realizaci podobných projektů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI ELEKTROMOBILITY

V současné době se elektromobilita nachází v centru pozornosti nejen automobilového průmyslu, ale také environmentálních politik a širší společnosti. Tento trend vychází zejména ze snahy o snížení emisí skleníkových plynů, zlepšení kvality ovzduší v městských aglomeracích a zvyšujícího se zájmu o obnovitelné zdroje energie. Elektromobilita je dynamicky se rozvíjející obor, který za posledních několik let přinesl řadu příležitostí, ale také čelí řadě výzev. Největší výzvou jsou technologické požadavky na samotné elektromobily a infrastrukturu, které musí splňovat požadavky dnešní populace. Tato kapitola se zaměřuje na analýzu současného stavu elektromobility z pohledu základních technologií spojených s elektromobilitou a její infrastrukturou. A to jak z hlediska globálních trendů, tak i specifík českého prostředí.

1.1 Dobíjecí stanice

Dobíjecí stanice představují nezbytný prvek, který je součástí infrastruktury elektromobility. Jedná se o technická zařízení určená k doplňování elektrické energie do akumulátorů elektromobilů neboli baterií. U dobíjecích stanic je důležité, aby elektromobily nabíjely efektivně a bezpečně. Lze říct, že dostupnost a efektivita dobíjecích stanic pro elektromobily je klíčová k rozvoji udržitelné infrastruktury, která je založena na využívání elektromobilů. Rozvoj dobíjecích stanic tak přímo ovlivňuje využívání elektromobility. [1]

Princip dobíjecí stanice je založen na řízeném přenosu elektrické energie z distribuční sítě do akumulátoru elektromobilu. Elektromobil je připojen ke stanici pomocí standardizovaného konektoru (např. Typ 2). Tento konektor slouží jak k přenosu elektrické energie, tak i ke komunikačnímu spojení mezi vozidlem a stanicí. Komunikace mezi stanicí a elektromobilem probíhá prostřednictvím standardizovaného protokolu, příkladem může být protokol IEC 61851. Elektromobil stanici poskytuje údaje o typu vozidla, maximálním přípustném výkonu nabíjení a kapacitě baterie a jejím aktuálním stavu. Podle těchto parametrů a omezení distribuční sítě následně řídící systém stanice reguluje výkon. Komunikace mezi vozidlem a stanicí přetrvává v průběhu celého procesu nabíjení, děje se tak hlavně kvůli stálé optimalizaci nabíjecího proudu a bezpečnosti z důvodu možného přetížení baterie. Celý proces nabíjení se automaticky ukončí, jakmile řídící systém zaznamená maximální bezpečnou úroveň nabití baterie. [1], [2], [3]

Řídicí systém dobíjecích stanic dokáže fungovat i v rámci určitých plánů dobíjení. Kdy se jedná hlavně o jednoduchý, či omezený plán, který vozidlo dobíjí ihned po připojení ke stanici. Oproti tomu stojí plán zpožděného dobíjení, který dokáže dobíjení odložit, na předem stanovený termín. Je využíván hlavně při domácím dobíjení, kdy se dobíjení načasuje na noční hodiny z důvodu nižších cen energií. Dobíjení může být limitováno provozovatelem vozidla. A to například pokynem, že ráno musí být baterie dobita a vozidlo připraveno k provozu. [4]

Dobíjecí stanice se mohou lišit podle mnohých parametrů. V zásadě jde hlavně o výkon, způsob nabíjení, způsob instalace či typ připojení. Tohle rozdělení je blíže specifikováno ve třetí kapitole této práce.



Obrázek 1 Dobíjecí stanice pro elektromobil [5]

1.2 Baterie pro elektromobily

Pro elektromobily je baterie jeden z jejich nejdůležitějších komponentů. Jelikož slouží jako zásobník elektrické energie, která je nezbytná pro jejich pohon. Moderní elektromobily využívají převážně lithium-iontové baterie, známé pod označením „*Li-ion*“. Tyto baterie disponují vysokou energetickou hustotou, relativně nízkou hmotností a možností rychlého nabíjení.

Baterie typu *Li-ion* se skládají ze čtyř hlavních částí. První hlavní částí je katoda, kladná elektroda. Katoda je tvořena materiály na bázi lithia. Jedná se o hlavní činitel, který ovlivňuje parametry baterie jako je výkon, kapacita, životnost či bezpečnost. Další částí baterie je

anoda, záporná elektroda. Anoda je prvek, který umožňuje ukládání lithium-iontů během nabíjení. Anoda je ve většině případů tvořena uhlíkem. V baterii se také nachází tekutá látka, která umožňuje pohyb iontů mezi anodou a katodou. Tato látka se nazývá elektrolyt a zajišťuje bezpečný průběh elektrochemických reakcí. Čtvrtou částí baterie je separátor, jehož hlavním úkolem je zabránit přímému kontaktu katody a anody. Přičemž musí dovolit pohyb lithium-iontů, pro nabíjení a vybíjení baterie. Lithium-iontové baterie fungují na základě elektrochemické reakce, která probíhá mezi anodou, katodou a elektrolytem. Během nabíjení teče proud elektronů z katody na anodu vnějším elektrickým obvodem, zatímco lithium-ionty přecházejí z anody na katodu elektrolytem. Opačný případ nastává, když je baterie využívána. V tomto případě elektrony proudí přes elektrický obvod z anody na katodu, což je využito k napájení elektromotoru a umožňuje jeho následný chod. [6]

Konstrukčně jsou baterie elektromobilů zpravidla složeny z několika desítek až stovek menších bateriových článků, které jsou vzájemně propojeny do modulů a následně do bateriových packů. Celý tento systém je řízený řídicím systémem BMS, což je anglická zkratka pro „*battery management system*“. Systém má za úkol monitorování a správu jednotlivých článků. Současně optimalizuje procesy nabíjení a vybíjení a zajišťuje bezpečnost skrze ochranu baterie před přehřátím. [6]

Budoucí vývoj baterií je klíčový pro další rozvoje elektromobility. Jelikož Li-ion baterie je v první řadě náročná na výrobu z důvodu těžby vzácných kovů a energetickou náročnost při výrobě. Cílem budoucího vývoje v této oblasti je zefektivnění používání baterií. Tedy od výroby až po její recyklaci. Současné baterie mají životnost zhruba 1000 až 2000 nabíjecích cyklů, v závislosti na mnoha faktorech. Následně je potřeba baterii v elektromobilu vyměnit a použitá baterie se dále recykluje. [7]

1.3 Příklady a typy elektromobilů

Elektromobily dnes představují rychle rostoucí segment automobilového průmyslu, který disponuje širokou škálou konstrukčních řešení pohonných systémů s rozdílnými způsoby využití elektrické energie pro pohon vozidel. Jednotlivé typy elektromobilů se liší zejména podle toho, jakým způsobem je elektromotor napájen energií, jak velká část energie pochází z baterií a zda je vozidlo vybaveno dalším pohonným agregátem, například spalovacím motorem. V podkapitole jsou podrobněji charakterizovány a popsány jednotlivé typy elektromobilů. A to čistě bateriové elektromobily, hybridní elektromobily, plug-in hybridní elektromobily a elektromobily na vodíkové palivové články. [4], [6]

1.3.1 Bateriové elektromobily

Bateriové elektromobily jsou označovány zkratkou BEV, z anglického názvu „*Battery Electric Vehicles*“. Bateriové elektromobily představují kategorii vozidel, jejichž pohon je zajišťován výhradně elektrickou energií uloženou v bateriovém úložišti. Elektromobily využívají elektrickou energii uloženou v bateriích k pohonu elektromotoru, který přenáší mechanickou energii přímo na kola vozidla. Tento typ elektromobilů se vyznačuje absencí jakéhokoli spalovacího motoru, a proto během svého provozu negeneruje žádné emise skleníkových plynů ani jiné škodlivé látky, čímž přispívá ke snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí. [4], [6]

1.3.2 Hybridní elektromobily

Hybridní elektromobily, jež nesou označení HEV, z anglického „*Hybrid Electric Vehicles*“, využívají pro svou činnost kombinaci elektromotoru se spalovacím motorem dohromady. Oproti čistě bateriovým elektromobilům disponují hybridní vozidla dvěma rozdílnými typy pohonu, což jim umožňuje využívat výhod obou technologií – spalovací motor zajišťuje větší dojezd a nezávislost na nabíjecí infrastruktuře, zatímco elektromotor přispívá ke snížení emisí a spotřeby paliva. Hybridní elektromobily nedokážou fungovat pouze pomocí chodu elektromotoru, vždy je potřeba současně využít spalovací motor. [4], [6]

Hybridní elektromobily zpravidla nedisponují možností externího dobíjení z elektrické sítě. Energií potřebnou k napájení elektromotoru získávají rekuperací kinetické energie během brzdění nebo zpomalování, případně přímo z generátoru poháněného spalovacím motorem. Tato energie je ukládána v bateriích menší kapacity. Kapacita těchto baterií je výrazně menší než u čistě bateriových elektromobilů. Hybridní pohony lze dělit na dvě základní skupiny z hlediska konstrukčního uspořádání:

Sériový hybridní pohon

V systému sériového hybridního pohonu je pohon kol realizován výhradně elektromotorem. Spalovací motor je zde využit výlučně jako generátor elektrické energie, která následně pohání elektromotor nebo nabíjí baterii. Tento typ uspořádání není příliš častý. [6]

Paralelní hybridní pohon

Častějším typem hybridního pohonu je paralelní hybridní pohon. Zde může být vozidlo poháněno současně elektromotorem i spalovacím motorem. Řídící jednotka vozidla pak

rozhoduje, který pohon bude aktivní nebo zda budou využity oba najednou v závislosti na jízdních podmínkách. [4], [6]

1.3.3 Plug-in hybridní elektromobily

Plug-in hybridní elektromobily, značené PHEV, z anglického „*Plug-in hybrid vehicle*“, tvoří specifickou kategorii vozidel, která kombinují výhody čistě bateriových elektromobilů a konvenčních hybridních vozidel. Na rozdíl od standardních hybridních vozidel umožňují plug-in hybridy externí dobíjení baterie přímo z elektrické sítě, a disponují výrazně většími bateriemi, která jim umožňuje do určité vzdálenosti jezdit čistě na elektrický pohon. Při delších cestách či po vyčerpání kapacity baterie pak vozidlo automaticky přepne na spalovací motor, čímž se eliminuje omezení vzdálenosti dané elektrickým dojezdem. Vozidla tohoto typu disponují dvěma pohonnými systémy:

Elektrický pohon

Elektromotor je napájen bateriemi s kapacitou obvykle v rozsahu od 8 do 20 kWh, což představuje výrazný nárůst ve srovnání s klasickými hybridními vozidly, jejichž kapacita baterie se zpravidla pohybuje jen kolem několika málo kWh. Nicméně tato kapacita je stále nižší ve srovnání s čistě bateriovými elektromobily. Plně nabitá baterie plug-in hybridního elektromobilu typicky umožňuje elektrický dojezd přibližně od 30 do 80 km v reálných provozních podmínkách, což je obvykle dostačující pro každodenní krátké cesty, jízdy po městě. [6]

Spalovací motor

Slouží primárně k prodloužení celkového dojezdu vozidla a je využit v situaci, kdy se vyčerpá kapacita baterie nebo při jízdě s vyšší rychlostí. Spalovací motor může pohánět kola přímo nebo vyrábět elektřinu pro elektromotor. Jedná se o sériový či paralelní hybridní pohon, který je již popsán výše u vozidel HEV. Případně tyto pohony mohou fungovat kombinovaně v závislosti na konfiguraci vozidla. S těmito parametry plug-in hybridní vozidla představují uživatelsky ideální formu elektromobilu. Kdy pro krátké vzdálenosti vozidlo využívá elektromotor, který umožňuje provoz zcela bez emisí, čímž výrazně snižují produkci skleníkových plynů a lokálních znečišťujících látek. Naopak při delších cestách vozidlo využije spalovací motor, čímž eliminuje nároky na vyšší kapacitu baterie a potřebu dostupnosti dobíjecí infrastruktury. [6]

1.3.4 Elektromobily na vodíkové palivové články

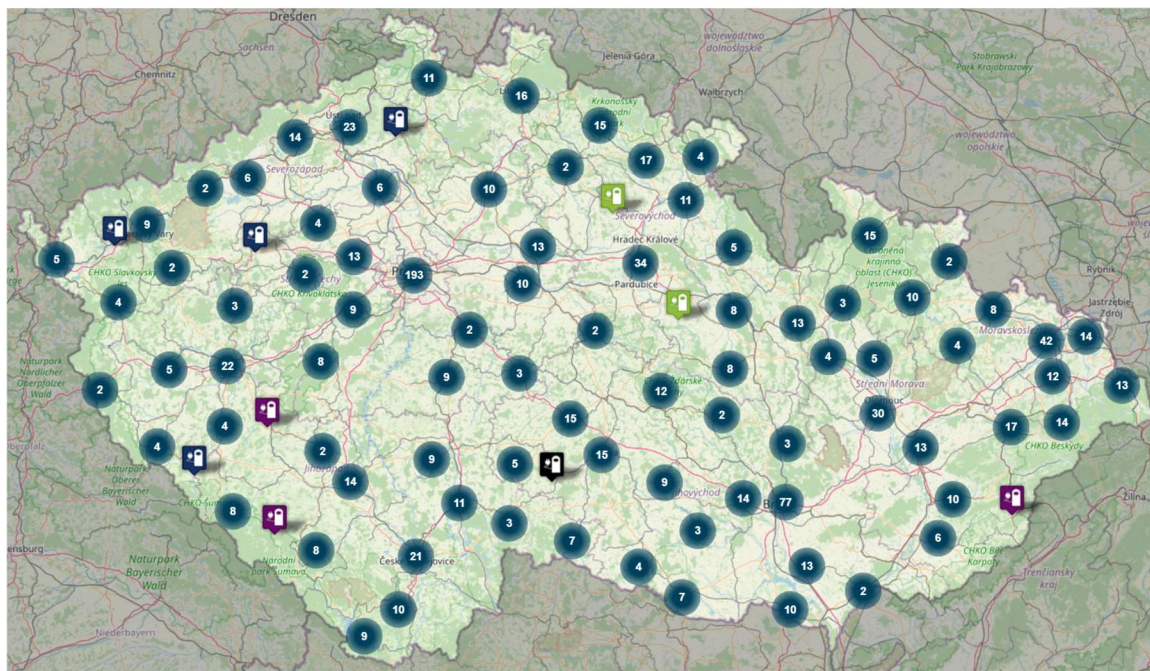
Elektromobily na vodíkové palivové články jsou anglicky označovány jako „*Fuel Cell Electric Vehicles*“ z čehož vychází jejich zkratka FCEV. Tyto vozidla představují alternativní technologii elektrického pohonu vozidel, jejíž základ spočívá v elektrochemické přeměně vodíku na elektrickou energii prostřednictvím palivového článku. V tomto procesu se vodík spojuje s kyslíkem ze vzduchu, přičemž vzniká elektrická energie, teplo a voda jako jediný odpadní produkt, díky čemuž je provoz těchto vozidel zcela bezemisní. Doplnění vodíku do nádrží vozidla probíhá na specializovaných plnicích stanicích a trvá přibližně 3 až 5 minut, což představuje zásadní výhodu oproti standardním bateriovým elektromobilům, jejichž nabíjení trvá výrazně déle. Hlavní nevýhody těchto vozidel v současné době představují zejména vysoké pořizovací náklady (hlavně palivových článků), omezená infrastruktura vodíkových čerpacích stanic a složitá logistika výroby, skladování a distribuce vodíku. Z hlediska budoucího vývoje se výzkum orientuje na snížení nákladů a zvýšení efektivity palivových článků, zlepšení technologií skladování vodíku a rozšíření infrastruktury vodíkových čerpacích stanic, což by mohlo podpořit větší rozšíření této technologie v dopravě. [6]

1.4 Současné možnosti veřejného dobíjení elektromobilů

Možnostmi veřejného dobíjení elektromobilů je myšlena především síť dobíjecích stanic dostupných ve veřejném prostoru. Veřejné dobíjení elektromobilů v celé Evropě se neustále vyvíjí a nabízí uživatelům různé možnosti nabíjení v závislosti na výkonu, typu konektoru a umístění dobíjecích stanic.

1.4.1 Česká republika

V České republice, dále v textu značené ČR, prochází elektromobilita, spolu s veřejným dobíjením, dynamickým rozvojem, který reflektuje rostoucí poptávku. Ke konci ledna roku 2025 bylo v ČR evidováno 5 923 veřejných dobíjecích bodů. Což znamená víc než dvojnásobný růst za poslední dva roky. Tyto body se nacházejí na více než 2 700 dobíjecích stanicích rozprostřených po celé zemi. Nárůst infrastruktury je reakcí na zvyšující se počet registrovaných elektromobilů, jejichž počet v ČR ke konci října roku 2024 přesáhl 33 tisíc registrovaných vozů. Velkou zásluhu k tomu měl dotační program vypsáný ministerstvem průmyslu a obchodu s názvem „*Záruka elektromobilita*“. [8], [9]



Obrázek 2 Alokace veřejných dobíjecích stanic pro elektromobily v ČR k 13. 3. 2025 [10]

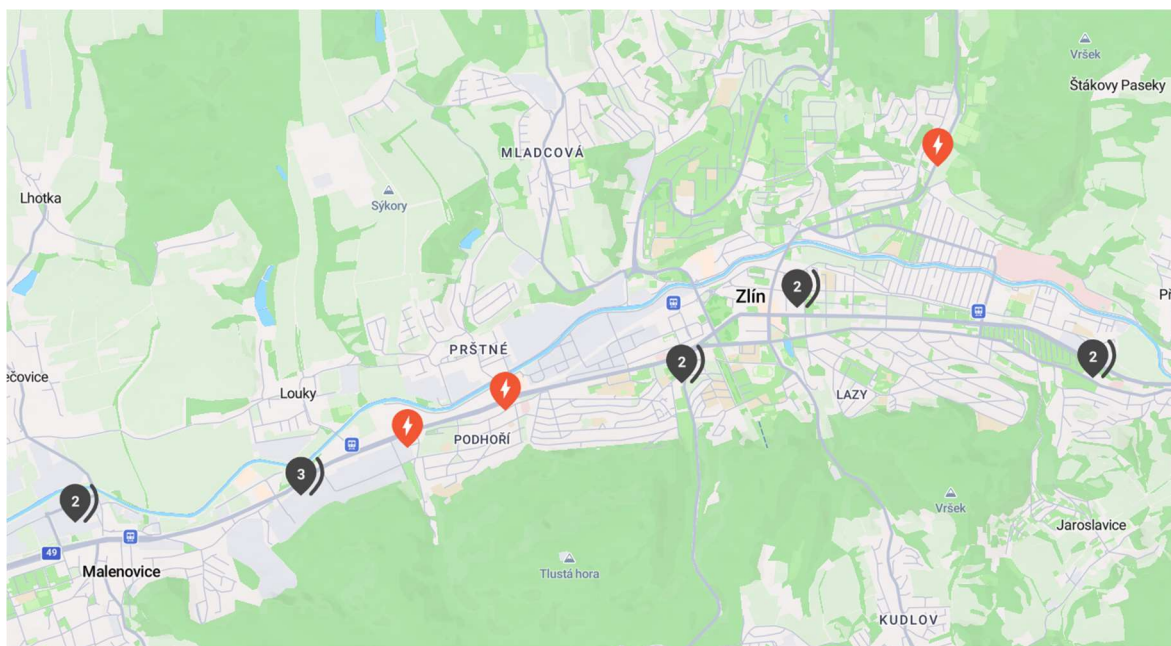
Na Obrázku 2 je znázorněna alokace veřejně dostupných dobíjecích stanic pro elektromobily podle serveru nabijto.cz. Z obrázku je patrné, že veřejné dobíjecí stanice jsou rozmístěny na všech klíčových trasách dopravní infrastruktury. Nabízejí tedy uživatelům elektromobilů široké dobíjecí možnosti na cestách. [10]

Dobíjecí infrastruktura České republiky se skládá ze stanic různých typů. Nejrozšířenějším typem veřejných dobíjecích stanic jsou stanice využívající střídavý proud s výkonem do 22 kW. Podílově tyto stanice představují 69,61 % veřejné dobíjecí infrastruktury. Další početnou skupinou jsou rychlobíjecí stanice využívající stejnosměrný proud. Tyto stanice dosahují výkonu až 150 kW a tvoří 21,9 % dobíjecí infrastruktury. Nejvýkonnějším typem dobíjecích stanic jsou ultrarychlé dobíjecí stanice. Ultrarychlé dobíjecí stanice dokážou dobít elektromobil výkonem nad 150 kW. Česká republika disponuje velkým množstvím těchto stanic, přičemž jejich podíl dosahuje až 8,49 %. Pro srovnání, celkový podíl těchto stanic ve všech zemích Evropské unie dohromady dosahuje pouze 1,8 %. [9]

Město Zlín

Město Zlín disponuje celkem čtrnácti dobíjecími stanicemi pro elektromobily, které jsou veřejně dostupné. Na stanicích se nachází celkem 41 dobíjecích bodů. Z nichž 18 bodů je standardních pomalu dobíjecích a 22 bodů je rychlobíjecích. Na jedné ze stanic se také nachází dobíjecí bod s možností ultrarychlého dobíjení. Z těchto statistik vyplývá, že

v nadpoloviční většině ve městě dominuje rychlodobíjecí infrastruktura nad standardním pomalým dobíjením. Dobíjecí stanice ve městě jsou umístěny na frekventovaných místech, hlavně u obchodů a nákupních center, kde uživatelé mohou využívat dobíjení během svého pobytu v obchodech. Jsou tedy rozmístěny tak, aby vyhovovaly potřebám řidičů v různých částech města. Rozmístění těchto veřejných stanic je zobrazeno na Obrázku 2. [11]



Obrázek 3 Alokace veřejné dobíjecí infrastruktury ve městě Zlín k 13. 3. 2025 [11]

1.5 Pokročilejší technologie

V souvislosti s neustálým rozvojem elektromobility vzniká řada pilotních projektů, které mohou v budoucnu významně přispět k rozvoji udržitelné dopravní infrastruktury. Některé z těchto projektů již spatřily světlo světa, jiné jsou stále ve fázi vývoje. V této podkapitole jsou popsány některé z projektů z řad pokročilejších technologií spojených s udržitelnou dopravní infrastrukturou.

1.5.1 Bidirekcionální nabíjení

Bidirekcionální nabíjení představuje směr rozvoje elektromobility s potenciálem hluboce ovlivnit provoz a stabilitu elektrických sítí. Technologie V2G, z anglického „*Vehicle-to-Grid*“, umožňuje elektromobilům nejen čerpat energii z rozvodné sítě, ale tuto energii do sítě také zpětně dodávat. Vozidlo tak může sloužit jako flexibilní zdroj energie, schopný reagovat na aktuální potřeby elektrické soustavy. Vedle V2G se začíná uplatňovat i koncept „*Vehicle-to-Building*“ s označením V2B. V jehož rámci elektromobil neslouží celé

elektrické síti, ale konkrétní budově, do níž je připojen. Právě V2B je v současnosti technicky dostupnější a využitelnější než V2G, neboť nabízí služby řízení poptávky, zálohování při výpadech a optimalizaci vlastní spotřeby elektrické energie. [4], [12]

Oba koncepty, V2G i V2B, navíc umožňují ukládat energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů v době nízké poptávky a její pozdější využití v době vyššího zatížení. Tím přispívají k efektivnímu začlenění solárních a větrných elektráren do energetického mixu. Elektromobil s touto funkcí může výrazně přispívat k větší flexibilitě energetického systému a podpořit jeho stabilitu i udržitelnost. [4], [12]

1.5.2 Dynamické dobíjení za jízdy

Dynamické bezdrátové dobíjení představuje pokročilou technologii v oblasti elektromobility, která umožňuje průběžné dobíjení elektrických vozidel během jízdy. Principem této technologie je indukční přenos energie mezi cívkami umístěnými ve vozovce a přijímací jednotkou integrovanou ve vozidle. Takto koncipované nabíjení eliminuje nutnost zastavování u statických nabíjecích stanic a výrazně snižuje nároky na kapacitu baterií, čímž přispívá ke snížení celkové hmotnosti vozidla a výrobních nákladů. [13]

Technologie je založena na rezonančně indukčním přenosu energie, kdy se primární cívky, instalované pod povrchem vozovky, aktivují pouze v přítomnosti kompatibilního vozidla a přenášejí energii do sekundární cívky ve vozidle. Tento přenos probíhá bez fyzického kontaktu, čímž se snižuje opotřebení komponent a zvyšuje bezpečnost provozu. Dynamické nabíjení je vhodné pro městské autobusy, nákladní dopravu a taxislužby, kde je vysoká četnost jízd a potřeba minimalizace prostojů. V současné době jsou realizovány první pilotní projekty dynamického dobíjení za jízdy. Například izraelský startup ElectReon testuje technologii indukčních drah v městských i příměstských oblastech s cílem vytvořit bezbateriové nebo nízkobateriové elektrické dopravní systémy. Mezi hlavní výzvy implementace této technologie patří vysoké pořizovací náklady, nutnost standardizace systémů napříč výrobci i náročnost údržby a provozu. Navzdory tomu se dynamické bezdrátové dobíjení považuje za klíčový komponent budoucí inteligentní dopravní infrastruktury. [13], [14]

1.5.3 Inteligentní dobíjení

Inteligentní dobíjení představuje technologii, která optimalizuje nabíjecí proces elektrických vozidel prostřednictvím digitální komunikace mezi vozidlem, nabíjecí stanicí a energetickou

soustavou. Cílem je zvýšení efektivity, minimalizace nákladů a snížení zátěže elektrické sítě. Základní princip spočívá ve vzdáleném řízení výkonu a času nabíjení na základě různých parametrů, jako jsou aktuální zatížení sítě, cena elektřiny, dostupnost obnovitelných zdrojů, nebo preference uživatele. Tím se umožňuje posun nabíjení do období s nižší poptávkou po elektřině či vyšším podílem energie z obnovitelných zdrojů, což přispívá ke stabilitě sítě. Systémy rovněž využívají strojového učení a umělé inteligence pro predikci spotřebitelského chování, plánování dojezdů a rozpoznávání vzorců v poptávce po energii. Plán inteligentního dobíjení vychází ze strany dodavatele energie. Reaguje průběžně na cenové signály elektrické energie a podle nich řídí dobíjení. Jedná se tak o nejekonomičtější, ale za to nejsložitější variantu dobíjení elektromobilu. [4], [15], [16]

2 LEGISLATIVA VE VZTAHU K ŘEŠENÉ PROBLEMATICE

V České republice existuje široká škála legislativních dokumentů, které se zabývají elektromobilitou a souvisejícími oblastmi, jako je infrastruktura dobíjecích stanic, energetická politika či technické normy. Mnoho z těchto právních předpisů vychází z legislativy Evropské unie, dále jen EU. A to zejména ze směrnic a nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské unie, které jsou následně transponovány do českého legislativního řádu. Nejdůležitější legislativní dokumenty pro implementaci dobíjecí stanice jsou popsány v této kapitole.

2.1 Stavební zákon č. 283/2021 Sb.

Stavební zákon s číslem 283/2021 Sb. nově upravuje legislativu spojenou s instalací dobíjecích stanic pro elektromobily. Se zákonem přichází povinnost instalace alespoň jedné dobíjecí stanice v případě, kdy se parkoviště vztahuje k nebytovému objektu a na parkovišti se nachází alespoň dvacet parkovacích míst. Tohle nařízení konkrétně upravuje paragraf § 167, písmeno e), kde se uvádí povinnost:

„Zajistit do 1. ledna 2025 instalaci alespoň 1 dobíjecí stanice, a to pokud je vlastníkem jiné stavby než stavby pro bydlení s více než 20 parkovacími stánkami, za podmínek stanovených prováděcím právním předpisem.“ [17]

Tato legislativní úprava vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, upravené směrnicí EU 2018/844. Legislativa si dává za cíl hlavně podporu elektromobility, rozvoj udržitelné dopravy a zvýšení energetické účinnosti budov. Legislativa je tedy v souladu s dlouhodobými výhledy Evropské unie na snižování emisí skleníkových plynů a přechod na udržitelné zdroje energie. [17], [18]

Podmínky pro instalaci dobíjecích stanic pro elektromobily se vztahují jak na nové stavby, tak i ty již existující. Podmínky platí pro všechny typy parkovišť přidruženým k nebytovým objektům, to znamená jak veřejnosti přístupná parkoviště, tak i soukromá parkoviště sloužící interním účelům. [17]

2.2 Dobíjecí stanice pro elektrická vozidla

Dobíjecí stanice pro elektrická vozidla je metodická pomůcka ministerstva pro místní rozvoj. Metodická pomůcka poskytuje návod k umístování, povolování a užívání dobíjecích stanic

pro elektromobily v souladu se stavebním zákonem. Funguje jako příručka a jejím hlavním účelem je podpora tvorby dobíjecí infrastruktury. Je využívána především investory, stavebními úřady, projektanty a provozovateli dobíjecích stanic. Cílem je usnadnit proces povolování a instalace dobíjecích stanic tak, aby odpovídaly platným normám, legislativním požadavkům a byly bezpečně integrovány do stávající dopravní a energetické infrastruktury. Metodická pomůcka také zohledňuje požadavky, které vyplývají z evropských směrnic a které podporují rozvoj elektromobility na území EU. [19]

Obsahem metodické pomůcky je hlavně rozpis druhů dobíjecích stanic pro elektromobily. Tyto druhy jsou popsány v kapitole 3 Dělení dobíjecích stanic, která je popsána níže. Další velká část pomůcky se týká umístování a povolování dobíjecích stanic pro elektrická vozidla. Pomůcka tuto kapitolu rozděluje na tři části, a to na základě posouzení příslušným stavebním úřadem. A to, jestli je dobíjecí stanice posouzena jako stavba, jako výrobek splňující účel stavby nebo jako dobíjecí box umístěný na fasádě nebo uvnitř budovy. [19]

V případě, že je dobíjecí stanice posouzena jako stavba, jedná se například o dobíjecí stanice pro elektrická vozidla, které zahrnují více nabíjecích stojanů a jsou doplněny zastřešením nebo jinými pevnými stavebními prvky, jako jsou základy, betonové patky či nosné konstrukce. Tyto prvky vyžadují stavební povolení nebo územní rozhodnutí, v závislosti na jejich rozsahu a umístění. Naopak, pokud je dobíjecí stanice posouzena jako výrobek plnící funkci stavby, jedná se například o dobíjecí stanici s více nabíjecími stojany, avšak bez zastřešení nebo jiných stavebních úprav. Takové stanice mohou být instalovány modulárním způsobem, tedy přemístitelně, a jejich povolovací proces může být jednodušší, jelikož spadající pouze pod ohlášení stavby. Třetí typ, dobíjecí box umístěný na fasádu nebo uvnitř budovy, není považován za stavbu. Proto se na něj nevztahují podmínky stavebního zákona. Stavební úřad pouze posuzuje rozsah úprav provedených na stavbě. Všechny tyto typy dobíjecích stanic lze využívat jen na základě kolaudačního souhlasu či kolaudačního rozhodnutí. [19]

2.3 Technické normy pro instalaci dobíjecí stanice do podzemních garáží

Technické normy slouží jako jednotný základ pro navrhování, instalaci a provoz zařízení či staveb. Zajišťují bezpečnost, kvalitu a vzájemnou kompatibilitu technických řešení. Ve stavebnictví a elektroinstalacích jsou normy obzvlášť důležité, jelikož určují minimální požadavky, které mají chránit zdraví, život i majetek. V České republice jsou normy označeny zkratkou ČSN a vydávány Českou agenturou pro standardizaci. Často vycházejí z evropských nebo mezinárodních předloh. Ačkoli nejsou právně závazné, jejich dodržování je běžně vyžadováno legislativou nebo odbornou praxí.

2.3.1 Norma ČSN EN 61851-1

Norma s označením ČSN EN 61851-1 určuje technické požadavky pro realizaci dobíjecích stanic pro elektromobily. Instalace dobíjecích stanic pro elektromobily v budovách, zejména v podzemních garážích, je technicky i provozně náročným úkolem, který musí splňovat řadu mezinárodních a národních technických požadavků. Klíčovým dokumentem v tomto ohledu je tedy norma ČSN EN 61851-1, která stanovuje obecné požadavky na napájecí zařízení elektrických vozidel prostřednictvím vodivého připojení. Tato norma tvoří základ celého souboru norem IEC 61851, na něž navazují specializované části pokrývající například EMC požadavky, komunikační protokoly či specifikace střídavého a stejnosměrného nabíjení. [20]

Norma mimo jiné zmiňuje, že v prostředí podzemních garáží, kde je obvykle omezený přirozený odvod tepla a ventilace, nabývají požadavky normy na významu zejména v oblastech bezpečnosti, ochrany proti zkratu, izolační odolnosti a řízení teploty. Norma definuje několik režimů nabíjení podle typu připojení a řízení výkonu, což umožňuje projektantům zvolit odpovídající technologii vzhledem k technickým možnostem dané budovy a distribuční soustavy. Pro podzemní garáže se doporučuje použití inteligentního řízení nabíjení, které umožňuje dynamickou regulaci příkonu na základě aktuálního zatížení objektu. Součástí normy je také důraz na komunikaci mezi nabíjecí stanicí a vozidlem, přičemž základní úroveň je povinná i pro nejjednodušší zařízení. To umožňuje nejen řídit proces nabíjení, ale také zvyšuje úroveň provozní bezpečnosti a uživatelského komfortu. Norma rovněž specifikuje technické parametry pro zásuvky, konektory, ochranné prvky i základní elektrická měření. [20]

2.3.2 Norma ČSN EN 62196-1

Norma ČSN EN 62196-1 tvoří základ pro návrh a použití konektorových systémů při nabíjení elektrických vozidel. Společně s normami ze série ČSN EN 61851 specifikuje požadavky na konstrukci, bezpečnost a kompatibilitu zařízení, která zajišťují fyzické propojení mezi elektromobilem a elektrickou sítí, tedy vidlice, zásuvky, vozidlové nástrčky a kabelové sestavy. Norma je určena především pro použití v systémech vodivého připojení, kde napájení probíhá prostřednictvím fyzického kontaktu mezi nabíjecím zařízením a elektromobilem. Stanovuje mimo jiné mechanické, elektrické a rozměrové požadavky tak, aby bylo možné zaručit zaměnitelnost a bezpečný provoz. [21]

Součástí normy jsou i požadavky na výměnné komponenty jako jsou zásuvky, kolíky či vodiče, které musí být mechanicky a elektricky kompatibilní. Specifikace se vztahují jak na zařízení umístěná ve vozidlech, tak na stacionární nabíjecí stanice včetně domácích wallboxů nebo veřejných DC stanic. V případě umístění v podzemních garážích nabývá významu zejména odolnost vůči vlhkosti a mechanickému zatížení, přičemž všechny přístroje musí být navrženy tak, aby i při neobvyklém použití nebyly nebezpečné pro uživatele, hlavně zkratem nebo přehřátím. [21]

2.3.3 Norma ČSN 73 0838

Požární bezpečnost hromadných garáží, včetně těch vybavených dobíjecími stanicemi pro elektromobily, je v ČR aktuálně řešena pomocí obecných předpisů a standardů, neboť specifická norma ČSN 73 0838 – Požární bezpečnost staveb – Hromadné garáže byla zrušena již k 1. říjnu 1995. V současnosti probíhá její revize a příprava nového znění, které má reflektovat nejen současné technické požadavky, ale také nové trendy v oblasti mobility, jako jsou elektromobily, hybridy a vozidla na alternativní paliva. Podle informací Hasičského záchranného sboru ČR bude nová norma určovat specifické požární a konstrukční požadavky na garáže s ohledem na rizika, která přinášejí vozidla s alternativními pohony. [22], [23]

Mezi klíčové body, které by měla norma řešit, patří zejména:

- konstrukční a dispoziční požadavky garáží (např. požární úseky, požární odolnost stavebních konstrukcí),
- větrání a detekce kouře (zejména v uzavřených a podzemních prostorech),
- zásady pro umístění a provoz dobíjecích stanic včetně ochrany elektroinstalací,

- zajištění přístupu pro jednotky požární ochrany,
- doporučení pro evakuaci a hasicí zásahy, včetně rizika vzplanutí trakčních baterií. [22], [23]

Stávající normy a stavební předpisy nejsou zcela dostatečné pro nová technologická rizika, a dosavadní navrhování musí být podpořeno individuálními bezpečnostními posudky a využitím obecných požárních norem, jako je např. ČSN 73 0804, norma pro požární bezpečnost staveb. Hasičský záchranný sbor musí apelovat na projektanty, aby při návrhu garáží a instalaci dobíjecích stanic zohlednili technické požadavky pro elektroinstalace a zároveň dodržovali zásady požární bezpečnosti s ohledem na chování bateriových systémů při haváriích. Nová ČSN 73 0838 je tedy nezbytná pro systémové a jednotné řešení požární bezpečnosti hromadných garáží ve světle aktuálních technologických pokroků. [23], [24], [25]

2.4 Možné čerpání dotací pro realizaci stavby dobíjecí stanice pro elektromobily

V rámci podpory rozvoje elektromobility jsou státem a Evropskou unií v průběhu posledních let poskytovány různé dotační fondy k úlevě nákladů plynoucích z přechodu na udržitelnou dopravní infrastrukturu. V této podkapitole jsou popsány důležité dotační fondy podporující ten přechod a činí jej ekonomicky dostupnější.

2.4.1 Program Záruka Elektromobilita

Iniciativou Ministerstva průmyslu a obchodu ve spolupráci s Národní rozvojovou bankou vznikl program „*Záruka Elektromobilita*“. Program je zaměřený na podporu podnikatelských subjektů v přechodu na udržitelnou infrastrukturu. Cílem programu je snížit uhlíkovou stopu, kterou v současnosti dopravní infrastruktura produkuje. Toho chce docílit podporou firem v souvislosti s pořízením a využíváním bezemisních vozidel a implementací související infrastruktury. [26], [27]

V rámci programu je možné využít získané prostředky na nákup různých typů vozidel. Vozidla ovšem musí splňovat určité parametry. Nejzákladnějším z parametrů pro výběr vozidla uvádí, že vozidlo nesmí být typu PHEV nebo HEV a jeho pořizovací cena nesmí přesáhnout 1 500 000 Kč bez DPH. Dále se při pořízení musí jednat o nové vozidlo, specificky vozidlo, které není v provozu déle než 6 měsíců a jeho nájezd nepřesáhl 6 000 km. Pořízené

vozidlo může být osobní (M1) nebo nákladní (N1 či N2 do 4,25 tuny). Firma pro pořízení takového vozidla může čerpat podporu až 300 tisíc Kč. [26]

Program nabízí možnost pořízení dopravní infrastruktury související s provozem vozidla. Tím je myšlena dobíjecí stanice pro elektromobil. Firma plánující implementaci dobíjecí stanice pro neveřejné účely může čerpat finanční podporu až 50 000 Kč za dobíjecí stanici typu AC, až 100 000 Kč za dobíjecí stanici typu DC s výkonem do 40 kW a až 150 000 Kč za dobíjecí stanici typu DC s výkonem nad 40 kW. Důležité je zmínit, že samostatné pořízení dobíjecí stanice bez vlastnění bezemisního vozidla není podporováno. Národní rozvojová banka v souvislosti s programem záruka elektromobilita poskytuje také podnikatelům záruku na úvěr až do výše 70% jistiny zaručovaného úvěru, pomocí kterého bude financován přechod na bezemisní dopravu firmy. Program se po spuštění 18. března 2024 stal velice populárním a příjem žádostí musel být předčasně pozastaven dne 14. října 2024, z důvodu vyčerpání prostředků. Za dobu příjmu žádostí programu ministerstvo přijalo 5 907 žádostí z řad podnikatelů o podporu při přechodu na udržitelnou infrastrukturu. Mezi tyto žádosti bylo alokováno 1,95 miliardy Kč. Národní rozvojová banka uvádí, že program podpořil pořízení více než 6 100 vozidel s bezemisním pohonem a instalaci 2 696 dobíjecích stanic. [26], [27]

2.4.2 Nová zelená úsporám

Nová zelená úsporám je dotační program Ministerstva životního prostředí. Program je zaměřen na podporu úsporného a ekologického řešení v budovách. Program je spravován Státním fondem životního prostředí. Do oblastí podpory tohoto programu spadá například zateplení rodinných a bytových domů, podpora instalace zařízení pro získání energie z obnovitelných zdrojů, hospodaření s vodou a v neposlední řadě finanční podpora pro instalaci neveřejných dobíjecích stanic pro elektromobily v rodinných a bytových domech.

V současné době běží program pro podporu instalace pevně instalované dobíjecí stanice pro elektromobily v rodinných domech. Žadatel, díky tomuto fondu, může získat podporu až 10 000 Kč na implementaci dobíjecí stanice ve svém domě. Zároveň fond podporuje dotaci instalace zařízení pro získávání energie z obnovitelných zdrojů, jako jsou například fotovoltaické systémy. Tyto systémy následně mohou dobíjecí stanici napájet. [28]

2.4.3 Doprava 2021 až 2027

Operační program nazvaný Doprava 2021 až 2027, zkráceně OPD3, je programem zaměřujícím se na rozvoj a modernizaci dopravní infrastruktury. Klade důraz na udržitelnost a ekologické technologie. Realizován je Ministerstvem dopravy a je financován z Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudružnosti. Program se v průběhu let 2021 až 2027 věnuje mnoha odvětvím rozvoje infrastruktury. Jedná se hlavně o železniční dopravu, silniční infrastrukturu, udržitelnou mobilitu a veřejnou dopravu a podporu elektromobility a alternativních paliv. Z pohledu udržitelné infrastruktury a elektromobility se program zaměřuje na výstavbu dobíjecích stanic pro elektromobily, plnicí vodíkové stanice a také rozvoj infrastruktury pro vozidla s pohonem CNG a LPG. Program v letech svého konání disponuje rozpočtem 4,8 miliardy eur. Slouží jako podpora státním organizacím, veřejným správám nebo i soukromým firmám. [29]

V programu Doprava 2021 až 2027 je vypsáno mnoho výzev, některé již skončily, jiné se teprve plánují. V současnosti pro rok 2025 probíhají žádosti do výzev č. 26 a č. 27. Výzva č. 26 se věnuje podpoře budování rychlodobíjecích stanic pro nákladní vozidla. Oproti tomu, výzva č. 27, se věnuje budování dobíjecí infrastruktury s bateriovým úložištěm, specificky pro osobní automobily. [29]

Výzva č. 27

V OPD3 je pro rok 2025 vypsána výzva č. 27. Tato výzva se zaměřuje na podporu instalace dobíjecích stanic pro elektromobily. O finanční podporu této výzvy může žádat jak subjekt veřejné správy, tak i subjekt z řad soukromého sektoru. Výzva č. 27 finančně podporuje výstavbu dobíjecích stanic, a to úhradou až 60 % z nákladů na instalaci dobíjecí stanice. Zřizovatel stanice tedy musí instalaci dobíjecí stanice financovat minimálně ze 40 % za pomoci vlastních prostředků. Podporovány jsou rychlodobíjecí stanice, které poskytují rychlé nabití baterie elektromobilu a stanice vybavené bateriovým úložištěm. Stanice vybavené bateriovým úložištěm přispívají k optimalizaci elektrické energie a výrazně snižují zatížení sítě, proto jsou také touto výzvou podporovány. [29]

2.4.4 Budoucí možnosti podpory

V rámci stále rostoucí snahy o budování a rozšiřování udržitelné infrastruktury je pravděpodobná další budoucí podpora v rámci jejího rozvoje. V současné době se pro rok 2025 plánuje alokovat až 1,3 miliardy korun na rozvoj infrastruktury, v rámci které je i podpora elektromobility. Tyto zdroje bude uvolňovat ministerstvo dopravy vyhlášením několika dotačních výzev v rámci již zmíněného operačního programu Doprava 2021 až 2027. Tyto informace uvádí deník iDnes.cz a vyplývají z odpovědí obchodních řetězců, svazu obchodu a cestovního ruchu a ministerstva dopravy. [30]

3 DĚLENÍ DOBÍJECÍCH STANIC

Dobíjecí stanice jsou nedílnou součástí rozvoje elektromobility a představují nezbytnou infrastrukturu pro provoz elektrických vozidel. S rostoucím počtem elektromobilů na silnicích roste i potřeba jejich efektivního a dostupného nabíjení, a právě tomu odpovídá i rozmanitost typů dobíjecích stanic. Tato kapitola se proto zaměřuje na jejich základní rozdělení podle různých hledisek. Dobíjecí stanice lze dělit dle různých kritérií na několik různých typů. V kapitole jsou popsány nejzákladnější typy stanic z hlediska typu dobíjení, typu instalace a využívaných konektorů. Dále jsou v kapitole uvedeny praktické příklady dělení formou tabulek pro lepší přehlednost.

3.1 Dělení dle typu dobíjení

Baterie elektromobilu lze dobít pomocí dvou základních typů elektrického proudu. Prvním z nich je střídavý proud (anglicky: „*Alternating Current*“), dále je v textu označován AC. Druhým typem je stejnosměrný proud (anglicky: „*Direct Current*“), dále označován jako DC. Baterie elektromobilů fungují na stejnosměrném proudu, nabíjet lze však z obou typů dobíjecích stanic, díky možnosti přeměny střídavého proudu na stejnosměrný.

3.1.1 Dobíjecí stanice AC

Dobíjecí stanice typu AC napájí elektromobil pomocí střídavého proudu. Jak již bylo popsáno, baterie elektromobilu pro svůj chod vyžaduje proud stejnosměrný. Proto při nabíjení pomocí AC stanice je napájecí proud směřován nejprve do palubní nabíječky, která je zpravidla zabudována v automobilu. Palubní nabíječka následně transformuje střídavý proud na stejnosměrný. Výkon palubní nabíječky určuje rychlost nabíjení elektromobilu skrze AC dobíjecí stanic, proto je důležité před stavbou AC dobíjecí stanice analyzovat typ využívaného automobilu. Specificky zda využívaný elektromobil disponuje palubní nabíječkou a zda je dostatečně výkonná pro využívání dobíjení pomocí AC dobíjecí stanice. [31], [32], [33]

Dobíjení střídavým proudem probíhá zpravidla pomocí konektorů Typ 1 (hlavně u starších nebo amerických vozidel) nebo Typ 2, který je v Evropě standardizován jako univerzální konektor pro AC nabíjení. Stanice mohou být buď takzvané chytré, které umožňují správu pomocí softwaru, vzdálený přístup, řízení výkonu, integraci do

energetických systémů budov apod. Nebo také jednoduché, které slouží čistě k základnímu napájení bez dalších funkcí. [32]

AC dobíjecí stanice se rozlišují podle výkonu, který poskytují. Nejčastěji se vyskytují stanice s výkony 3,7 kW, 7,4 kW, 11 kW a 22 kW. Výkon je dán jednak možnostmi elektrické přípojky (jednofázová či třífázová) a jednak tím, co zvládne palubní nabíječka vozu. Palubní nabíječka je důležitým komponentem určujícím rychlost dobíjení vozu za pomoci AC dobíjecí stanice. Pokud má palubní nabíječka nízký výkon, nesejde na vysokém výkonu stanice. Ku příkladu to znamená, že když je k dispozici AC stanice o výkonu 22 kW a elektromobil má palubní nabíječku dimenzovanou pouze na 11 kW, bude vždy nabíjen pouze maximálním výkonem 11 kW. Standardní doba nabíjení pomocí AC dobíjecí stanice z klasické síťové zásuvky (230 V, 2,3 kW) je 8–12 hodin. Veřejné AC dobíjecí stanice využívají z pravidla výkon 11–22 kW, což elektromobil dokáže nabít zhruba za 3–5 hodin. Všechny tyto časy jsou závislé na typu a aktuálním stavu baterie vozu. [34]

Dobíjecí stanice AC jsou zpravidla levnější variantou dobíjecích stanic se snadnější instalací. Ovšem tyto stanice nesou nevýhody v podobě delší doby dobíjení vozidla. AC stanice jsou využívány hlavně v domácnostech, kdy jsou využívány v době, kdy vozidlo stojí delší dobu zaparkované. Například v rodinné garáži přes noc. Ovšem mohou být využity i na firemním parkovišti, kde vozidlo bude stát celou pracovní dobu zaměstnance.

3.1.2 Dobíjecí stanice DC

Dobíjecí stanice typu DC napájí elektromobil pomocí stejnosměrného proudu. Na rozdíl od AC stanic, které využívají palubní nabíječku vozu k převodu střídavého proudu na stejnosměrný, u DC stanic probíhá tento převod přímo ve stanici. To znamená, že proud vstupuje do baterie elektromobilu již jako stejnosměrný, čímž se zcela obchází palubní nabíječka. Díky tomu může být nabíjecí výkon výrazně vyšší a dobíjení výrazně rychlejší. Dá se říci, že DC dobíjecí stanice jsou pokročilejší, ale i technicky náročnější. [31], [32]

Nabíjecí výkony se pohybují od přibližně 25 kW u menších stanic až po 150 kW, 350 kW a výjimečně i více u nejmodernějších zařízení. Tyto výkony jsou daleko vyšší než výkony, se kterými dokáže pracovat AC dobíjecí stanice, zmíněná v kapitole výše. Díky tomu jsou DC stanice označovány jako „*rychlónabíječky*“ či „*ultrarychlé nabíječky*“. Je ovšem nutné myslet na to, že skutečný nabíjecí výkon však vždy závisí nejen na stanici samotné, ale i na maximálním výkonu, který zvládne baterie daného elektromobilu a na jejím aktuálním stavu. I přesto se dá počítat s daleko rychlejším dobíjením, než je u AC stanic.

Vhodně zvolená rychlonabíječka dokáže elektromobil nabít z 10 % na 80 % kapacity během 20–40 minut, což umožňuje praktické nabíjení i na cestách. Proto jsou DC stanice běžně instalovány u dálnic, hlavních tahů, čerpacích stanic, obchodních center nebo v místech s vysokou frekvencí provozu. [34]

Nevýhodou DC dobíjecích stanic je výrazně vyšší pořizovací cena než u variant s AC proudem. A to jak z důvodu vyšších pořizovacích nákladů, tak i z důvodů složitější instalace. DC stanice vyžadují robustní elektroinstalaci, často s připojením na rozvody s vysokým napětím a transformační stanice. Provozovatel musí navíc zajistit účinné chlazení výkonové elektroniky a kabelů, protože při vysokých proudech dochází k významnému zahřívání. [31]

Z pohledu na chod elektrické infrastruktury jsou DC stanice důležitou součástí pro zajištění mobility. Jsou využívány hlavně tam, kde není možné zaparkovat vozidlo na delší dobu, aby se dalo využít pomalé nabíjení. Jsou to hlavně místa spojená s městskou infrastrukturou (nákupní centra, obchody, úřady atd.), kde se v současné době nabíjení využívá. Dalšími takovými místy jsou čerpací stanice na hlavních dopravních tazích, kde vozidlo může zastavit jen na krátké dobítí na delších cestách. Rychlonabíjecí stanice jsou klíčové zejména pro elektrická vozidla využívaná například jako taxislužba, sdílená vozidla, logistická vozidla nebo prostředky hromadné veřejné dopravy. Taková vozidla jsou často v nepřetržitém provozu nebo cestují na dlouhé vzdálenosti, proto jejich provozovatelé vyžadují možnost rychlého dobítí baterie, aby vozidla mohla pokračovat v dalším provozu. [32]

S rozvojem elektromobility se očekává další rozšíření sítě DC stanic, především v kombinaci se systémy inteligentního řízení výkonu, úložišti energie a obnovitelnými zdroji, které pomohou vyrovnávat zátěž a zvyšovat efektivitu provozu. V současné době se objevují možnosti dobíjení kombinující distribuční síť, zdroje z fotovoltaických panelů a bateriových úložištích. Systém funguje na principu ukládání přebytečné energie do úložiště. Fotovoltaické panely produkují energii, která se současně spotřebovává a případně doplňuje z distribuční sítě. Pokud je odběr nízký, přebytečná energie se ukládá do bateriového úložiště, ze kterého se následně čerpá při vyšším odběru. Efektivně se tak řeší vysoké nároky DC dobíjecích stanic na spotřebu energie, a to i s využitím obnovitelných zdrojů. Tento styl je možné využít nejen pro napájení elektromobilu, ale také pro další zařízení v budově. [35]

3.2 Dělení podle typu instalace

3.2.1 Sít'ové zásuvky

Dobíjení elektromobilů prostřednictvím běžné sít'ové zásuvky, patří k nejjednodušším metodám nabíjení elektrických vozidel využívané hlavně v domácích podmínkách. Sít'ovou zásuvkou je myšlena zásuvka s napětím 230 V a proudem 16 A. Tento způsob využívá standardně dostupné elektrické rozvody, které jsou běžně dimenzovány na maximální trvalý výkon přibližně 2,3 až 3,7 kW. Výhodou varianty dobíjení elektromobilu ze sít'ové zásuvky je její dostupnost, jednoduchost a absence investic do speciální infrastruktury. Na druhou stranu, nevýhodou je nízký nabíjecí výkon, s čímž souvisí delší doba nabíjení. Zároveň při dlouhodobém nebo pravidelném používání této metody nabíjení může docházet k nadměrnému zatěžování elektrických rozvodů a s tím spojenému riziku přehřívání zásuvek či kabelů, což může vyžadovat revizi stávající elektroinstalace a případné posílení elektrických obvodů. Z bezpečnostních důvodů je proto doporučeno tento způsob dobíjení používat jako doplňkovou nebo nouzovou metodu spíše než jako primární způsob pravidelného nabíjení. [20], [21]

Alternativou k výše uvedené standardní sít'ové zásuvce je tzv. zesílená zásuvka, někdy označovaná jako průmyslová či zásuvka typu „CEE“. Zesílená zásuvka je vhodná pro dlouhodobé zatížení vyššími proudy, což umožňuje nabíjení elektromobilů vyšším výkonem než u běžné domácí zásuvky. Díky robustnější konstrukci a lepší elektrické ochraně umožňuje tato zásuvka bezpečné dlouhodobé zatížení elektrické instalace vyššími proudy, zpravidla v rozsahu výkonů 3,7 až 7,4 kW při jednofázovém připojení, případně až 11–22 kW při třífázovém připojení. Využití zesílené zásuvky významné zkrácení nabíjecích časů oproti standardní zásuvce. Zesílené sít'ové zásuvky mohou znamenat efektivní kompromis v poměru ceny a výkonu převážně domácího nabíjení elektromobilů. Instalace není náročná a je cenově dostupná. Instalace zesílené zásuvky však vyžaduje odborný zásah do elektroinstalace a zvýšené požadavky na elektrický rozvod budovy dle platných norem. Nabíjení tímto typem nelze nijak řídit ani regulovat, nemá tedy žádné chytré funkce. Jedná se pouze o zdroj napětí a proudu. [21], [36]

3.2.2 Wallbox

Dobíjecí stanice typu wallbox představuje specializované zařízení určené pro nabíjení elektromobilů. Jedná se o nejjednodušší specializované zařízení, proto je v hojné míře

využíváno v domácím nebo firemním prostředí. Wallbox je koncipován jako plnohodnotná nabíjecí jednotka se specifickými technickými vlastnostmi odpovídajícími moderním požadavkům elektromobility. Wallbox je zpravidla pevně instalovaný na stěnu objektu a bývá připojen na samostatný elektrický okruh. Dobíjecí stanice typu wallbox funguje na střídavý proud a zpravidla pracuje s nabíjecím výkonem 3,7 až 22 kW. Konkrétní hodnota závisí na konstrukci zařízení a připojení k síti, zda je jednofázové či třífázové. Ve srovnání s běžnou zásuvkou tak wallbox nabízí výrazně kratší dobu nabíjení. [37], [38]

Významnou výhodou wallboxu je vyšší úroveň bezpečnosti. Tato zařízení standardně obsahují ochranné prvky jako proudové chrániče, detekci zbytkových proudů, ochranu proti přehřátí či přetížení a jsou navržena v souladu s mezinárodními standardy, především IEC 61851. Z hlediska praktického použití je wallbox vybaven inteligentními funkcemi, jako je možnost naprogramování času nabíjení, řízení výkonu podle dostupnosti energie nebo vzdálené ovládání prostřednictvím mobilní aplikace či webového rozhraní. Ačkoli je instalace wallboxu složitější než při použití síťové zásuvky, jedná se o uživatelsky přívětivější řešení rezidenčního nabíjení. [37], [38]



Obrázek 4 Wallbox od firmy MyBox [39]

3.2.3 Přenosné nabíjecí stanice

Přenosné nabíjecí stanice představují flexibilní alternativu k pevným domácím nebo veřejným dobíjecím zařízením a umožňují nabíjení elektromobilu z různých typů elektrických zásuvek bez nutnosti pevné instalace. Tento typ zařízení je obvykle ve formě

přenosného modulu s integrovanou elektronikou a nabíjecím kabelem, který umožňuje připojení do standardních i zesílených zásuvek. Dalo by se říct, že tento typ dobíjení je velice podobný již výše zmíněnému dobíjení pomocí síťové zásuvky. Rozdílem mezi těmito typy je ten, že přenosné nabíjecí stanice jsou vybaveny elektronikou pro řízení a zabezpečení procesu dobíjení elektromobilu. Výhodou přenosných nabíjecích stanic je jejich univerzálnost a mobilita. Přenosné stanice jsou nejčastěji schopny pracovat v rozsahu výkonu od 2,3 kW při jednofázovém připojení až po 22 kW při třífázovém provozu. [40]

Důležitým aspektem přenosných stanic je jejich vybavení bezpečnostními prvky – např. ochrana proti přehřátí, zemnímu spojení, nebo přepětí. Většina moderních modelů také umožňuje řízení nabíjecího proudu a sledování spotřeby prostřednictvím mobilní aplikace. Nevýhodou přenosných nabíjecích stanic může být jejich vyšší pořizovací cena oproti jednoduchým nabíjecím kabelům bez inteligentního řízení. Při používání přenosných dobíjecích stanic, je důležité myslet na kapacitní infrastrukturu zdroje nabíjení, zejména při vyšších výkonech. [40]

3.2.4 AC veřejné stanice

Dobíjecí stanice využívající střídavý proud tvoří základ dobíjecí infrastruktury. Jejich předností je technologická jednoduchost, nižší pořizovací i provozní náklady a snadná integrace do stávající elektrické sítě. AC stanice pracují nejčastěji s výkonem 3,7 až 22 kW, přičemž výkon je dán nejen samotnou stanicí, ale hlavně i schopnostmi palubní nabíječky vozidla. Stanice tohoto typu využívají hlavně standardizované konektory typu 1 nebo typu 2. [40]

AC dobíjecí stanice jsou běžně instalovány na veřejných parkovištích, u obchodních center, kancelářských budov nebo ve firemních areálech. Z hlediska bezpečnosti je u těchto stanic standardem přítomnost ochranných prvků, jako jsou proudové chrániče, teplotní senzory nebo komunikační protokoly mezi stanicí a vozidlem, které zajišťují správný průběh nabíjení a minimalizuje riziko poruch. Celkově lze AC stanice považovat za nejvhodnější řešení pro dobíjení během delšího pobytu vozidla na místě. Jejich role v infrastruktuře elektromobility je zásadní, oproti DC stanicím nenabíjejí elektromobil příliš rychle, ale umožňují uživatelům každodenní pohodlné a cenově dostupné dobíjení. [40]



Obrázek 5 Veřejná AC dobíjecí stanice firmy MyBox [39]

3.2.5 DC rychlonabíjecí stanice

DC rychlonabíjecí stanice jsou klíčovým prvkem udržitelné dopravní infrastruktury. A to z hlediska zajištění časově efektivního nabíjení elektromobilů, zejména v rámci dálkového cestování. Typický nabíjecí výkon DC stanic se pohybuje v rozmezí od 50 kW do 150 kW a na rozdíl od AC stanic dokážou elektromobil dobít mnohokrát rychleji. Tento režim je tedy výrazně efektivnější než u AC stanic, ale současně vyžaduje náročnější a robustnější infrastrukturu, včetně vyššího napěťového zatížení, chlazení kabelů a dostatečně dimenzované sítě. To vše se také projeví na vyšší pořizovací ceně těchto stanic. Díky požadavkům na instalaci a investičním nákladům je instalace těchto stanic v domácím prostředí prakticky vyloučena. Ovšem pro jejich výkon a rychlost dobíjení jsou často instalovány na páteřních trasách dopravní infrastruktury či u logistických center. [40]

DC stanice využívají pro komunikaci s vozidlem protokol ISO 15118, který umožňuje automatické rozpoznání vozidla, autentizaci a v některých případech i platbu. Používané konektory pro DC dobíjení převážně zahrnují systémy jako CCS nebo CHAdeMO, přičemž v Evropě se standardizuje především CCS Combo 2. [40]



Obrázek 6 DC rychlonabíjecí stanice Axon Easy 400 [41]

3.2.6 Ultrarychlé dobíjecí stanice

Ultrarychlé dobíjecí stanice, označované zkratkou HPC, z anglického „*High-Power Charging*“, představují nejvýkonnější technologii v oblasti veřejného nabíjení elektromobilů. Na rozdíl od klasických DC rychlonabíjecích stanic poskytují podstatně vyšší výkon, běžně od 150 kW až do 350 kW, což umožňuje velmi rychlé nabití baterie i elektromobilů s vysokou kapacitou. V současné době se technologie dobíjecí infrastruktury posouvá stále kupředu a již existují stanice s výkonem překračujícím 350 kW. [40]

Princip HPC nabíjení spočívá v přímém přenosu stejnosměrného proudu do baterie vozidla, přičemž vysoký nabíjecí výkon je podmíněn také pokročilým systémem chlazení kabelů a vhodnou infrastrukturou na straně dodávky elektrické energie. HPC stanice běžně pracují s výkony od 150 kW až po 350 kW, přičemž některé experimentální systémy dosahují i vyšších hodnot. Klíčovým aspektem těchto zařízení je jejich schopnost řízení teploty, jelikož vysoké proudy si vyžadují kapalinou chlazené nabíjecí kabely, které minimalizují riziko přehřátí. HPC infrastruktura je z hlediska energetické náročnosti extrémně náročná. Vyžaduje kvalitní připojení k distribuční síti, často na úrovni vysokého napětí a zároveň musí být schopna dynamicky regulovat nabíjecí výkon podle stavu sítě, kapacity stanice a stavu baterie připojeného vozidla. [40]

V praxi se HPC stanice nacházejí především na dálničních koridorech, v logistických uzlech a na tranzitních místech, kde je potřeba rychlé obnovy dojezdu během krátké zastávky. HPC nabíjení představuje klíčový nástroj pro masové rozšíření elektromobility,

protože významně snižuje jeden z hlavních psychologických a technických limitů, čímž dlouhý čas dobíjení. [40]

3.2.7 Lampové a městské nabíjecí body

Lampové a městské nabíjecí stanice, označované často podle anglického názvu „*Urban chargers*“, představují inovativní řešení pro rozvoj elektromobility ve městském prostředí s vysokou hustotou obyvatel. Tento přístup využívá existující infrastrukturu veřejného osvětlení, která je postupně doplňována o nabíjecí techniku, čímž dochází k minimalizaci prostorových nároků a stavebních zásahů do veřejného prostoru. Technicky jsou tyto stanice schopny poskytovat výkon až 22 kW. Výkon je přiváděn přímo z distribuční soustavy a je integrován do stožárů veřejného osvětlení bez nutnosti budování samostatných nabíjecích sloupků. Tento model má potenciál řešit problém s omezeným prostorem v hustě zastavěných oblastech. Primární cílovou skupinou těchto stanic jsou rezidenti bez možnosti domácího nabíjení, zejména obyvatelé bytových domů. [42]

V hlavním městě ČR, Praze, byl v roce 2023 spuštěn pilotní provoz lampových nabíjecích stanic, které byly instalovány na upravené stožáry veřejného osvětlení. V rámci pilotního projektu bylo zprovozněno prvních třináct stanic s celkem 25 nabíjecími body. Výsledky pilotního provozu navíc prokázaly vysoký zájem – během prvního měsíce provozu využilo stanic na Vinohradech 394 elektromobilů, a to i přesto, že provoz probíhal v testovacím režimu. Lampové nabíjecí body tedy představují důležitý směr rozvoje městské elektromobilní infrastruktury a vhodné řešení pro podporu udržitelné městské mobility. [42]



Obrázek 7 Dobíjení elektromobilu z lampového bodu [42]

3.3 Dělení podle typu konektoru

3.3.1 Typ 1

Konektor Typ 1, patří mezi nejstarší standardy používané pro nabíjení elektromobilů pomocí střídavého proudu. Byl navržen především pro americký trh a stal se standardem pro severoamerická a japonská vozidla. Technicky se jedná o jednofázový konektor, který umožňuje nabíjení výkonem až 7,4 kW. V některých případech dosahuje výkonu až 19,2 kW, avšak tuto hodnotu podporují jen některé systémy. Díky své konstrukci je vhodný především pro pomalejší a domácí AC nabíjení. Navzdory technickým omezením je konektor Typ 1 důležitým vývojovým krokem v oblasti standardizace AC nabíjení a stále zůstává běžným vybavením vozidel mimo evropský trh, zejména v USA, Kanadě, Japonsku a Koreji. [43], [44]

Konektor využívá komunikační protokol J1772, který zajišťuje signalizaci mezi vozidlem a stanicí, nicméně oproti evropskému konektoru Typ 2 neumožňuje třífázové nabíjení a postrádá automatický zámek konektoru, což je jeho technická nevýhoda. Vzhledem k rozšířenosti konektoru Typ 2 v Evropské unii je nutné použití adaptérů nebo přenosných nabíjecích kabelů s odpovídajícími koncovkami. [43], [44]

3.3.2 Typ 2

Konektor Typ 2 je v současnosti nejrozšířenějším standardem pro střídavé nabíjení elektromobilů v Evropě. Byl vyvinut v Německu a později přijat jako oficiální evropská norma pod označením IEC 62196-2. V roce 2014 byl konektor Typ 2 vyhlášen povinným standardem pro všechny nově budované veřejné AC nabíjecí stanice v rámci Evropské unie. Technicky se jedná o konektor, který podporuje jak jednofázové, tak třífázové nabíjení. U jednofázového připojení se výkon běžně pohybuje mezi 3,7 a 7,4 kW, zatímco při třífázovém zapojení může dosahovat až 22 kW, v některých případech i 43 kW, pokud to umožňuje palubní nabíječka vozidla. [2]

Díky své flexibilitě a podpoře vyšších výkonů je konektor Typ 2 vhodný nejen pro domácí, ale i pro veřejné a firemní AC nabíjení. Konektor Typ 2 využívá komunikační protokol podle IEC 61851, který zajišťuje bezpečnou výměnu informací mezi elektromobilem a nabíjecí stanicí. Oproti staršímu konektoru Typ 1 umožňuje třífázové nabíjení a je vybaven automatickým zámkem konektoru, který zabraňuje nechtěnému odpojení během nabíjecího procesu. V současnosti je konektor Typ 2 standardní výbavou

většiny elektromobilů prodávaných na evropském trhu a tvoří základ veřejné AC infrastruktury. Kromě klasického použití s AC stanicemi slouží i jako základní část pro konektor CCS Combo 2, který rozšiřuje Typ 2 o možnost rychlého DC nabíjení. [43], [44], [45]

3.3.3 CCS

Konektor typu CCS, jehož zkratka vychází z anglického „*Combined Charging System*“, patří k nejmodernějším a nejuniverzálnějším standardům v oblasti nabíjení elektromobilů. Jeho konstrukce kombinuje výhody střídavého i stejnosměrného nabíjení v rámci jednoho konektoru. Základ tvoří konektor Typ 1 nebo Typ 2, ke kterému jsou připojeny dvě silové DC svorky pro vysokorychlostní nabíjení. CCS konektor byl vyvinut s cílem zjednodušit a sjednotit nabíjecí infrastrukturu. V Evropě se používá především varianta CCS Combo 2, která staví na základu konektoru Typ 2 a je od roku 2017 oficiálním standardem pro DC nabíjení v Evropské unii. Konektor je navržen pro rychlé až ultrarychlé nabíjení, přičemž podporuje výkony od 50 kW až po 350 kW u vysokovýkonných stanic. [44], [46], [47]

Výhodou CCS je jeho obousměrná kompatibilita, tedy že vozidlo může být nabíjeno jak pomocí běžného AC wallboxu, tak i prostřednictvím výkonného DC stojanu, a to vše přes jeden nabíjecí port. Díky přídatným DC pinům je možné dodávat energii přímo do trakční baterie bez využití palubní AC nabíječky, což výrazně zkracuje dobu nabíjení. CCS konektor využívá komunikační protokol ISO 15118, který zajišťuje výměnu dat mezi vozidlem a stanicí, včetně podpory funkcí jako je autentizace, plánování nabíjení nebo „*Plug & Charge*“. Konektor je navíc vybaven zámkem, který zabraňuje odpojení během nabíjení, čímž zvyšuje bezpečnost uživatele. Díky své univerzálnosti a výkonovým možnostem je CCS v současnosti nejpoužívanějším standardem pro DC nabíjení v Evropě a Severní Americe. Je podporován většinou moderních elektromobilů včetně vozidel značek Volkswagen, Škoda, Hyundai, Mercedes-Benz, BMW, a dokonce i Tesla pro evropský trh. [2], [43], [44], [47]

3.3.4 CHAdeMO

Konektor CHAdeMO patří mezi první mezinárodní standardy pro rychlé stejnosměrné (DC) nabíjení elektromobilů. Byl vyvinut v Japonsku. Název CHAdeMO vyplývá z anglických slov „*CH*arge de *MO*ve“, neboli „*nabíjení pro pohyb*“. Zároveň odkazuje na japonskou frázi „*O cha demo ikaga desuka*“, která v překladu znamená: „*Dáte si šálek čaje, než se auto nabije?*“. [48], [49], [50]

Jedná se o samostatný DC konektor, který není kombinován s AC částí jako u systému CCS. Standardně podporuje výkon až 50 kW, přičemž modernizované verze CHAdeMO 2.0 a 3.0 umožňují výkon až 200–400 kW. Díky přímému přenosu stejnosměrného proudu do baterie bez nutnosti využívat palubní AC nabíječku umožňuje CHAdeMO relativně rychlé nabíjení. Významnou výhodou konektoru CHAdeMO je jeho technická vyspělost v oblasti obousměrné komunikace a podpory V2G a V2B. [48], [49], [50], [51]

Navzdory těmto technickým přednostem dochází v Evropě k ústupu CHAdeMO ve prospěch systému CCS Combo 2, který se stal uniijním standardem. CHAdeMO je však stále běžně používán u elektromobilů japonských výrobců a lze jej nadále nalézt na řadě veřejných rychlonabíjecích stanic. Vzhledem k oddělenému DC konektoru je pro AC nabíjení u vozidel s CHAdeMO nutné využívat samostatný port pro Typ 1 nebo Typ 2, případně vhodný adaptér, což snižuje jeho univerzálnost oproti systému CCS. [43], [48], [49]

3.3.5 Tesla konektor NACS

Americký automobilový výrobce Tesla vyvinul vlastní nabíjecí konektor, který byl dlouhou dobu využíván výhradně pro její vozidla a síť Supercharger. Tento konektor je specifický tím, že v sobě kombinuje AC i DC nabíjení. V Severní Americe je tento konektor od roku 2022 oficiálně označován jako NACS, což je zkratka ze slov „*North American Charging Standard*“. Konektor NACS umožňuje jak pomalé nabíjení z AC sítě, tak i ultrarychlé DC nabíjení přes Supercharger. [52]

Technicky je konektor navržen tak, aby umožňoval dobíjení skrze teoretický výkon až 900 kW. Což je výrazně více než dnešní standardy CCS nebo CHAdeMO. I přes absenci aktivního kapalinového chlazení konektor zvládá extrémní zatížení díky optimalizovanému návrhu a robustnímu přenosovému rozhraní. V Evropě vozy značky Tesla využívají konektor CCS Combo 2, který je kompatibilní se standardem EU. Starší modely jsou vybaveny adaptéry nebo duálním portem, novější modely již mají CCS nativně. NACS je tak především severoamerický standard, přestože má potenciál ovlivnit budoucí vývoj globální infrastruktury díky svým technickým parametrům a rozšířené síti nabíjecích míst. [47], [53], [54]

3.3.6 Přehled dobíjecích konektorů

Pro lepší přehlednost v rozdílech mezi konektory je vypracována Tabulka 1. V tabulce jsou vyobrazeny výše zmíněné typy konektorů s příslušnými parametry včetně uvedených regionů využití.

Tabulka 1 Přehled dobíjecích konektorů [vlastní]

Konektor	Typ proudu	Max. výkon	Region využití
Typ 1	AC	7,4 kW	USA, Japonsko
Typ 2	AC	22-43 kW	Evropa
CCS (Combo 2)	AC/DC	Až 350 kW	Celosvětově
CHAdemo	DC	50-400 kW	Evropa, Japonsko
Tesla	AC/DC	Až 900 kW	Evropa, USA

3.4 Rychlost nabíjení v závislosti na výkonu stanice

V této části kapitoly jsou rozepsány různé dobíjecí stanice a vypočítáno, za jak dlouho je pomocí nich možné dobít moderní elektromobil. Všechny výpočty se vztahují k elektromobilu amerického výrobce značky Tesla, Model 3, konkrétně typu Long Range s pohonem všech kol. Standardní kapacita baterie tohoto vozu je 75 kWh. Vozidlo bylo k výpočtu vybráno z pohledu cenové dostupnosti a efektivního využití (rodinný či služební vůz) s vysokým dojezdem. [55]



Obrázek 8 Elektromobil Tesla Model 3 [55]

Doba dobití je časový úsek, kdy se baterie z 10 % dostane na 80 % její kapacity. Což je standardní doporučené pásmo, v kterém by se kapacita měla držet tak, ať je zajištěna co nejdelší životnost. Výpočty jsou vztaženy na nový elektromobil, tudíž časy dobití elektromobilu se starší a opotřeбенější baterií se mohou lišit.

Doba dobíjení baterie, uvedená v hodinách (h), se vypočítá dle následujícího vzorce. Pomocí něj lze říct, že doba nabíjení se rovná podílu kapacity baterie elektromobilu, uvedené v kilowatthodinách (kWh) a nabíjecího výkonu stanice, uvedeného v kilowattech. Pro získání co nejpřesnějšího výsledku lze tento podíl ještě vydělit účinností nabíjení, ten se obvykle pohybuje v rozmezí 85–95 %, ve výpočtech níže je použit jako 90 %. Účinnost nabíjení zohledňuje energetické ztráty při nabíjení. Vzorec pro tento výpočet je uveden v rovnici (1).

$$Doba\ dobíjení\ (h) = \frac{Kapacita\ baterie\ (kWh)}{Výkon\ stanice\ (kW) \times Účinnost\ nabíjení} \quad (1)$$

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 2, je doplněna přibližná pořizovací cena, vycházející z hodnot uváděných výrobcí či prodejci na jejich internetových stránkách.

Tabulka 2 Přehled typů dobíjecích stanic v závislosti na době nabíjení

Dobíjecí stanice	Typ proudu AC/DC	Max. výkon [kW]	Doba dobítí [h]	Přibližná pořizovací cena [Kč]
Běžná domácí zásuvka	AC	2,3 kW	25,4	0 Kč (nevyžadovány specifické úpravy)
Zesílená domácí zásuvka	AC	3,7 kW	15,8	2 000–5 000 Kč
Jednofázový Wallbox	AC	7,4 kW	7,9	10 000 – 26 000 Kč
Třífázový Wallbox	AC	11 kW	5,3	6 500 – 13 500 Kč
Veřejná AC nabíjecí stanice	AC	22 kW	2,7	31 500 – 55 500 Kč
Rychlonabíjecí stanice (běžná)	DC	50 kW	1,2	456 000 – 520 000 Kč
Rychlonabíjecí stanice (vyšší výkon)	DC	100 kW	35 minut	1 300 000 Kč
Tesla Supercharger V2	DC	150 kW	23 minut	N/A (Tesla interní infrastruktura)
Tesla Supercharger V3	DC	250 kW	14 minut	N/A (Tesla interní infrastruktura)
Ultrarychlá nabíjecí stanice	DC	350 kW	10 minut	2 000 000 – 3 000 000 Kč
Vysokovýkonné nabíjecí systémy (experimentální) – XPENG Supercharger S4	DC	480 kW	7,3 minuty	3 000 000 – 5 000 000 Kč

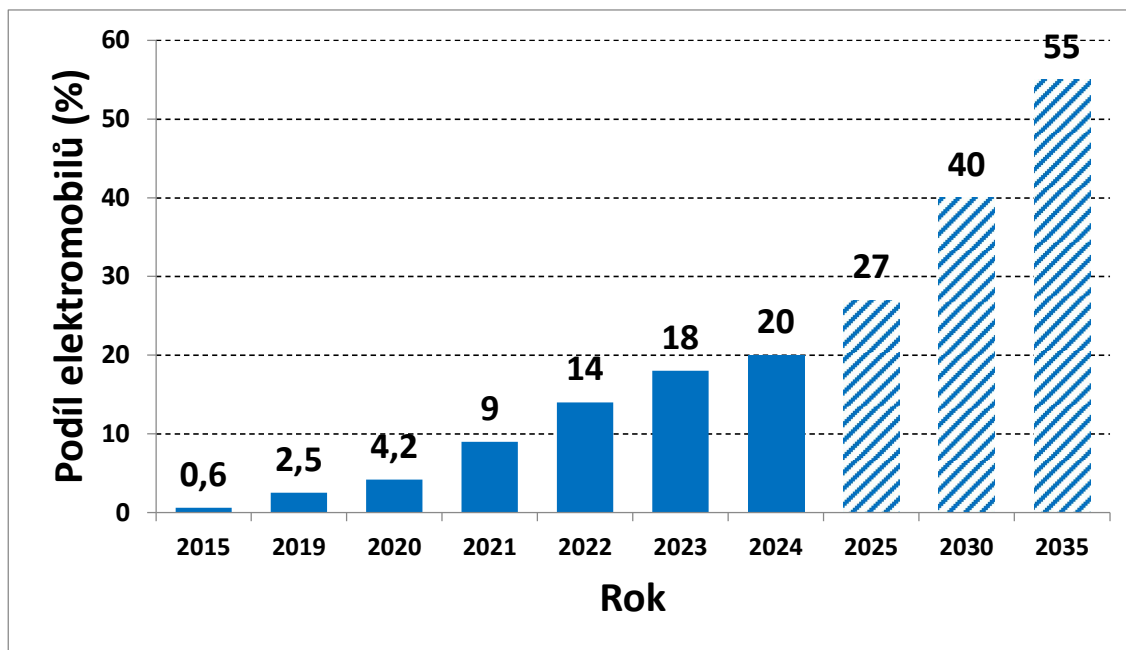
Z Tabulky 2 vyplývá, že rychlodobíjecí stanice se stejnosměrným proudem zvládají dobít běžný elektromobil mnohokrát rychleji než stanice využívající střídavý proud. Zároveň jsou tyto stanice s výrazně vyšší pořizovací cenou. Vysokovýkonné nabíjecí systémy jsou stále ve fázi experimentální přípravy. V České republice se ovšem již nacházejí stanice přesahující výkon 350 kW a to konkrétně na páteřní dopravní infrastrukturu. [37]

4 PREDIKCE VÝVOJE ELEKTROMOBILITY

Rozvoj elektromobility představuje jednu z klíčových priorit environmentálně orientované dopravní politiky Evropské unie. S cílem naplnit cíle ke snížení emise skleníkových plynů v dopravním sektoru se EU zaměřuje na podporu elektrických vozidel prostřednictvím legislativních nástrojů, investic do infrastruktury a podpory výzkumu a vývoje. Již to predikuje pozitivní vývoj udržitelné dopravní infrastruktury, do které elektromobilita spadá. Evropská komise podporuje elektromobilitu skrze programy jako CEF „*Connecting Europe Facility*“ a nástroj na podporu oživení a odolnosti „*Recovery and Resilience Facility*“, které financují infrastrukturu pro alternativní paliva. Členské státy navíc zavádějí pobídky ve formě přímých dotací, daňových úlev či bezplatného parkování. Současnou predikci rozvoje této infrastruktury popisuje hned několik organizací, některé z nich jsou popsány v této kapitole. [56]

Mezinárodní energetická agentura, anglicky „*International Energy Agency*“, každoročně zveřejňuje výroční zprávu s názvem „*Globální výhled elektromobility*“. Zpráva se věnuje predikci vývoje elektromobility a slouží jako oficiální dokument k tomuto tématu. Podle nejnovější zprávy pro rok 2024 by mohl podíl nově prodaných elektromobilů v EU v roce 2025 dosáhnout až na 27 %, což představuje významný nárůst oproti roku 2023. Tento růst je způsoben především legislativním tlakem v rámci nařízení o emisních limitech CO₂, zpřísněním emisních norem Euro 7 a zákazem prodeje nových vozidel se spalovacím motorem od roku 2035. Pro další rozvoj elektromobility je klíčový také rozvoj veřejné nabíjecí infrastruktury. Očekává se, že do roku 2025 bude v EU instalováno více než 2,5 milionu veřejných nabíjecích bodů, přičemž důraz je kladen na rychlé nabíjení a interoperabilitu napříč členskými státy. Z technologického hlediska je patrný pokrok v oblasti baterií, zejména díky vývoji lithium-železo-fosfátových článků, které se vyznačují nižší cenou a delší životností. To zvyšuje dostupnost elektromobilů i pro nižší příjmové skupiny a podporuje jejich širší adopci. [57], [58]

Obrázek 9 graficky znázorňuje procentuální statistiku prodeje nových automobilů na elektrický pohon a automobilů se spalovacím motorem. Statistika je zaměřena na globální trh a reflektuje pravděpodobný vývoj do roku 2035. Tato předpověď je závislá na spoustě faktorů. Nejdůležitější z nich je politická situace v oblasti elektromobility a zdali se politika bude držet současných trendů či z nich odstoupí. Graf uvedený níže nevyobrazuje každý rok v letech 2015–2035 postupně, nýbrž selektuje důležité roky. Tyto data jsou získána od již zmíněné Mezinárodní energetické agentury a reflektují její predikci do budoucích let. [57]



Obrázek 9 Graf globálního podílu elektromobilu na prodeji nových automobilů v letech 2015–2035. Vlastní zpracování z [57]

Mezi hlavní překážky rozvoje elektromobility patří stále vysoká pořizovací cena vozidel, nedostatečná infrastruktura a závislost na dovozu kritických surovin, jako je lithium a kobalt. Nutnost zajištění udržitelného dodavatelského řetězce a recyklace baterií bude proto zásadní pro dlouhodobou stabilitu tohoto sektoru. I přes překážky, kterým elektromobilita čelí, odborné predikce naznačují, že do budoucna bude trh s elektromobily v evropské unii pokračovat v rychlém růstu. Zároveň se očekává růst podílu firemních flotil tvořených výhradně elektrickými vozidly. [59], [60]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALÝZA VYBRANÉHO OBJEKTU

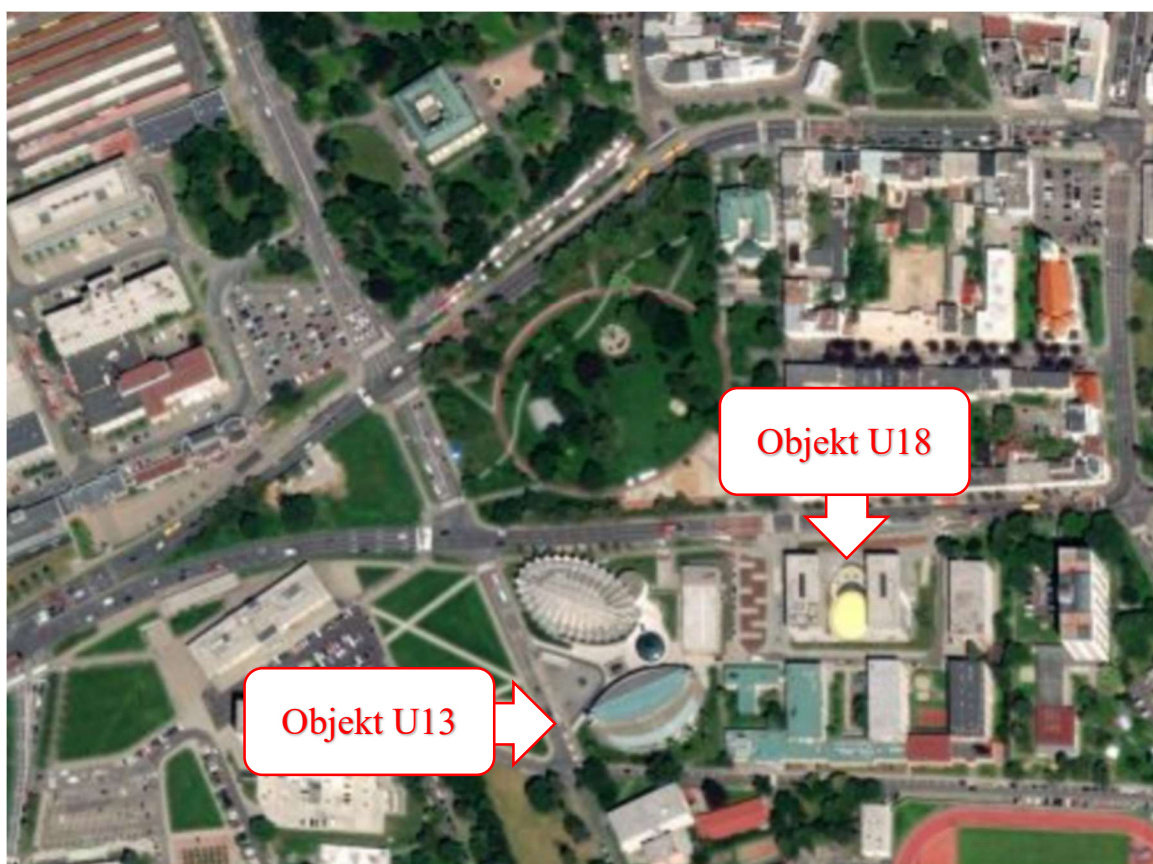
Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout implementaci dobíjecí stanice pro elektromobily do již existujícího objektu s cílem podpořit udržitelný rozvoj a reagovat na rostoucí potřeby v oblasti elektromobility. Práce se zaměřuje na návrh vhodného technického řešení, které bude respektovat specifika vybraných objektů a jejich stávající infrastrukturu. Součástí řešení bude také ekonomické posouzení realizace, identifikace potenciálních problémů a návrh opatření k jejich minimalizaci, včetně posouzení bezpečnostních aspektů a dopadů.

Pro účely této diplomové práce byla jako hlavní objekt zvolena jedna z budov Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, dále v textu jako UTB. Konkrétně se jedná o budovu U18, která je sídlem Fakulty humanitních studií. Výběr tohoto objektu je podložen jeho strategickou polohou v rámci univerzitního centra, vysokou frekvencí pedagogů a dalších zaměstnanců, kteří v objektu či okolních budovách pracují. Pod objektem jsou k dispozici rozsáhlé podzemní garáže, které umožňují vhodné podmínky pro instalaci dobíjecí infrastruktury. Návrh se také zaměří na výběr nejvhodnějších typů dobíjecích stanic, zohledňující požadavky uživatelů a ekonomickou udržitelnost projektu.

Vedle hlavního objektu U18 bude práce zohledňovat také druhý objekt, ve kterém je plánována implementace dobíjecí stanice do existujícího prostoru podzemních garáží. Jedná se o univerzitní objekt U13, který slouží jako sídlo univerzitního rektorátu a univerzitní knihovny. Objekt U13 je významný zejména kvůli své centrální poloze a silné koncentraci zaměstnanců a návštěvníků univerzitního kampusu. Podzemní garáže objektu U13 jsou specifické tím, že jsou sdílené s přilehlou budovou Kongresového centra města Zlína. Sdílené využívání tohoto prostoru proto představuje významný faktor, který je nutno pečlivě zohlednit v navrhovaném řešení, zejména z hlediska koordinace využití prostředků, parkovacích kapacit a zajištění bezpečnosti provozu. Dalším rozdílem mezi objekty je ten, že podzemní garáže objektu U18 jsou dostupné pouze pro zaměstnance či na povolení univerzity. Kdežto podzemní garáže objektu U13 jsou veřejně přístupné. Z toho důvodu je zde třeba dbát zvýšených požadavků na zabezpečení proti nežádoucímu využití.

Implementace dobíjecí stanice v objektu U13 je plánována především s ohledem na předpokládaný růst počtu elektromobilů v budoucích letech. Instalací dostatečné infrastruktury pro dobíjení elektromobilů bude univerzita připravena reagovat na očekávaný nárůst poptávky a zajistit komfortní a efektivní možnosti dobíjení pro zaměstnance, studenty,

navštěvníky i širokou veřejnost, navštěvující přilehlé Kongresové centrum. Diplomová práce se proto bude věnovat také budoucím možnostem rozšíření kapacity dobíjecích stanic a s tím související technické i ekonomické připravenosti objektu U13. Cílem práce je navrhnout komplexní a realistické řešení a tím aktivně podpořit přechod k udržitelné mobilitě ve Zlíně a jeho okolí. Na Obrázku 10 je vyobrazena mapa centra města Zlín, na které jsou zmíněné budovy vyznačeny.



Obrázek 10 Vyznačení objektů U13 a U18 na satelitní mapě. Upraveno z [61]

5.1 Budova U18

Budova U18 Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, sídlo Fakulty humanitních studií, představuje vzdělávací komplex, který byl ke svým účelům slouží od roku 2017. Jelikož budova disponuje velkými přednáškovými sály a galerií G18, je často centrem společenských akcí konajících se na půdě univerzity. Nachází se v centru města Zlína na ulici Štefánikova, u zastávky městské hromadné dopravy s názvem „Školní“. V těsné blízkosti se nachází další univerzitní budovy, jako je rektorát (U13) a Fakulta multimediálních komunikací a centrální menza (U4), nedaleko se nachází provozní budova U3, budovy Fakulty technologické (U11 a U15) a Fakulta ekonomiky a managementu (U2).

Dále také univerzitní koleje (U7, U12 a hotel Garni). Z toho důvodu je v okolí vysoká koncentrace zaměstnanců univerzity, kteří by mohli využívat výhody dobíjecí stanice.



Obrázek 11 Budova U18, pohled zpredu [vlastní]

Implementace dobíjecí stanice v budově U18 přispěje k rozvoji elektromobility v rámci univerzity. Díky strategickému umístění budovy a její infrastruktury bude stanice snadno dostupná pro široké spektrum uživatelů, hlavně zaměstnanců a návštěvníků univerzity. Tím se podpoří ekologická doprava a sníží se emisní zátěž v centru města. Univerzita také disponuje vlastními automobily, které slouží jako služební vozy pro její zaměstnance. Vzhledem k současným predikcím vývoje elektromobility, kdy budou elektromobily v Evropské unii pravděpodobně zvýhodňovány před vozidly se spalovacími motory, lze očekávat, že i univerzita postupně přejde na udržitelnou dopravní infrastrukturu. Z tohoto důvodu se předpokládá, že plánovaná dobíjecí stanice může v budoucnu sloužit jako primární dobíjecí místo pro vozidla využívaná univerzitou. Zřízení dobíjecí stanice tak univerzitě umožní aktivně reagovat na budoucí trendy.

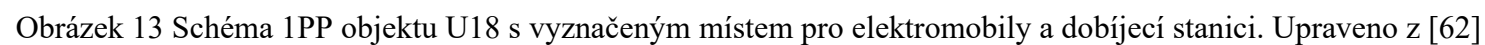
Vjezd do podzemních garáží je pouze na povolení univerzity. Zaměstnanci a osoby oprávněné k vjezdu se musí prokázat s interní RFID kartou. Popřípadě vjezd musí povolit dálkově osoba sloužící na vrátnici budovy. Na Obrázku 12 je budova vizuálně znázorněna. Je zde vidět prostředí budovy a označení vjezdu a výjezdu z podzemních garáží.

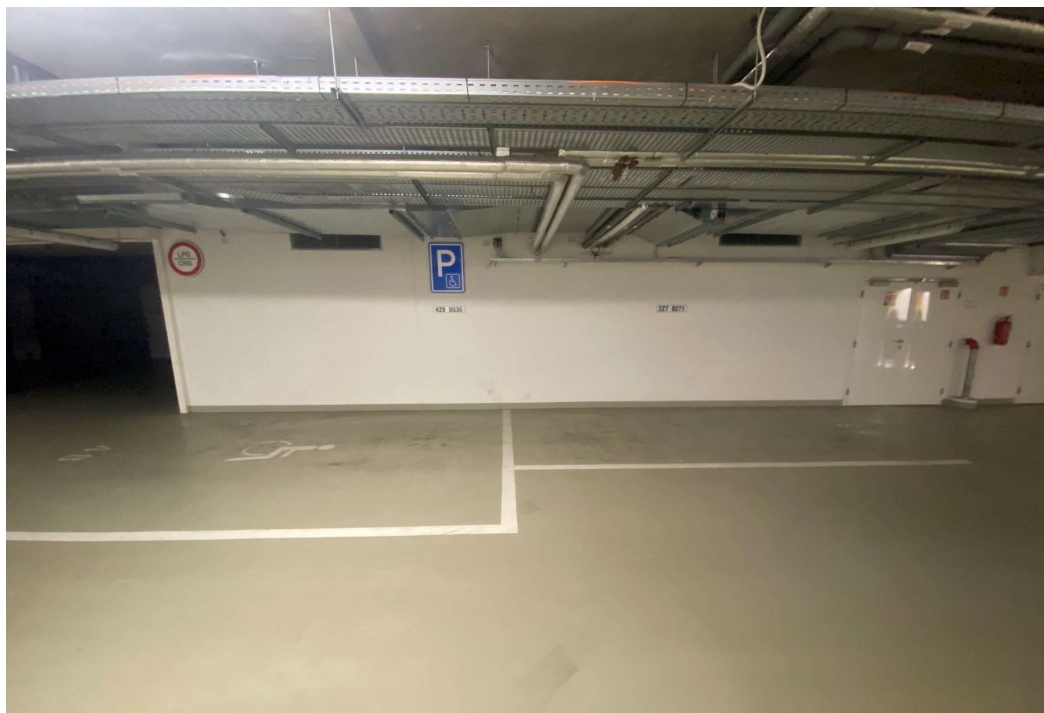


Obrázek 12 Budova U18 s pohledem na vjezd do podzemních garáží [vlastní]

5.1.1 Výběr vhodného parkovacího místa

Pod budovou se nacházejí dvě podzemní podlaží, která slouží jako garáže s kapacitou 86 parkovacích míst. Z hlediska požární bezpečnosti je plánováno umístění dobíjecí stanice pro elektromobily přímo u vjezdu do podzemních garáží. Toto umístění umožňuje v případě požáru rychlý zásah hasičů, kteří mohou vozidlo umístit na pojízdné vozíky a odvést ven z objektu, čímž se minimalizuje riziko šíření požáru uvnitř budovy. Umístění je znázorněno v plánu budovy na Obrázku 13. Tento plán vychází ze současného nákresu pro požárně bezpečnostní řešení budovy, označované jako PBŘ. Na Obrázku 14 níže je vizuálně zachyceno konkrétní místo pro implementaci stanice. Místo se nachází v prvním podzemním podlaží, dále jen 1PP.





Obrázek 14 Vybrané místo pro dobíjecí stanice v objektu U13 [vlastní]

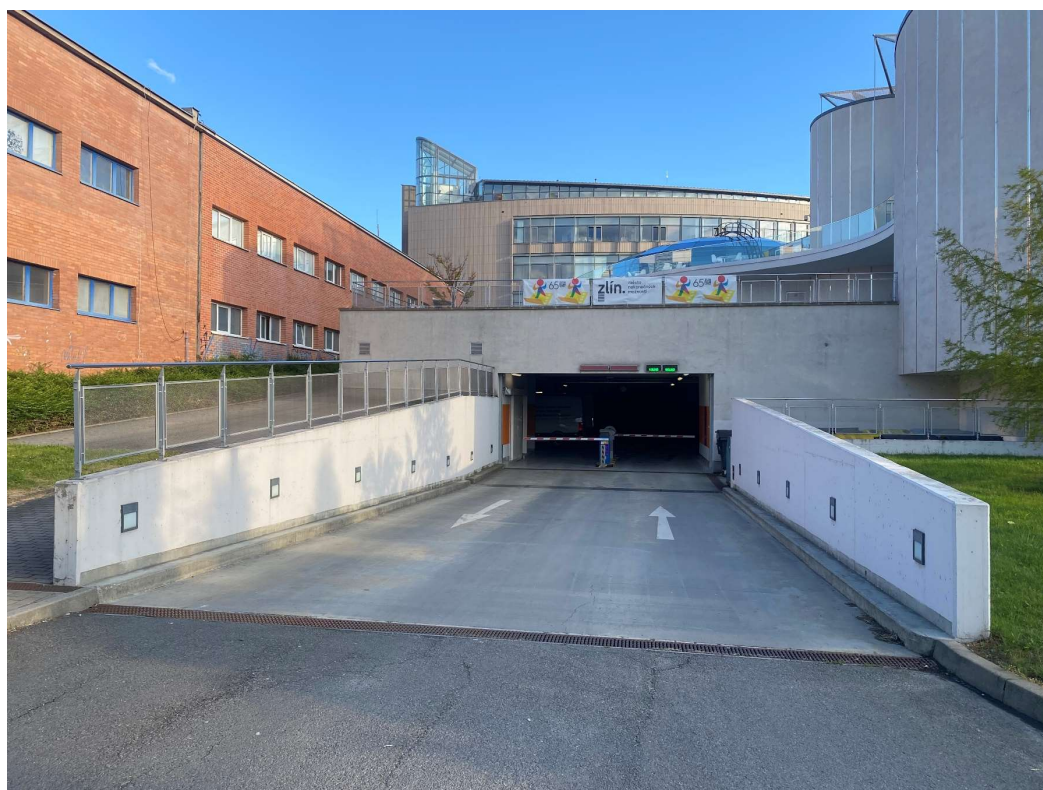
5.2 Budova U13

Budova U13 Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je sídlem univerzitního rektorátu a univerzitní knihovny, představuje hlavní objekt univerzitního centra. Jedná se o multifunkční objekt, který kromě administrativního zázemí rektorátu zahrnuje také moderní univerzitní knihovnu, přístupnou a hojně využívanou pracovníky i studenty univerzity. Budova je v provozu a využívána od roku 2008 a je propojena s Kongresovým centrem města Zlín společnou garáží. Celý komplex je situován v samotném centru města Zlína, na náměstí T. G. Masaryka, v těsné blízkosti již zmíněné budovy U18. Komplex vytváří ideální podmínky pro pořádání akademických, kulturních a společenských akcí. Díky tomu se zde pravidelně setkávají zástupci široké veřejnosti. Součástí komplexu jsou prostorné podzemní garáže, které jsou sdílené mezi oběma objekty a taky jsou veřejnosti přístupné. V těchto garážích vzniká možnost implementovat dobíjecí stanice pro elektromobily. Ovšem pro účely univerzity je vhodná implementace v podzemních garážích U18, v podzemních garážích objektu U13 se jedná o teoretickou implementaci v případě nutnosti navýšení dobíjecí infrastruktury.

Na přiloženém Obrázku 15 níže je budova vizuálně znázorněna. Poté Obrázku 16 je vyobrazen vjezd a výjezd z podzemních garáží, kde je plánována implementace dobíjecí stanice.



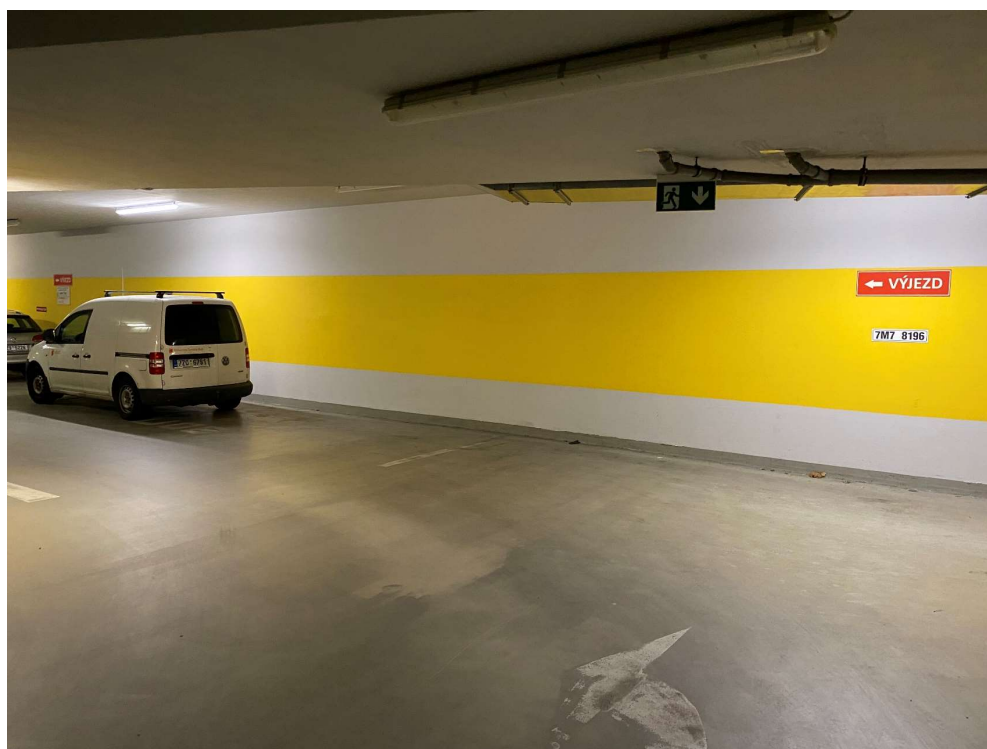
Obrázek 15 Budova U13 – rektorát a knihovna UTB [vlastní]



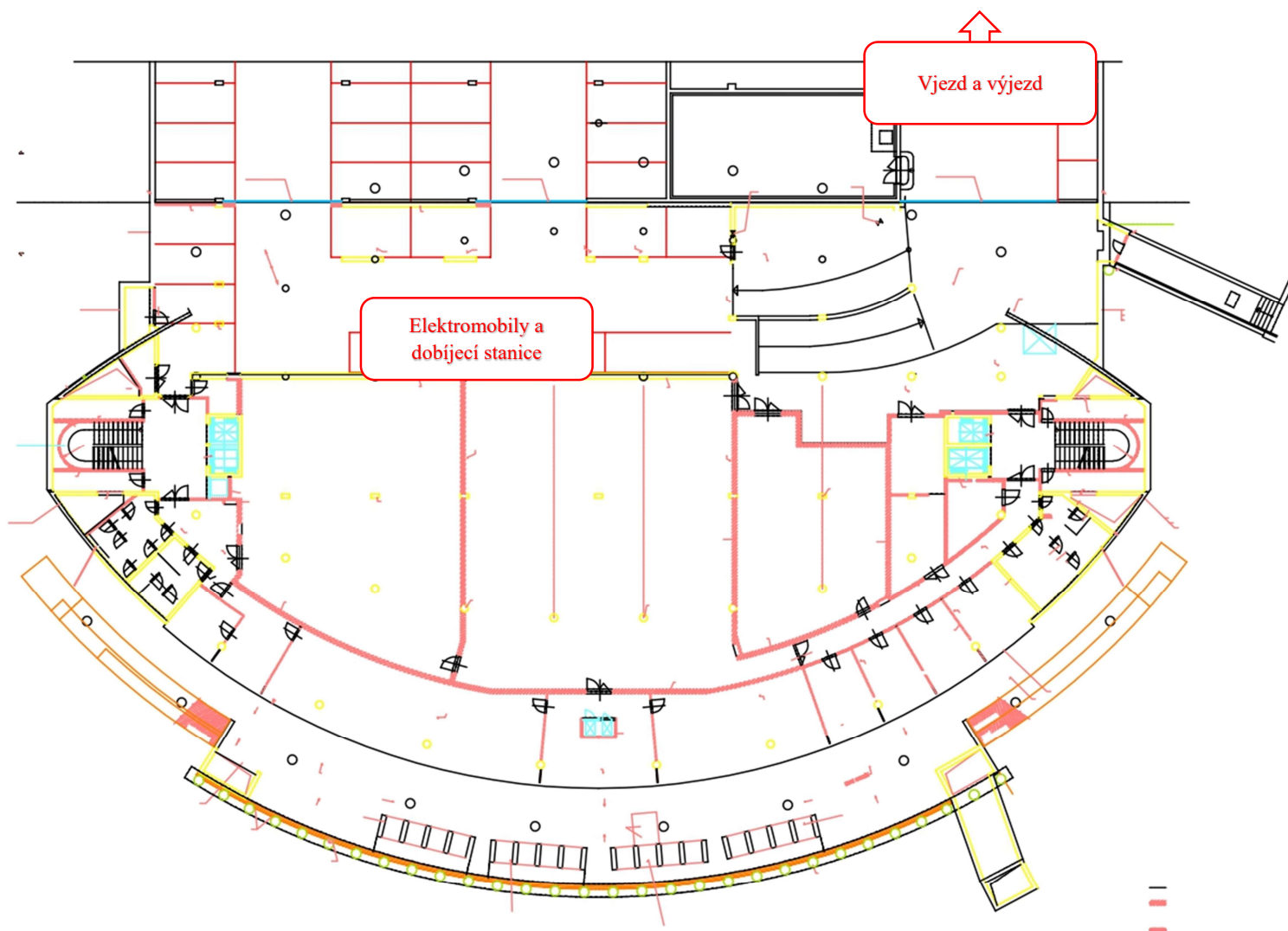
Obrázek 16 Vjezd a výjezd z podzemních garáží objektu U13 [vlastní]

5.2.1 Výběr vhodného parkovacího místa

Pod budovou U13 se nacházejí dvě podzemní podlaží, která slouží jako garáže s kapacitou 90 parkovacích míst. Umístění dobíjecí stanice pro elektromobily není jako u předchozí budovy umístěna v těsné blízkosti výjezdu, ale je umístěna v zadní části garáží. Z hlediska požární bezpečnosti se jedná o komplikovanější situaci. Navíc se v garážích nacházejí protipožární rolety, které by v případě požáru elektromobilu bránily hasičskému záchrannému sboru v zásahu. Tyto rolety by hasiči museli překonat. Dále by se v případě požáru jednalo o zásah jako u předchozího objektu, tedy hasiči vozidlo umístí na speciální pojízdné vozíky a odvezou jej z prostor garáží, čímž se minimalizuje riziko šíření požáru v rámci objektu. Na Obrázku 17 je vizuálně zachyceno konkrétní místo, kde je implementace stanice plánována. Umístění dobíjecí stanice je také přehledně znázorněno v plánu budovy na Obrázku 18, přičemž tento plán vychází ze současného nákresu požární bezpečnostního řešení objektu. [63]



Obrázek 17 Vybrané místo pro dobíjecí stanice v objektu U13 [vlastní]



Obrázek 18 Schéma 1PP objektu U18 s vyznačeným místem pro elektromobily a dobíjecí stanici. Upraveno z [63]

6 NÁVHR IMPLEMENTACE DOBÍJECÍ STANICE

Tato kapitola popisuje teoretický návrh implementace dobíjecí stanice pro elektromobily do podzemních garáží objektu U18. Jedná se o požadující dokumentace, výběr konkrétní stanice, její zapojení a ekonomické aspekty v podobě čerpání možných dotací k realizaci projektu. Realizace stavby s sebou nese také řadu dokumentů, které je potřeba zpracovat. Jedná se o provozní dokumenty týkající se přípravy projektu a jeho skutečnou realizaci.

6.1 Studie proveditelnosti

První z dokumentů, které je v rámci projektu potřeba připravit, je studie proveditelnosti. Jedná se o úvodní dokument posuzující technickou a ekonomickou realizovatelnost projektu. Obsahuje analýzu současné kapacity elektrické přípojky, odhad nákladů, přínosy (např. snížení emisí CO₂) a rizika. Jedná se tedy o analytický podklad, který slouží k ověření, zda je plánovaný projekt technicky, ekonomicky a provozně realizovatelný v podmínkách konkrétního objektu. V rámci studie je klasicky uvedeno místo instalace, výkresy budovy a informace o zaujatých subjektech, například o investorovi. Studie proveditelnosti se v tomto případě zaměřuje na instalaci jednoho AC wallboxu se dvěma nabíjecími body určenými výhradně pro interní potřebu zaměstnanců. Plánované zařízení bude umístěno v rámci stávajících parkovacích prostor v podzemních garážích budovy.

6.2 Nutné změny v požárně bezpečnostním řešení

Požárně bezpečnostní řešení v závislosti na implementaci dobíjecí stanice musí projít značnými změnami z pohledu požární bezpečnosti. Zásadní změnou v PBŘ je změna stupně požární bezpečnosti, dále SPB. Ve stávajícím PBŘ objektu U18 jsou podzemní garáže zařazeny do stupně III. Pro případ implementace dobíjecí stanice je doporučeno tento stupeň zvýšit alespoň na stupeň IV: Se zvýšením stupně přichází vyšší nároky na požární odolnost konstrukce objektu. Z předchozí požární odolnosti konstrukcí, která byla požadována na 60 minut hoření, se nyní požaduje odolnost až na 90 minut hoření. Z dat vyplývajících ze současného PBŘ je tedy nutné provést stavební úpravy, které zvýší požární odolnost některých nevyhovujících konstrukcí. Požární uzávěry v podzemních prostorech mají již požární odolnost 60 minut. Uzávěry tedy není potřeba nijak upravovat, jelikož splňují limit minimálně 45 minut odolnosti. Bližší požadavky na požární odolnost konstrukce dle stupňů SPB v podzemních prostorech jsou popsány v Tabulce 3.

Tabulka 3 Požadavky na požární odolnost konstrukcí v podzemních prostorech. Vlastní zpracování z [62]

Konstrukce	Stupeň požární bezpečnosti					
	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Požárně dělící	45DP1	60DP1	90DP1	120DP1	180DP1	180DP1
Obvodové stěny	45DP1	60DP1	90DP1	120DP1	180DP1	180DP1
Nosné	45DP1	60DP1	90DP1	120DP1	180DP1	180DP1
Požární uzávěry	30DP1	30DP1	45DP1	60DP1	90DP1	90DP1

Zkratkou DP1 je označována konstrukce, která je tvořena nehořlavými materiály. Tyto konstrukce v případě požáru v požadované době nesmí zvyšovat jeho intenzitu.

Další důležitou změnou v PBR je doplnění kapitoly o zdolávání případného požáru. Jehož hlavní součástí je popsání taktický postup jednotek HZS při likvidaci mimořádné události spojené s požárem elektromobilu v garážích. Úprava PBR s popisem situace požáru elektromobilu je navržena takto:

Doplnění PBR

Pro mimořádné události spojené s požárem elektromobilu platí tento postup:

Vstup do podzemních garáží je zajištěn vjezdem z ulice Univerzitní. Vjezd je opatřen závorou a mříží, kterou je nutné otevřít strojně nebo mechanicky. Dobíjecí stanice spolu se dvěma stánkami pro elektromobily se nachází vpravo od vjezdu. Nejprve je nezbytné identifikovat konkrétní typ elektromobilu podle druhu jeho pohonu. Při vyhlášení poplachu požáru elektromobilu v podzemních prostorech se automaticky aktivuje sprinklerový systém namířený na vozidlo, který jej začne hasit ještě před příjezdem jednotek HZS. Je-li elektromobil připojen k dobíjecí stanici, je nutné dobíjecí stanici spolu s elektromobilem odpojit od zdroje elektrické energie. S tím souvisí i odpojení dalších vysokonapěťových částí (HV části) vozidla. Po celou dobu zásahu je nutné být obezřetný, protože může dojít k náhlému vznícení baterie.

Po odpojení HV části je elektromobil umístěn na evakuační podvozek. Postupně se zvedá po jednotlivých částech a pod každé kolo vozidla se umístí samostatný podvozek. Jakmile jsou všechna kola vozidla na podvozku, hasiči jej svépomocí nebo za pomoci techniky vyvezou z budovy ven na vyhrazený prostor na volném prostranství. Evakuační cesta vede vjezdem do garáží. Vyhrazený prostor na volném prostranství, určený pro hašení elektromobilu, se nachází vedle budovy v blízkosti vjezdu do garáží. Jakmile je vozidlo

vytaženo na volné prostranství, provádí se průzkum poškozených částí. Kontroluje se mechanické poškození baterie, slyšitelné syčení, praskání, případný výtok kapalin, zahřívání krytu baterie nebo vývin kouře. Následně probíhá hašení vozidla podle bojového řádu HZS. Po uhašení požáru je nutné trakční baterii elektromobilu neustále kontrolovat, případně ji chladit vodním proudem dle aktuální potřeby.

6.2.1 Evidence dobíjecí stanice

Dle zákona 311/2006 Sb. je nutné každou neveřejnou stanici, která je provozována právnickou osobou, evidovat dle tohoto zákona. Každý provozovatel má povinnost evidovat dobíjecí stanici a k ní uvést základní informace. Formulář pro evidenci dobíjecí stanice v objektu U18 je vyhotoven a uveden v Příloze 1 této diplomové práce. Ve formuláři jsou zakomponovány reálné informace z veřejného rejstříku, data vyplývající z projektu a se smyšlenou kontaktní osobou.

6.3 Výběr stanice

V rámci návrhu na implementaci dobíjecí stanice pro elektromobily do podzemních garáží, které se nacházejí v objektu U18 Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, je zvolena varianta stanice napájené střídavým proudem. Tato volba je učiněna s ohledem na předpokládaný způsob využívání dané dobíjecí infrastruktury a na specifické potřeby uživatelů v daném prostředí. Při analýze provozních podmínek a očekávaného chování uživatelů bylo zjištěno, že nejpravděpodobnějším scénářem využívání nabíjecí stanice bude dlouhodobé parkování zaměstnanců univerzity, kteří své elektromobily ponechají připojené k nabíjení po celou dobu své pracovní směny. Tento model využití logicky nevyžaduje rychlé nabíjení, které by umožňovaly stanice na stejnosměrný proud, jež jsou sice výkonnější, avšak rovněž podstatně dražší jak z hlediska pořizovacích nákladů, tak i z hlediska provozu a údržby. Z uvedených důvodů se tedy jako nejvhodnější řešení jeví instalace AC stanice, která zcela postačuje pro potřeby pozvolného dobíjení během několika hodin. Tato varianta je nejen ekonomicky výhodnější, ale také flexibilnější pro budoucí rozšiřování infrastruktury. Tento přístup tak představuje rozumný a udržitelný způsob, jak zahájit budování dobíjecí infrastruktury v prostředí univerzity. Dle doporučení hasičského záchranného sboru, je doporučeno implementovat dobíjecí stanici typu wallbox, díky tomuto typu se zvyšuje bezpečnost dobíjení.

Konkrétní stanice je vybrána typu wallbox se dvěma vývody. Konkrétně produkt „MyBox Profi“. Dobíjecí stanice MyBox Profi 2x22 kW představuje moderní a technologicky vyspělé řešení pro firemní nabíjení elektromobilů. Jedná se o nástěnnou dobíjecí stanici, která umožňuje připojení až dvou elektromobilů současně, a to díky dvěma výstupům o výkonu 22 kW každý. Jak už bylo naznačeno, stanice je napájena střídavým proudem, s napětím 400 V a maximálním vstupním proudem 3×64 A. Nabíjení probíhá pomocí dvou zásuvek typu 2, nebo volitelně přes integrované nabíjecí kabely. Výstupní proud může dosahovat až 32 A na každý konektor, což umožňuje nabíjení v běžném denním provozu. Jelikož je doba dobíjení dlouhá, je efektivní elektromobil dobít například během pracovní doby zaměstnanců. [39], [64]

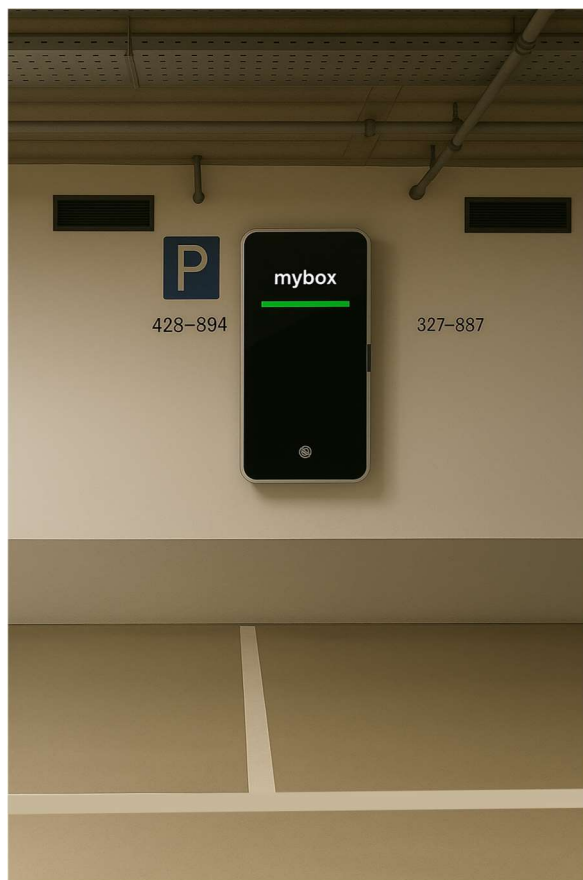
Jedním z výrazných přínosů této stanice je podpora dynamického řízení výkonu, která umožňuje optimalizaci nabíjecího výkonu v reálném čase, a to například podle vytížení elektrické sítě nebo jiných připojených zařízení. Pro potřeby implementace dobíjecí stanice do podzemních garáží je tato funkce z pohledu požární bezpečnosti specificky vyžadována. Stanice dále disponuje bezpečnostními prvky jako jsou jističe na 32 A, proudové chrániče typu A, senzorem pro detekci únikových proudů a také ochranou proti přepětí a mechanickému poškození. Krytí stanice odpovídá normám IP54/IK10, když je stanice nezapojena a IP44/IK10, když je stanice zapojena. Což zajišťuje odolnost vůči vlhkosti, která by se v podzemních garážích mohla objevit.[39], [64]

Stanice podporuje moderní komunikační protokoly jako OCPP 1.6J, Modbus/TCP nebo MQTT, připojení je možné přes ethernet, 4G/LTE, WiFi nebo USB-C. A je možné se připojit pomocí mobilní aplikace, a tak kontrolovat stav či bezpečnost dobíjení. Pro autorizaci uživatelů lze využít RFID čtečku, což by umožňovalo kompatibilitu s interními zaměstnaneckými kartami UTB. [39], [64]

Na Obrázku 19 níže je tato stanice znázorněna a na Obrázku 20 za pomoci umělé inteligence graficky vyobrazena na vybraném parkovacím místě.



Obrázek 19 Dobíjecí stanice MyBox Profi [64]

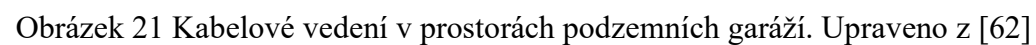


Obrázek 20 Grafické vyobrazení umístění stanice za pomoci umělé inteligence

6.4 Zapojení do distribuční sítě

Dobíjecí stanice bude připojena do distribuční elektrické sítě přímo v objektu. Připojení bude realizováno na elektrický rozvod typu TN-C-S. Pro zajištění napájení bude využit silový elektrický kabel typu CYKY-J 5×16 mm², který se vyznačuje vysokou proudovou zatížitelností, a je proto vhodný pro napájení zařízení s vyšším výkonovým odběrem, jako je právě dobíjecí stanice. Tyto kabely jsou navrženy tak, aby byly dimenzovány s ohledem na proudové zatížení, provozní napětí a způsob jejich uložení po celé své délce, která činí zhruba 50 metrů.

Návrh dobíjecí stanice zohledňuje využití stávajících kabelových tras v prostorách parkoviště. Kabeláž tedy bude vedena z rozvodné skříně v již existujícím kabelovém žlabu, jenž vede z rozvodny přes prostor parkoviště. Žlab prochází v těsné blízkosti místa plánované instalace dobíjecí stanice, kde dojde k odbočení kabelu. Od tohoto bodu bude kabel veden v ochranné plastové trubce až k vyústění nad samotnou dobíjecí stanicí. Z vyústění budou kabely přímo napojeny na vstupní svorky dobíjecí stanice. Trasa vedení kabelu je znázorněna na Obrázku 21.



6.5 Zakomponování dotačního fondu

Podpora elektromobility a budování související infrastruktury je v posledních letech intenzivně podporována prostřednictvím různých dotačních programů, což výrazně napomáhá jejímu dalšímu rozvoji. Díky tomu je projekt svým zaměřením a charakterem velmi vhodný k využití dostupných dotačních fondů, které mohou být použity k jeho financování. Přestože je pro rok 2025 vypsáno poměrně menší množství dotačních fondů než v předchozích letech, veřejná vysoká škola, konkrétně UTB, může i nadále využívat tyto alokované prostředky pro financování implementace dobíjecí stanice pro elektromobily v rámci svých budov a objektů.

Jako nejvhodnější dotační příležitost pro tento konkrétní projekt se pro rok 2025 jeví dotační fond Záruka Elektromobilita. Tento fond podporuje pořízení nových elektromobilů a příslušné infrastruktury k nim. Je vhodný pro veškeré ekonomické subjekty, které chtějí rozšířit udržitelnou infrastrukturu v rámci své činnosti. Příjem žádostí k této výzvě byl původně plánovaný do konce září roku 2025. Ovšem příjem těchto žádostí byl předčasně ukončen v roce 2024 z důvodu vyčerpání alokovaných prostředků. Proto již o tuto dotaci nelze žádat.

Druhou možnou dotační výzvou, která vyhovuje projektu je 77. výzva Operačního programu Životní prostředí. Tato výzva je specificky zaměřena na projekty vedoucí ke snížení energetické náročnosti veřejných budov. V rámci uvedené výzvy je možné žádat také o dotaci určenou k vybudování dobíjecí stanice pro elektromobily. Nutno však upozornit na skutečnost, že finanční prostředky nelze čerpat samostatně pouze na dobíjecí stanice jako takové. Instalace dobíjecích stanic musí být nedílnou součástí většího a komplexněji pojatého projektu, který celkově cílí na snížení energetické náročnosti budov. V praxi to znamená, že vhodné projekty mohou například zahrnovat instalaci solárních panelů, s nimiž je možné současně realizovat také záměr implementace dobíjecí stanice. Tato dotační výzva je primárně určena veřejným institucím, mezi něž patří i veřejné vysoké školy, a tedy i UTB. Výzva přijímá žádosti o finanční podporu do 30. června 2025. Projekty realizované v rámci této výzvy musí být poté dokončeny nejpozději do 31. prosince roku 2029. Finanční podpora je poskytována prostřednictvím Evropského fondu pro regionální rozvoj, přičemž přesná výše dotace se stanovuje vždy individuálně, a to na základě speciálního výpočtového nástroje.

Je však poměrně pravděpodobné, že v nadcházejících letech budou vyhlašovány další dotační výzvy a programy, které se zaměří na podporu rozvoje dobíjecí infrastruktury pro elektrická vozidla. S ohledem na rostoucí důraz na udržitelnost, snižování emisí a přechod k alternativním formám dopravy.

7 OVĚŘENÍ NÁVRHU IMPLEMENTACE DOBÍJECÍ STANICE Z POHLEDU POŽÁRNÍ OCHRANY

V této kapitole jsou popsány prvky požární ochrany, které jsou vyžadovány s přítomností dobíjecí stanice pro elektromobily v podzemních garážích objektu. Podle těchto opatření je zhodnoceno, zda je implementace z pohledu požární ochrany realizovatelná.

7.1 Stanovení stupně požární bezpečnosti

Stupeň požární bezpečnosti, značený SPB, vyjadřuje míru požárního rizika konkrétního objektu nebo jeho požárního úseku. V současnosti je pro objekt U18 v požárním úseku podzemních garáží stanoven SPB III. V souvislosti s plánovanou implementací dobíjecí stanice pro elektromobily je nutné zvýšit SPB na stupeň IV. Výsledný stupeň požární bezpečnosti se určuje na základě několika faktorů ovlivňujících celkové riziko požáru. Určení SPB provádí projektant, tedy osoba odborně způsobilá. Nicméně HZS doporučuje při instalaci dobíjecích stanic pro elektromobily zařadit příslušný požární úsek minimálně do čtvrtého stupně požární bezpečnosti, a to i v případě, že by výpočet původně ukazoval na stupeň III či nižší. SPB IV požaduje v podzemních garážích odolnost konstrukcí, která vydrží 90 minut hoření. Některé části nosných konstrukcí tuhle vlastnost nemají. Je proto potřeba udělat vhodné stavební úpravy pro zvýšení požární odolnosti vybraných nosných konstrukcí. Jedná se konkrétně o železobetonové sloupy. Jejich požární odolnost lze zvýšit například dodatečným obetonováním, vhodným protipožárním nátěrem či přidáním omítky s protipožárními vlastnostmi. Přehled nejdůležitějších rozdílů mezi požadavky dle SPB III a SPB IV v podzemních prostorech je popsán v Tabulce 4. [65]

Tabulka 4 Přehled požadavků dle SPB II a SPB IV. Vlastní zpracování z [66]

Požadavek	Stupeň požární bezpečnosti	
	III.	IV.
Konstrukční systém <i>Druh konstrukcí dle hořlavosti (DP)</i>	Lze i hořlavý konstrukční systém.	Nehořlavý (DP1) konstrukční systém nutný.
Požární odolnost nosných a dělících konstrukcí	60 minut	90 minut
Požární odolnost požárních uzávěrů	30 minut	45 minut
Únikové cesty	Minimálně dvě únikové cesty. Platí pro kapacity parkoviště nad 20 míst.	Minimálně dvě únikové cesty.
Samočinné stabilní hasicí zařízení	Nepožaduje se.	Nepožaduje se. Doporučuje se při zvlášť zvýšeném riziku (např. dobíjecí stanice pro elektromobily).
Elektrická požární signalizace (EPS)	Požadována. Pro parkoviště s kapacitou nad 20 stání.	Požadována. Pro parkoviště s kapacitou nad 20 stání.
Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOTK)	Doporučeno.	Požadováno.
Přenosné hasicí přístroje	Požadováno.	Požadováno.

7.2 Umístění dobíjecí stanice

Parkovací místa u dobíjecí stanice jsou zvolena tak, aby splňovaly všechna požárně bezpečnostní doporučení. Parkovací místa i stanice jsou umístěny na pevné zemi a v blízkosti vjezdu do garáží. V případě požáru jsou tedy v dostupnosti pro případný zásah hasičského záchranného sboru. Zasahující sbory postupují dle bojového řádu HZS, umístění dobíjecího místa do blízkosti vjezdu do parkoviště umožňuje snadnější průběh při likvidaci požáru dle tohoto řádu. Jak už bylo řečeno, dobíjecí místa jsou umístěna na pevné zemi, alternativou by byly mechanické zakladače či výtahové systémy. Ty se však ve zmíněných podzemních garážích nenacházejí, proto se tohle umístění nemusí zohledňovat. V případě, že by se zde zakladače nacházely, není vhodné do nich dobíjecí stanici implementovat. To opět z důvodu umožnění záchranných operací hasičskému záchrannému sboru.

Parkovací místa je doporučeno rozšířit na 3,5 metru. Tato šířka parkovacího místa je doporučena dle metodiky. A to hlavně z důvodu vytvoření dostatečného manipulačního

prostoru kolem vozidla, v případě vypuknutí požáru. Tento manipulační prostor využijí hasiči při likvidaci požáru. Parkovací místa pro elektromobil jsou typu podélného parkování a kolem míst vede průjezdová cesta do další části parkoviště. Rozšíření těchto míst bylo promyšleno i z důvodu, aby zde zůstal dostatečná šířka průjezdu. Celková průjezdná plocha v této části parkoviště je 7,8 metrů. Z toho parkovací místo pro elektromobil zabere 3,5 metru od stěny parkoviště. Pokud je k tomuto připočtena mezera mezi stěnou a začátkem místa, současně s tloušťkou značící čáry, celkový prostor parkovacího místa zabere 3,8 metru. Což znamená, že pro průjezd kolem dobíjecích míst zůstane šířka 4 metry. Jelikož se jedná o jednosměrný průjezd, je to z provozního hlediska parkoviště dostačující. Pro příklad dle legislativy je na jednosměrné silnici nutné zachovat průjezd alespoň 3 metry. [65]

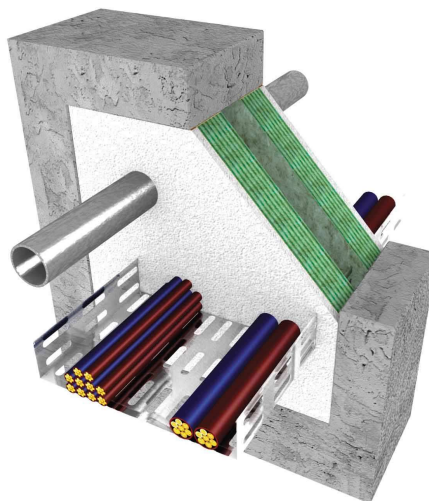
7.3 Kabeláž

Jak již bylo zmíněno výše, kabeláž potřebná pro implementaci dobíjecí stanice pro elektromobily v podzemní garáži bude vedena stávajícím kabelovým žlabem. Přitom je nezbytné důsledně dodržovat správné postupy vedení kabelů, především jejich uložení do chrániček a realizaci prostupů mezi jednotlivými požárními úseky. Kabely vedené z rozvodové místnosti k dobíjecí stanici musejí být správně umístěny v kabelových chráničkách. V prostředí podzemních garáží je třeba věnovat zvýšenou pozornost ochraně elektrických kabelů, zejména kvůli riziku vlhkosti a koroze, ale také kvůli možnosti mechanického poškození. Vhodným řešením pro implementaci dobíjecí stanice je použití kabelů, které již disponují izolací z polyvinylchloridu, zkratkou PVC. Tento typ izolace chrání kabeláž proti vlhkosti a korozi, což splňuje například vybraný kabel CYKY-J 5×16 mm².

Z pohledu protipožární bezpečnosti budou kabely dále opatřeny protipožárním nátěrem a kabelovou bandáží. Tato opatření zvyšují odolnost vůči požáru a současně poskytují další vrstvu ochrany proti vlhkosti. Vysoké proudové zatížení kabelů během dobíjení elektromobilů totiž představuje riziko vzniku zkratu a následného požáru. Uvedená protipožární ochrana významně zpomaluje šíření požáru, což umožňuje složkám HZS včasnou reakci.

Stávající kabelový žlab, který je znázorněn na Obrázku 21, vede z rozvodové místnosti NN, tedy z požárního úseku P1.12, přes úsek S-P1.20/N6 až do úseku P1.02. Při tažení nové kabeláže dojde ke zničení stávající protipožární ucpávky v prostupech mezi požárními úseky. Po dokončení instalace kabeláže je proto nutné tyto prostupy opět požárně utěsnit. K

tomuto účelu byla vybrána kombinovaná protipožární ucpávka Polylack K/F 60 od společnosti Dunamenti, která disponuje požární odolností 60 minut. Příklad této protipožární ucpávky je znázorněn na Obrázku 22. Jejím úkolem je zabránit šíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky. [67]



Obrázek 22 Kombinovaná protipožární ucpávka Polylack K/F 120 [67]

7.4 Prvek nouzového vypnutí

V souladu s platnými doporučeními je při instalaci dobíjecí stanice pro elektromobily doporučeno vybavit stanici prvkem nouzového vypnutí. Proto je v blízkosti stanice instalováno tlačítko nouzového vypnutí, které umožňuje přítomným osobám v případě požáru okamžitě odpojit přívod elektrické energie do dobíjecí stanice a zabránit tak šíření požáru. Příklad tlačítka pro nouzové vypnutí je znázorněn na Obrázku 23.



Obrázek 23 Prvek nouzového vypnutí A22E-M-02B [68]

7.5 Technická opatření požární ochrany

Technické prostředky požární ochrany jsou jedním z klíčových pilířů požární ochrany budov. Jejich hlavním úkolem je včasná detekce vzniku požáru, omezení jeho šíření a minimalizace škod na zdraví osob i majetku. Mezi tato opatření patří například požární hlásiče, sprinklerové systémy či požární uzávěry. Správná volba těchto technických zařízení významně přispívá ke zvýšení bezpečnosti objektů a k efektivní ochraně lidských životů. Níže jsou popsány jednotlivá technická opatření a jejich důležitosti z pohledu prevence a zvládání požárních událostí.

7.5.1 Elektrická požární signalizace

V hromadných garážích je vyžadována rychlá a účinná detekce požáru, a to zejména v případech, obzvláště když se v garážích nachází elektromobily společně s jejich dobíjecími stanicemi. Nejvhodnějším řešením pro včasnou detekci požáru v těchto prostorách je použití elektrické požární signalizace, označované zkratkou EPS. Proto je nezbytné při návrhu implementace dobíjecích stanic do objektu zohlednit právě požadavky na EPS.

Budova U18 v současné době již disponuje vhodnými a dostatečně účinnými systémy EPS, které jsou v objektu nainstalovány. Tyto systémy EPS se skládají z opticko-kouřových hlásičů a multifunkčních hlásičů. Uvedené prvky jsou rozmístěny ve všech prostorech, kde existuje zvýšené riziko vzniku požáru, což zahrnuje mimo jiné také prostory podzemních garáží. V prostorách, kde není předpokládáno zvýšené požární riziko, jako jsou například chodby či chráněné únikové cesty, jsou instalovány tlačítkové hlásiče EPS. Systém EPS je pro případ výpadku elektrické energie připojen na náhradní zdroj napětí. Tento sekundární zdroj je schopný EPS udržet v 24hodinové činnosti + 30 minut na poplachovou zátěž.

Všechny uvedené prvky elektrické požární signalizace jsou propojeny kabelovým vedením s ústřednou EPS. Ústředna je dále napojena na dohledové a poplachové přijímací centrum, značené DPPC, HZS Zlínského kraje. Samotná ústředna EPS je umístěna na recepci budovy, kde je zajištěna nepřetržitá, tedy 24hodinová služba. Pracovník na recepci plní funkci osoby odpovědné za koordinaci činností při vyhlášení požáru. Jakmile EPS zaznamená požár, obsluha recepcie musí v čase označeném jako t_1 (1 minuta), potvrdit přijetí této informace. Následně má pracovník recepcie v časovém limitu označeném jako t_2 (6 minut) povinnost vizuálně ověřit, zda se jedná o skutečný požár, nebo zda jde o planý poplach. Pokud obsluha nestihne provést vizuální ověření požáru v tomto určeném čase,

dojde automaticky k vyhlášení požárního poplachu a ke spuštění funkcí navazujících protipožárních zařízení.

Požární tlačítko

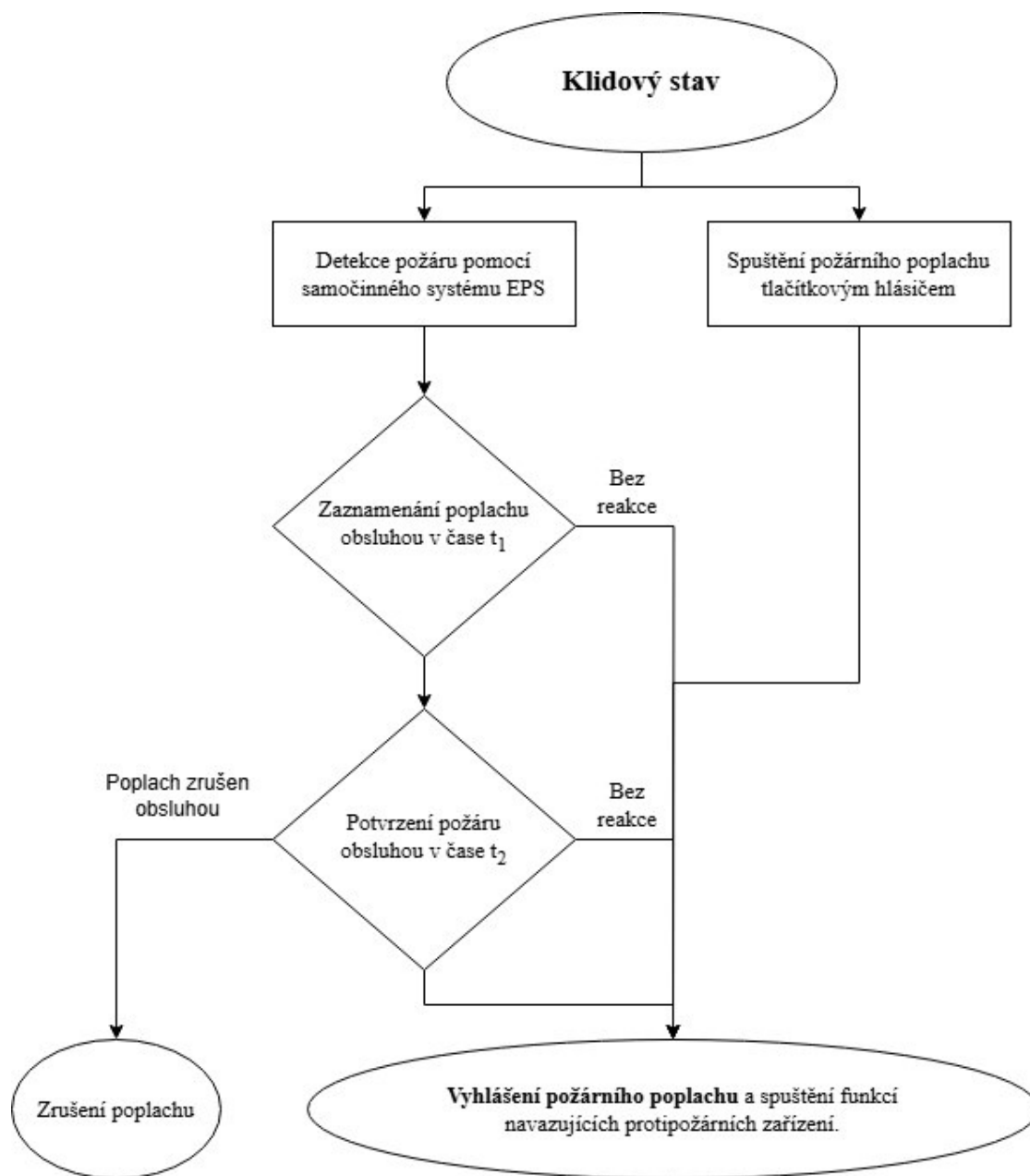
Požární tlačítko je prvek EPS, který umožňuje spuštění požárního poplachu člověkem. Tlačítko bývá z pravidla vybaveno krycím sklíčkem, které zabraňuje nechtěnému spuštění. Po stisknutí tlačítka je informace okamžitě odeslána na DPPC hasičského záchranného sboru, a to bez jakéhokoliv časového prodlení. Zpráva nebo výstraha je tak doručena ihned. Některé systémy umožňují zpoždění nastavit, avšak při aktivaci tohoto požárního tlačítka dochází k okamžitému přenosu. Oproti autonomním systémům EPS je tedy vyhlášení požárního poplachu daleko rychlejší.

Jako požární tlačítko je zvoleno zařízení od společnosti SCAME, konkrétně tlačítkový hlásič 676.35100. Tlačítko je vhodné pro použití v prostředí podzemních garáží, jelikož splňuje stupeň krytí IP55, který zajišťuje dostatečnou ochranu proti vlhkosti. Navíc je tlačítko vybaveno podsvícením pro snadnou lokalizaci v případě omezené viditelnosti. Pro prevenci neúmyslného aktivování je tlačítko opatřeno ochranným rozbitným sklíčkem. Současně s tlačítkem je proto umístěno kladívko určené k rozbití této ochranné bariéry. Konkrétní provedení tlačítka SCAME je znázorněno na Obrázku 24. [69]



Obrázek 24 Tlačítko nouzového vypnutí od firmy SCAME [69]

Postup při vyhlášení požárního poplachu prvky EPS je graficky znázorněn vývojovým diagramem na Obrázku 25.



Obrázek 25 Vývojový diagram spuštění požárního poplachu [vlastní]

7.5.2 Samočinné stabilní hasící zařízení

Podle chystaných předpisů musí větší garáže s elektromobily být vybaveny samočinným stabilním hasicím zařízením, dále SSHZ. Nařízení se týká hlavně garáží s parkovací kapacitou přes 200 míst. Garáže budovy U18 takové kapacity nedosahují. Ovšem i tak je doporučena instalace SSHZ. Dle chystaných předpisů, bude povinnost instalace minimálně doplňkových či polostabilních hasicích zařízeních, značené PSHZ. [24]

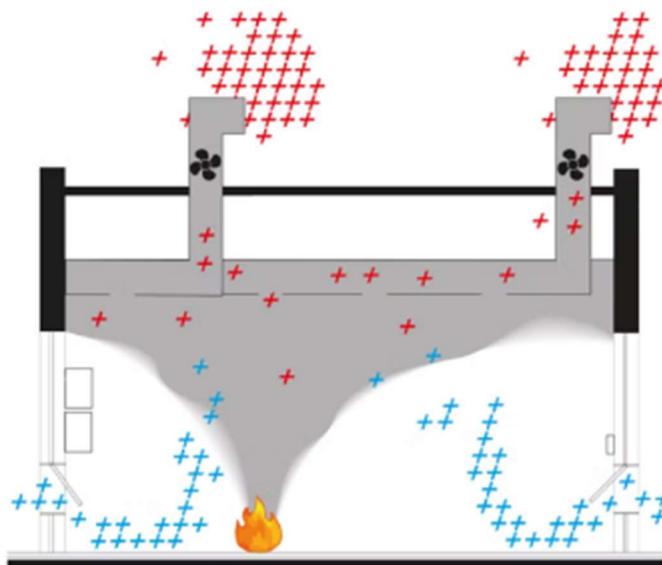
Samočinné stabilní hasící zařízení se v objektu U18 nenacházejí. V rámci implementace dobíjecí stanice do podzemních garáží není instalace SSHZ vyžadována. I přesto je doporučena z důvodu zvýšení požární bezpečnosti objektu. Jelikož díky charakteru objektu je v budově očekávána velká kumulace lidí. Návrh implementace tedy počítá s doplněním instalace SSHZ.

Doplněné samočinné stabilní hasící zařízení je sprinklerového typu. Jedná se lokální aerosolové stabilní hasiče namířeny přímo na dobíjecí místa pro elektromobily. Konkrétně je instalován i-Spink, který je schopný hasit konkrétní hořící elektromobil, a tak včasné zpomalit šíření požáru před příjezdem HZS. Systém je zcela autonomní a nevyžaduje obsluhu. [70]

7.5.3 Zařízení pro odvod kouře a tepla

Při požární ochraně v prostorách podzemní garáže je důležité myslet na zařízení pro odvod kouře a tepla, zkráceně ZOKT. Jejich primárním cílem je zajistit bezpečnou evakuaci osob, efektivní zásah hasičských jednotek a minimalizaci škod způsobených požárem a hromaděním toxických zplodin hoření. ZOKT v podzemních garážích zahrnuje systémy přirozeného a nuceného odvodu kouře, které jsou koncipovány jako mechanické ventilátory a potrubní rozvody pro řízené odsávání kouře a tepla z požárem zasažených prostor. Důležitými prvky těchto zařízení jsou detekční senzory kouře, klapky, ventilátory a řídicí jednotky. [71]

Pro návrh ZOKT v podzemní garáži s implementovanou dobíjecí stanicí pro elektromobily je nutné zohlednit specifická rizika spojená s potenciálním vznikem požáru elektromobilů. Doporučuje se využít systém nuceného odvodu kouře s axiálními a proudovými ventilátory. Tento systém umožní rychlé odvedení kouře mimo prostory garáže a současně zajistí lepší kontrolu směru proudění vzduchu. Prostory dobíjecích stanic elektromobilů by měly být vybaveny speciálními detektory kouře a teploty s vysokou citlivostí. V případě vzniku požáru elektromobilu je nutné, aby systém aktivoval zvláštní režim zvýšeného výkonu ventilace, umožňující rychlou eliminaci toxických plynů a snížení rizika sekundárních požárů dalších vozidel.



Obrázek 26 Schéma nuceného odvětrávání [71]

Dle připravované vyhlášky je povinnost instalace ZOKT do podzemních garáží s kapacitou nad 200 parkovacích míst. Pro menší garáže je instalace ZOKT doporučena, zejména pokud zde jsou parkovací místa a dobíjecí stanice pro elektromobily. Budova U18 již tímto typem ZOKT v prostorech 1PP, tedy podzemních garáží disponuje. Pro projekt implementace dobíjecí stanice tedy není potřeba provádět stavební úpravy tohoto typu. V prostorech prvního podzemního podlaží je zároveň s ZOKT instalováno havarijní větrání. Tohle větrání umožňuje šestinásobnou výměnu vzduchu za hodinu. Dále je u zařízení zajištěna nepřetržitá funkce alespoň 60 minut ze dvou nezávislých zdrojů. Tedy v případě výpadku elektrické energie zařízení zůstane dále funkční. Tímto je tedy instalované zařízení ZOKT akceptovatelnou protipožární ochranou připravenou na implementaci dobíjecí stanice do prostor podzemních garáží objektu U18. [62]

7.6 Hasící přístroj

V rámci prevence proti šíření případného eskalujícího požáru a minimalizace rizik je v bezprostřední blízkosti dobíjecí stanice umístěn ruční hasící přístroj. Vzhledem k tomu, že se jedná o zařízení využívající elektrickou energii a dobíjecí lithium-iontové baterie, je nezbytné zvolit hasící přístroj vhodný pro tento specifický typ požáru. Pro tyto účely byl vybrán ruční hasící přístroj typu F-500 Encapsulator Agent. Jedná se o pěnový hasící přístroj speciálně určený pro hašení požárů třídy A, který je vhodný mimo jiné i pro efektivní likvidaci požárů souvisejících s elektromobilitou, včetně hořících lithium-iontových baterií

a elektrických dobíjecích zařízení. Jeho použití je jednoduché a intuitivní, což umožňuje efektivní a rychlou reakci i osobám bez zvláštního výcviku. Přístroj umožňuje bezpečné hašení ze vzdálenosti až 6 metrů, čímž výrazně snižuje riziko ohrožení osoby, která požár hasí.

Hasicí přístroj je umístěn na dobře viditelném a snadno přístupném místě v bezprostřední blízkosti dobíjecí stanice. Součástí přístroje je viditelně umístěný štítek s rychlým a jasným návodem k použití, což umožňuje každé přítomné osobě okamžitou orientaci při případném vzniku požáru. Aby byla zaručena jeho spolehlivost a plná funkčnost v krizové situaci, je nutné provádět pravidelné revize a kontroly přístroje, a to minimálně jednou za tři roky. O těchto kontrolách a revizích musí být vedeny příslušné záznamy pro zajištění požadované bezpečnostní dokumentace objektu. Po každé kontrole je nutné opatřit přístroj specifickým štítkem s informacemi o kontrole.



Obrázek 27 Ruční hasicí přístroj F–500

7.7 Evakuační podvozek

Podzemní garáže, ve kterých je implementována dobíjecí stanice pro elektromobily, by měly disponovat evakuačním podvozkem pro elektromobily. Vychází tak z doporučení HZS. Tento evakuační podvozek je použit jednotkami požární ochrany při evakuaci hořícího elektromobilu z podzemních garáží. Evakuace hořícího elektromobilu je požadována pro snadnější likvidaci požáru v prostorách mimo podzemní garáže. Hašení mimo garáž je snazší a také se eliminuje riziko požáru budovy, který by mohl vzniknout v závislosti na požár

elektromobilu. Evakuační podvozek může být také využit v případě, kdy se podaří požár zlikvidovat již v podzemních garážích. V tomto případě je doporučeno elektromobil evakuovat pro případ opětovného vzplanutí.

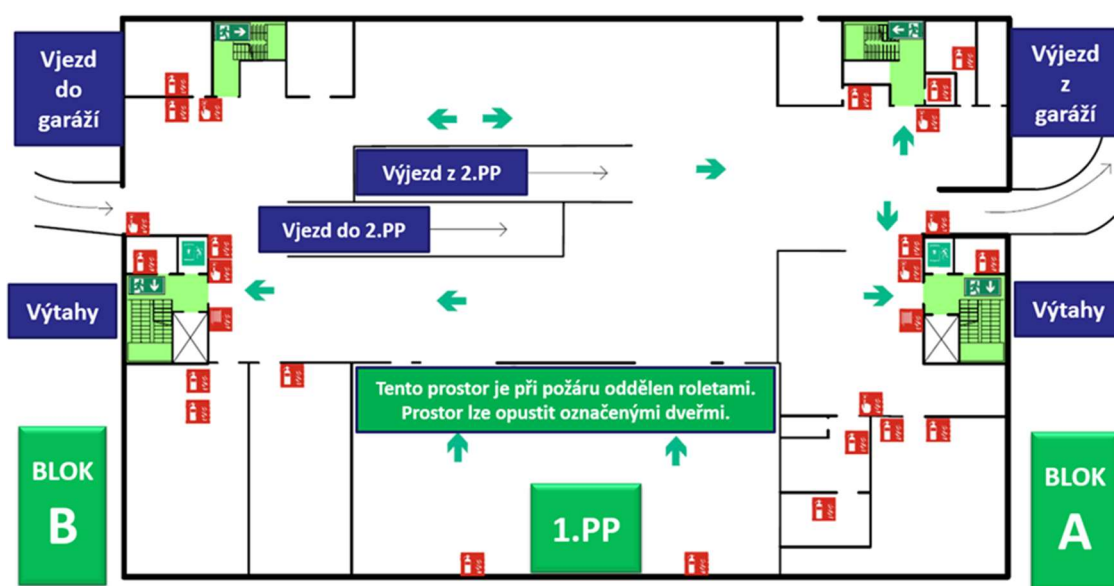


Obrázek 28 Speciální evakuační vozík pro elektromobily [72]

Hasičský záchranný sbor Zlínského kraje tuto techniku vlastní a standardně ji přiváží k zásahům. Proto není potřeba do garáží vlastní evakuační podvozky pořizovat.

7.8 Evakuační trasy z podzemních garáží

Podzemní garáže, které jsou zařazeny do SPB IV požadují minimálně dvě nezávislé evakuační trasy. Evakuační trasy slouží jako úniková cesta z budovy v případě mimořádné události, kterou je například požár. Evakuační trasy musí být osvětlené a řádně vyznačené. V současnosti se v podzemních prostorách objektu U18 nacházejí čtyři evakuační trasy, které na sobě nejsou závislé. Jedná se o čtyři centrální schodiště. Všechny trasy splňují podmínky řádného označení, a i v případě výpadku elektrického proudu zůstávají osvětleny. V jednom úseku garáží se nacházejí také protipožární rolety. V případě požáru se rolety stáhnou a zablokují východ. V tomto případě je třeba prostor opustit označenými dveřmi. Dveře jsou světelně označeny značením únikového východu. Evakuační trasy z 1PP jsou znázorněny zelenými šipkami na Obrázku 29.



Obrázek 29 Evakuační trasy z 1PP [Evakuační plán objektu U18]

7.9 Bojový řád jednotek požární ochrany

Hasičský záchranný sbor České republiky disponuje odborně schválenými metodickými postupy určenými k efektivní likvidaci různých typů mimořádných událostí. Tyto postupy jsou souhrnně označovány jako bojový řád jednotek požární ochrany a zahrnují přesně stanovené pokyny pro řešení konkrétních mimořádných událostí. Jednotky hasičského záchranného sboru jsou povinny tyto metodiky dodržovat, to zaručuje profesionální přístup při zásahu.

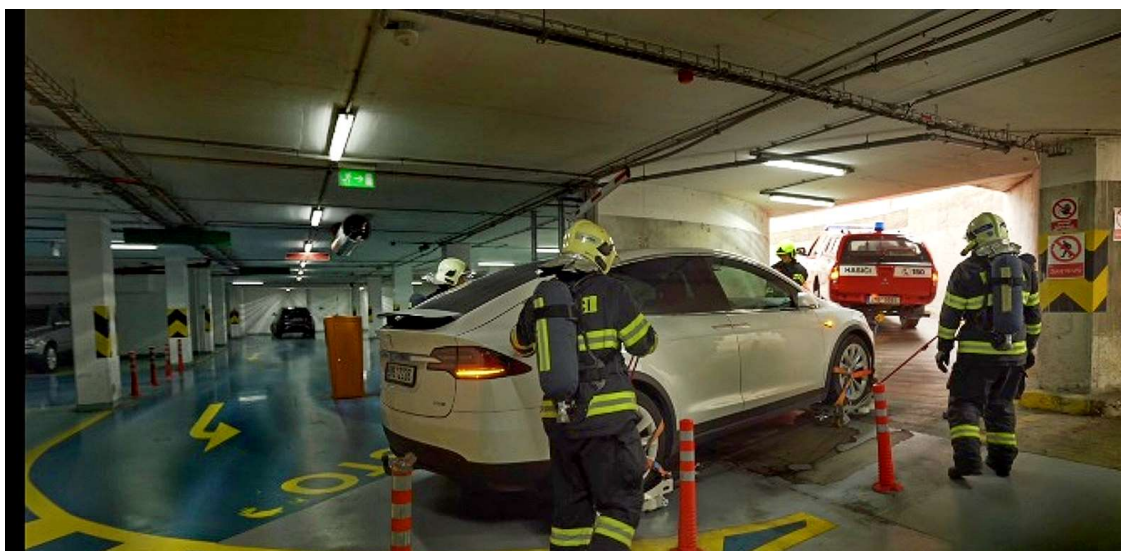
V souvislosti s implementací dobíjecí stanice pro elektromobily jsou relevantní dva specifické metodické postupy uvedené v bojovém řádu. Jedná se o postupy nazvané „*Silniční vozidla s elektrickým pohonem*“ a „*Nebezpečí úrazu elektrickým proudem*“. Tyto postupy popisují bezpečnostní opatření a konkrétní kroky, které musí být provedeny jednotkami hasičského záchranného sboru při řešení mimořádných událostí, souvisejících s elektromobily a rizikem elektrického proudu.

7.9.1 Silniční vozidla s elektrickým pohonem

Tento metodický postup bojového řádu jednotek požární ochrany upřesňuje, jak postupovat při likvidaci mimořádné události spojené s požárem elektromobilu. Důkladně popisuje situace, které mohou nastat a jak se s těmito situacemi vypořádat. Ačkoli to není primární cíl dokumentu, dokument také zohledňuje vznik požáru elektromobilu v podzemních garážích. Při zásahu u požáru elektromobilu v podzemní garáži je nutné postupovat

s ohledem na specifická rizika spojená s vysokonapětovými bateriovými systémy, omezeným pracovním prostorem a možností uvolnění toxických látek. Dokumentace požárně bezpečnostního řešení by měla obsahovat podrobný popis možného zásahu a způsobu transportu vozidla po požáru. Dle bojového řádu je vypracován postup při likvidaci požáru elektromobilu, který je zakomponován do úpravy požárně bezpečnostního řešení budovy U18. [73]

Postup zásahu jednotek požární ochrany je zakomponován v úpravách stávajícího PBR objektu. Návrh této úpravy je popsán v této práci výše, v kapitole 7.1.2 s názvem: Nutné změny v požárně bezpečnostním řešení.



Obrázek 30 Nouzový převoz elektromobilu z podzemních garáží [72]

Pro efektivnější zásah HSZ je vhodné dobíjecí místa označit piktogramy a nápisy odkazujících přítomnost elektromobilů a dobíjecí stanice.

7.9.2 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Metodický postup s názvem nebezpečí úrazu elektrickým proudem popisuje způsob zásahu pro jednotky požární ochrany. Jak vyplývá z názvu, metodika se věnuje ohrožení, které nastává při hašení požáru zařízení pod elektrickým proudem. [74]

Taktický postup hasičů, při požáru elektro dobíjecí stanice, spočívá v první řadě ve snaze vypnutí této stanice. Respektive její odpojení od distribuční soustavy. Z toho důvodu je u stanice umístěno tlačítko nouzového vypnutí popsané výše. Druhým způsobem odpojení od elektrické sítě je vypnutí přívodu vzdáleně v rozvodové skříni. Dobíjecí stanice spadá pod zařízení s nízkým napětím (400 V), odpojení stanice tedy může provést jakákoli osoba bez

odborné způsobilostí. Tato osoba musí být ovšem prokazatelně seznámena s riziky. Po odpojení stanice od elektrické energie je možné začít její hašení. Bojový řád dále uvádí, že hašení požáru musí probíhat z minimální vzdálenosti jednoho metru od elektrické stanice, jedná se o takzvané ochranné pásmo. [74]

8 NÁVHR ZABEZPEČENÍ VŮČI NEŽÁDOUCÍMU POUŽÍVÁNÍ

V rámci implementace dobíjecí stanice je zhodnoceno stávající zabezpečení, které lze využít proti nežádoucímu používání zařízení. Tohle stávající zabezpečení je doplněno specifickými prvky, které jsou určeny k ochraně dobíjecí stanice. Jedná se hlavně o prvky technického zabezpečení. To vše je více rozepsáno v této kapitole.

8.1 Systém kontroly vjezdu a výjezdu

Systém kontroly vjezdu a výjezdu z parkoviště zajišťuje, aby do podzemních garáží neměly přístup neoprávněné osoby. V objektu U18 funguje tento systém na principu identifikace osob pomocí čteček RFID, z anglického „*Radio Frequency Identification*“. Znamená to, že do podzemních garáží mohou vjet pouze osoby, které vlastní zaměstnaneckou kartu s uloženým příslušným povolením přístupu.

Jakmile vozidlo přijede k vjezdové závoři, řidič se musí prokázat zaměstnaneckou kartou. To provede tak, že kartu přiloží k RFID čtečce umístěné před závorou. Pokud systém rozpozná platné povolení k vjezdu, závoru otevře a současně dojde k otevření mříže u vjezdu do garáží. Vozidlo tak může pokračovat do podzemního prostoru. Pro výjezd z garáží platí obdobný postup. U výjezdu je rovněž umístěna RFID čtečka (viz Obrázek 31). Po přiložení zaměstnanecké karty s odpovídajícím oprávněním se otevře mříž a vozidlo může garáž opustit. V případě, že karta nemá příslušné povolení, systém vjezd ani výjezd neumožní. V tomto režimu probíhá vjezd a výjezd každý den od šesté hodiny ranní do desáté hodiny večerní. Mimo tuto dobu je pro umožnění vjezdu nebo výjezdu nutné kontaktovat recepci budovy, kde pracovník následně udělí povolení.



Obrázek 31 Výjezd z podzemních garáží objektu U18 [vlastní]

Do podzemních garáží je možné vstoupit také přes dvě přístupová schodiště. Vstup do garáží přes tato schodiště je volně přístupný a není potřeba se nijak prokazovat. Opačný směr, tedy průchod z podzemních garáží ke schodišti a dále do budovy, je však omezen. V tomto případě je nutné se prokázat zaměstnaneckou kartou prostřednictvím RFID čtečky umístěné vedle dveří. Alternativně je možné využít interkom, který je propojen s recepcí budovy.

Protože systém kontroly vstupu pomocí RFID karet je snadno napadnutelný, efektivnější alternativou, jak zabránit jeho prolomení, je instalace systému pro rozpoznávání registračních značek, dále RZ, vozidel. Tento systém spočívá v umístění kamery u vjezdu, která je schopná automaticky identifikovat RZ příjezdějících vozidel. Tyto značky jsou předem zaregistrovány v databázi systému s oprávněním ke vstupu. Po příjezdu vozidla kamera přečte jeho RZ a systém následně ověří, zda má vozidlo povolený přístup. Pokud je vozidlo autorizováno, závora a mříže garáže se automaticky otevrou. Uvedený systém je efektivnější než použití RFID karet, avšak jeho implementace představuje ekonomicky náročnější řešení. Další nevýhodou je komplikace při vjezdu návštěvníků, jejichž vozidla by musela být předem registrována v databázi, aby získali potřebný přístup.

8.2 Kamerový systém

V podzemních garážích objektu U18 je již instalován kamerový systém. Pro případ snahy o poškození stanice či jiném nežádoucím užívání je u stanice instalována nová kamera. Tato kamera monitoruje prostor v okolí stanice. Snímá tedy dobíjecí stanice i zaparkované elektromobily. Obraz z kamerového systému je živě přenášen na recepci budovy v prvním nadzemním podlaží, kde stálá recepční služba dohlíží na přenos obrazu nejdůležitějších kamer v budově v reálném čase a sleduje rizikové situace z pohledu bezpečnosti. Kamera snímající dobíjecí stanici je jednou z těchto kamer. A to jak z pohledu bezpečnosti skrze nežádoucí používání, možného poškození i případné vizuální požární ochrany.

Snímaný obraz kamery je archivován na 3 dny, poté se automaticky maže. Doba 3 dnů byla zhodnocena jako dostačující doba pro archivaci. A to z důvodu, že pokud by došlo k poškození stanice, pravděpodobná doba do zjištění této skutečnosti je do 3 dnů. Nejpravděpodobnější doba zjištění poškození je do druhého dne. Tedy pokud k poškození stanice dojde v odpoledních hodinách, následující den zaměstnanci univerzity tuto skutečnost zjistí. Rozšíření doby zálohy na 3 dny je z důvodu, protože je může stát, že budova ve víkendových dne nebude využita. Zde by nastala situace, kdy k poškození

stanice dojde v pátek odpoledne a zaměstnanci tuto skutečnost zjistí až v pondělí dopoledne. Proto se nedoporučuje zálohovací doba kratší než 3 dny. Opakem by mohla být delší doba zálohování, kterou je možné nastavit na prázdninový režim budovy. Kdy přes léto je budova školy méně využita a není zde tak velká koncentrace zaměstnanců.

Konkrétní kamera snímající dobíjecí stanici je navrhována ve dvou variantách v závislosti na různých aspektech. A to konkrétně z pohledu ekonomického, praktického a z pohledu vhodnosti instalace. Tyto návrhy jsou předloženy Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, která má rozhodující právo, kterou variantu vybrat.

Varianta A

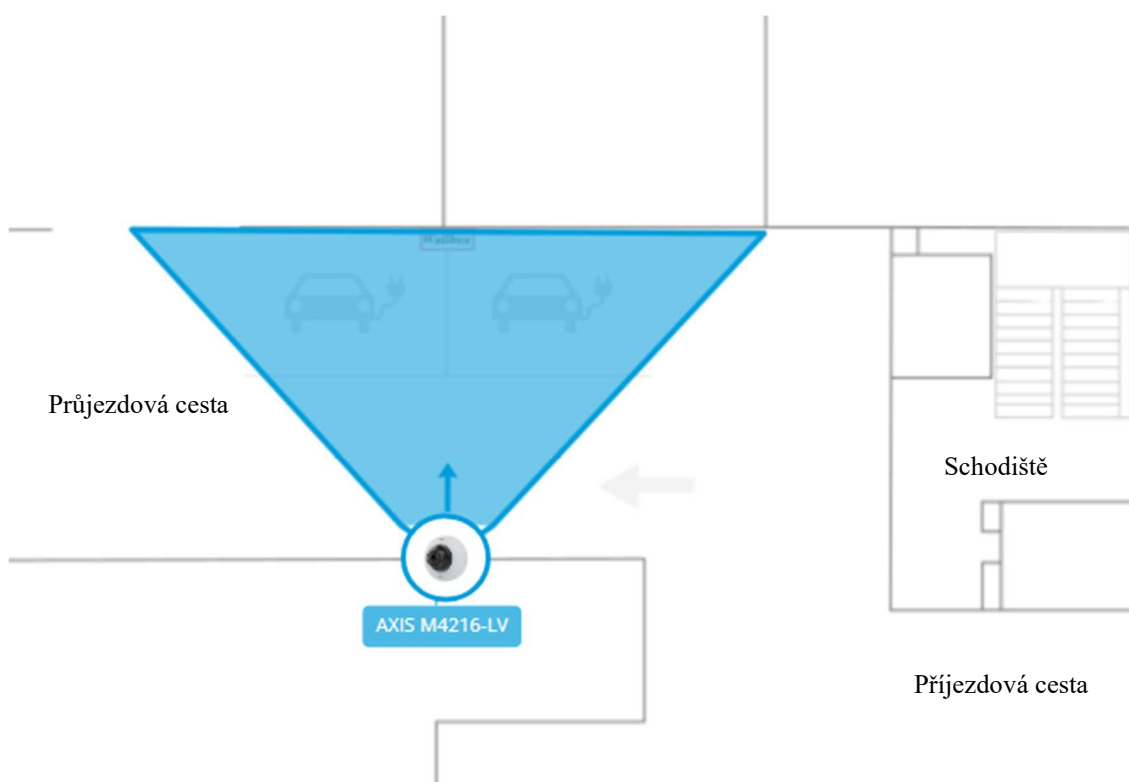
Varianta A obsahuje návrh kamery, která snímá dobíjecí stanici z protější stěny parkoviště. Odtud je kamera schopna snímat dobíjecí stanici, oba případně zaparkované elektromobily a přilehlou průjezdovou cestu okolo parkovacích stání pro elektromobily. Zvolená kamera pro variantu A je kupolovitého typu s označením M4216–LV. Jedná se o kameru od firmy AXIS. Kamera disponuje rozlišením až 4 MPx, varifokálním objektivem s automatickým ostřením, technologií WDR (Wide Dynamic Range) pro kvalitní obraz i za zhoršených světelných podmínek a infrapřisvícením pro noční vidění, které nalezne využití v podzemních garážích. Dále podporuje technologii Zipstream pro efektivní kompresi videa. Kamera je určena pro vnitřní použití s možností montáže na strop nebo stěnu. Kamera umožňuje napájení přes PoE (Power over Ethernet), což usnadňuje instalaci a snižuje náklady na kabeláž. [75]



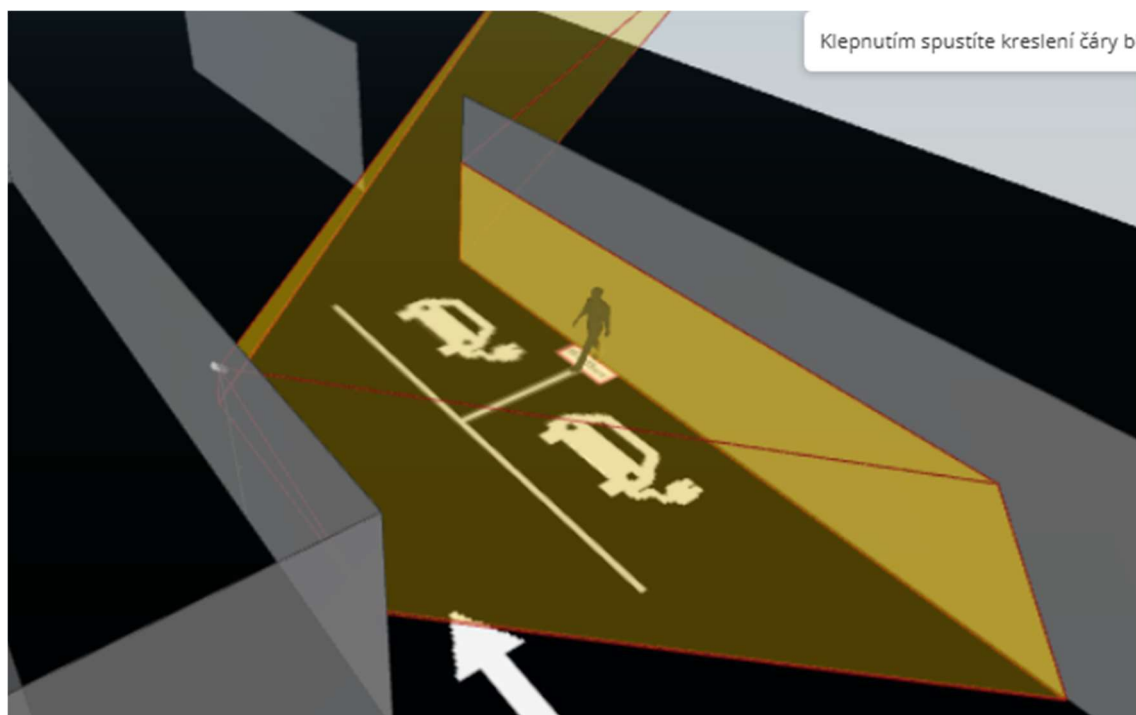
Obrázek 32 Kamera AXIS M4216–LV [75]

Kamera je schopna snímat úhel 100°, což znamená, že instalace na protější stěně v garáži bude schopna snímat dobíjecí stanici a současně oba elektromobily. Dohled kamery

nemusí být daleko, jelikož bude snímat v maximální vzdálenosti 10 metrů. Na tuto vzdálenost je kamera schopna rozpoznat osobu pohybující se v jejím úhlu záběru.



Obrázek 33 Umístění kamery na půdorysu 1PP dle varianty A – vlastní zpracování z [75]



Obrázek 34 Snímaná plocha podle varianty A – vlastní zpracování z [75]

Připojení kamery je realizováno kabelově, pomocí technologie PoE. Díky tomu je přenos signálu rychlý a s minimálními ztrátami. Záznam z kamery je ukládán na interní úložiště v budově. Zde je záznam ukládán po dobu 72 hodin a po tomto čase automaticky mazán. Zálohy využijí kapacitu 45,7 GB (gigabitů), se kterou je nutné počítat ve stávajícím úložišti.

Varianta B

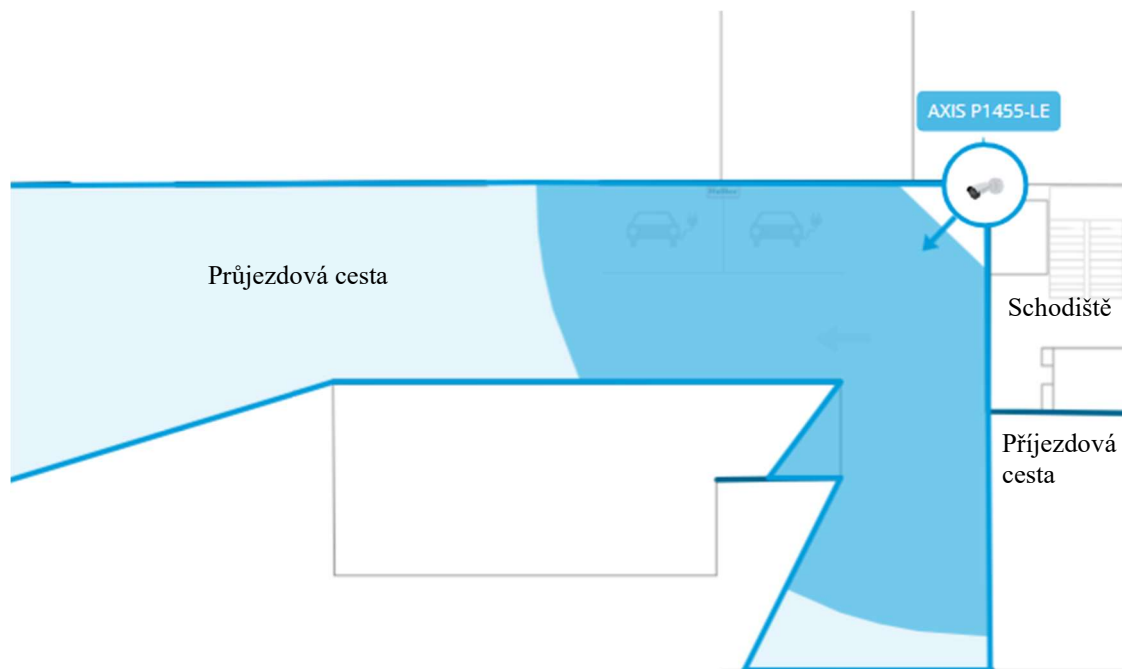
Varianta B je navržena tak, aby snímala prostor dobíjecí stanice z delší vzdálenosti. Umožňuje tak pokrytí širší oblasti. Kamera je, jako u varianty A, schopna pokrýt dobíjecí stanici, případné zaparkované elektromobily a také cestu procházející kolem nich. S rozdílem, že je oproti předchozí variantě, schopna pokrýt větší část průjezdové cesty. Zvolená kamera pro variantu B je fixní krabicová kamera s označením AXIS P1455-LE. Také se jedná o kameru od firmy AXIS. Kamera disponuje rozlišením 2 MPx, varifokálním objektivem s ohniskovou vzdáleností 3–10,5 mm a technologií WDR pro vysokou kvalitu obrazu při složitých světelných podmínkách. Kamera je vybavena IR přisvícením s dosahem až 40 metrů, díky čemuž je vhodná pro použití v podzemních garážích. Podporuje rovněž technologii Zipstream pro efektivní kompresi videa, čímž snižuje nároky na šířku pásma a úložiště. Taktéž nechybí podpora napájení přes PoE, což zjednodušuje instalaci a minimalizuje potřebu další kabeláže.



Obrázek 35 Kamera AXIS P1455-LE [75]

Kamera je nastavená tak, ať snímá úhel 90°. Z místa umístění jsou tedy pod dohledem kamery obě parkovací místa pro elektromobily včetně dobíjecí stanice. Kamera zvládne snímat celý prostor průjezdové cesty a část příjezdové. Nevýhodou postavení je,

že pokud bude na prvním místě zaparkován elektromobil, může krýt výhled kamery na pachatele. Kamera zvládne rozpoznat osobu na vzdálenost 15 metrů, tedy skrze celé prostory dobíjecí stanice i parkovacích míst. Tato vzdálenost je na Obrázku 37 vyznačena červeně.



Obrázek 36 Umístění kamery na půdorysu 1PP dle varianty B – vlastní zpracování z [75]



Obrázek 37 Snímaná plocha podle varianty B – vlastní zpracování z [75]

Připojení kamery je jako u varianty A realizováno kabelově, pomocí technologie PoE. Díky tomu je přenos signálu rychlý a s minimálními ztrátami. Oproti variantě A bude připojení kamery pomocí kabeláže jednodušší, jelikož je kamera umístěna na vhodnějším místě, odkud je možné vést kabeláž. Záznam z kamery je ukládán na interní úložiště v budově. Zde je záznam ukládán po dobu 72 hodin a po tomto čase automaticky mazán. Zálohy využijí kapacitu 23,7 GB (gigabitů), se kterou je nutné počítat ve stávajícím úložišti.

Zhodnocení variant

Tabulka 5 Přehled typů kamer z variant A a B. Vlastní zpracování z [75]

Parametr:	Varianta A – AXIS M4216-LV	Varianta B – AXIS P1455-LE
Typ kamery	Dome	Klasická
Rozlišení	4 MPx (2688 × 1512)	2 MPx (1920 × 1080)
Horizontální zorný úhel	93° – 49°	102° – 36°
WDR	Ano	Ano
IR přísvisvení	Ano, dosah až 15 m	Ano, dosah až 40 m
Zipstream	Ano	Ano
PoE	Ano	Ano
Vhodnost použití	Vnitřní	Vnitřní / Venkovní
Rozpoznání osoby stojící u dobíjecí stanice	Ano	Ano
Odolnost proti vandalismu	IK08	IK10
Cena kamery (bez DPH)	cca 11 500 Kč	cca 14 500 Kč
Náročnost instalace	Vyšší	Střední

V Tabulce 5 je detailněji popsán rozdíl mezi navrženými variantami. Ve výsledné fázi výběru byla zvolena instalace kamery dle varianty B. A to z důvodu širšího spektra pokrytí prostor. Varianta je taktéž vhodnější z hlediska náročnosti instalace a disponuje vyšší odolností vůči vandalismu. Varianta B se jeví jako dražší varianta, ovšem z pohledu na náročnost instalace by se tento cenový rozdíl dorovnal.

8.3 Ochrana proti nežádoucímu používání stanice

Primárním zabezpečením proti nežádoucímu používání stanice je instalace čtečky RFID. RFID čtečka umožňuje využití dobíjení pomocí stanice jen konkrétním uživatelům s přístupem. V rámci implementace dobíjecí stanice je požadována instalace RFID čtečky k dobíjecí stanici elektromobilů v podzemních garážích UTB. Výhodou je vybraná dobíjecí stanice, která již má zabudovanou RFID čtečku. Cílem tohoto řešení je umožnit přístup ke stanici pouze oprávněným uživatelům, tedy zaměstnancům univerzity. Zároveň využití čtečky poskytuje možnost sledování a podle potřeby provozovatele možnost případného účtování spotřebované elektrické energie. RFID čtečka, která je součástí dobíjecí stanice, je kompatibilní a umožňuje integraci do stávajícího univerzitního přístupového systému. V tomto systému každý zaměstnanec vlastní svou osobní kartu. Díky integraci do stávajícího systému je možné jednoznačně identifikovat každého uživatele, který stanicí využívá. Data z RFID čtečky jsou synchronizována s databází zaměstnanců, což umožňuje snadnou správu přístupových práv a sledování využití stanice.

9 OPTIMALIZACE NÁVRHU PRO PŘÍPAD ROZŠÍŘENÍ KAPACITY PARKOVIŠTĚ

Vzhledem k možné budoucí potřebě rozšíření kapacity parkovacích míst pro elektromobily a s tím související výstavbě dalších dobíjecích stanic byla plánována varianta implementace nové dobíjecí infrastruktury do prostor jiné univerzitní budovy. Jako potenciálně vhodný objekt byla vybrána budova U13, která se nachází v těsné blízkosti budovy U18. Tato blízkost by umožňovala efektivní správu a dohled nad oběma stanicemi a zároveň by přispěla ke koncentraci dobíjecí infrastruktury v jednom areálu.

Budova U13 disponuje podzemním parkovištěm, kde byla implementace dobíjecí stanice plánována. Nicméně při analýze se ukázalo, že implementace v tomto prostoru je komplikovaná z provozních důvodů. Podzemní parkoviště budovy U13 využíváno nejen univerzitou, ale jedná se o sdílený prostor s Kongresovým centrem města Zlína. Tento fakt zásadně ovlivňuje rozhodování o technických zásazích do prostor parkoviště. Město Zlín tento návrh na implementaci dobíjecí stanice do těchto prostor zamítlo. Tento zamítavý postoj tak vyloučil možnost optimalizace rozšíření dobíjecí infrastruktury tímto směrem.

Jednou z realistických možností, která z této situace vyplývá, je návrh na instalaci další dobíjecí stanice přímo do objektu U18, tedy do stejné budovy, kde je již jedna dobíjecí stanice navrhnutá. Tím by bylo možné částečně řešit případnou zvýšenou poptávku po nabíjení elektromobilů. Nicméně, takové rozšíření naráží na legislativní požadavky, především v oblasti požární ochrany. Instalace více dobíjecích bodů v uzavřených prostorách, jakými jsou podzemní garáže, vyžaduje zavedení dodatečných bezpečnostních opatření. Teoretické požadavky na rozšíření dobíjecí kapacity jsou přehledně popsány v Tabulce 6.

9.1 Implementace druhé dobíjecí stanice z pohledu požární ochrany

V případě potřeby rozšíření dobíjecí kapacity elektromobilů je navrhnutá implementace druhé dobíjecí stanice v podzemních garážích objektu U18. Tato stanice také funguje na principu AC dobíjení. Navrhnutá je implementace stejného typu wallboxu od firmy MyBox.

V případě doplnění druhé stanice s dvěma nabíjecími body se počet nabíjecích míst v prostorách podzemní garáže rozšíří na čtyři. Jedná se tedy o vyšší koncentraci elektromobilů v podzemních garážích objektu. A to s sebou nese nutné doplnění

protipožárních opatření dle legislativních požadavků a doporučujících dokumentů. Tyto dodatečné požadavky na požární ochranu jsou přehledně popsány níže.

Umístění dobíjecích stanic a parkovacích míst

Dle doporučení je vhodné oba dobíjecí wallboxy umístit v blízkosti sebe. To zároveň zjednodušuje nároky na ochranu dobíjecích stanic, ale také usnadňuje zásah HZS v případě mimořádné události. Tak ovšem vzniká riziko rozšíření požáru z jednoho na více elektromobilů. Z toho důvodu je doporučeno oddělit dobíjecí stání nehořlavou požární příčkou. Popřípadě takovou příčkou oddělit nabíjecí body i od zbytku podzemní garáže. [65]

Dokumentace požárně bezpečnostního řešení

V případě implementace jednoho dobíjecího wallboxu je úprava PBŘ jednoduchá. Jedná se pouze o připsání kapitoly o nabíjení elektromobilů. V rámci které je i postup likvidace případného požáru. V případě implementace druhého wallboxu a navýšení na čtyři nabíjecí body, je nutná podrobnější revize PBŘ. Je doporučeno zpracovat analýzu rizika požáru elektromobilů. Zde se posuzuje, zda konstrukce a odvětrávání v případě požáru až dvou aut vyhovuje. Pokud ne, jsou v PBŘ navržena další opatření požární ochrany. A to například instalace doplňujícího SSHZ. PBŘ by mělo obsahovat také plán evakuace a upravit dokumentaci o zdolávání požáru, která bude aktualizována na 4 nabíjecí body.

Elektronická požární signalizace a kamery

Při doplnění dalších dvou dobíjecích bodů pro elektromobily je doporučeno posílit požární detekční systém. Doporučuje se hlavně instalace tepelné detekce či termokamer namířených na dobíjecí místa, kde je největší riziko vzniku požáru. Termokamery lze integrovat do stávajícího systému EPS a nastavit alarm na zvýšení teploty na 120°, pro včasnou detekci vznikajícího požáru baterie.

V případě implementace druhé dobíjecí stanice pro elektromobil. Je vhodné umístit ke stanici také bezpečnostní kameru. Kamera slouží k ochraně stanice proti nežádoucímu použití, ale také k vizuální kontrole případného požáru.

Zařízení pro odvod kouře a tepla

Garáže objektu U18 již disponují plnohodnotným ZOKT, které je doporučeno pro implementovanou 4 dobíjecí místa. Není proto nutné řešit dodatečnou instalaci v případě rozšíření dobíjecí kapacity.

Hasící prostředky

Při implementaci více dobíjecích stanic je doporučeno instalovat více prostředků určených k hašení požáru. Například zvýšit počet přenosných hasících přístrojů v garážích. Dále navíc zvážit pořízení hasící deky pro elektromobily. Jedná se nehořlavou plachtu, kterou je možné přetáhnout přes hořící elektromobil a tím potlačit plameny a kouř.

Tabulka 6 Požadavky na požární bezpečnost při implementaci více dobíjecích bodů

Oblast	Varianta s 2× 22 kW (2 body)	Varianta se 4× 22 kW (4 body)
Detekce požáru (EPS)	Doporučena instalace EPS – min. kouřové hlásiče v celé garáži. Kamerový dohled spíše jen doplňkový, spoléhá se na EPS. Napojení EPS na PCO HZS.	Nutná kvalitní EPS – hustší pokrytí hlásiči u nabíječek. Zvážit doplnění speciálních detektorů (např. termokamery) pro rychlejší detekci hoření baterie. Napojení EPS na PCO HZS.
Odvod kouře a větrání	Instalovat alespoň základní nucené větrání. ZOKT zatím není vyžadováno legislativně pro takto malý počet EV.	Doporučeno instalovat plnohodnotné ZOKT.
Umístění stanic v požárním úseku	Nabíjecí místa nejsou nutně oddělena zvlášť.	Doporučeno umístit stanice v blízkosti sebe a vytvořit oddělenou nabíjecí zónu.
Samočinné stabilní hasící zařízení	Požadavky lze splnit i bez SHZ, pokud je EPS a hasící přístroje.	Doplňkové SHZ je doporučeno.
Hasící přístroje	Standardní výbava podle plochy. Umístit blízko výjezdů, u vstupů a u dobíjecí stanice.	Navýšit počet i typ, kromě práškových přidat CO ₂ nebo speciální na Li-ion. Doporučuje se dostupnost hasící deky na elektromobily).
Dokumentace PO	Aktualizovat PBŘ o rizika EV a popis opatření. Popsat způsob likvidace požáru.	PBŘ doplnit o podrobnou analýzu scénáře požáru EV. Zpracovat taktický plán pro HZS a zahrnout půdorys garáže s vyznačením 4 wallboxů.

ZÁVĚR

Elektromobilita je považována za zásadní inovaci, kterou je měněno současné paradigma dopravy. V kontextu stále rostoucího důrazu na ochranu životního prostředí a snižování emisí skleníkových plynů jsou elektromobily vnímány jako perspektivní cesta k dosažení udržitelné mobility. V diplomové práci byla řešena implementace infrastruktury, která je pro úspěšné rozšíření elektromobility zcela klíčová, tou jsou dobíjecí stanice v městském prostředí. Specificky byla řešena instalace dobíjecí stanice v podzemních garážích budov Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Elektromobilita dnes není vnímána pouze jako módní trend, ale jednoznačně jako dlouhodobá budoucnost dopravy. S tímto faktem je však spojována řada výzev, mezi něž je řazen především nedostatek kvalitní a dostupné dobíjecí infrastruktury. Úspěšná integrace elektromobilů do každodenního života je podmíněna především schopností uživatelů bez problémů dobíjet svá vozidla v běžných denních režimech. Proto je v práci nabídnut komplexní návrh, který je přizpůsoben aktuálním potřebám a zároveň je navržen dostatečně flexibilně pro budoucí rozvoj a expanzi elektromobility. Je nabízena možnost dobíjení elektromobilů pro zaměstnance univerzity během jejich pracovní doby.

V teoretické části práce byl důkladně shrnut současný stav a očekávaný vývoj v oblasti elektromobility. Zdůrazněna byla technologická vyspělost současných řešení, jakými jsou rychlé a ultrarychlé dobíjecí stanice, typy nabíjení umožňující efektivnější využití energie, či dynamické dobíjení elektromobilů během jízdy, jimiž může být v budoucnu zásadně změněn způsob využívání elektromobilů. Z hlediska legislativy a technických norem bylo prokázáno, že současný rámec je dostatečně podporován pro rozvoj elektromobility, avšak zůstává nezbytné důsledně aplikovat bezpečnostní a technická opatření, která dosud v současné legislativě nejsou obsažena.

Praktická část práce byla zaměřena na detailní analýzu konkrétních objektů univerzity. Navržené umístění dobíjecí stanice zde respektuje nejen technické požadavky, ale i uživatelskou přívětivost a snadnou dostupnost. Byl vybrán vhodný typ dobíjecí stanice, který splňuje kritéria rychlosti dobíjení a bezpečnosti systému. Jedním z hlavních přínosů práce bylo řešení požární bezpečnosti, při kterém byla zohledněna specifika elektromobilů v podzemních garážích. Implementace bezpečnostních opatření, jakými jsou elektrická požární signalizace, systémy pro odvod kouře a tepla či instalace samočinných stabilních hasicích zařízení, je vnímána jako klíčová součást, která umožňuje bezpečné rozšíření

elektromobility v městských aglomeracích. Součástí práce byla rovněž integrace bezpečnostních prvků, jimiž je zabráněno nežádoucímu používání dobíjecí stanice. Sem je zařazen kamerový systém, kontrola vjezdu a výjezdu a identifikace oprávněných uživatelů. V práci byla rovněž navržena optimalizace infrastruktury s cílem připravit řešení na očekávané zvýšení počtu elektromobilů. Elektromobily jsou totiž v příštích letech pravděpodobně vnímány jako běžná součást osobní i hromadné dopravy, čemuž musí být přizpůsobena odpovídající infrastruktura, aby nebyla jejich adaptace bržděna.

V diplomové práci bylo jasné ukázáno, že pro rozvoj elektromobility není klíčové jen zavádění nových technologií, ale také systematická příprava infrastruktury, která bude schopna reagovat na rostoucí poptávku a technologický pokrok. Elektromobilita je vnímána jako jedinečná příležitost k zásadnímu snížení ekologické zátěže a zlepšení kvality ovzduší ve městech. Přejít na elektrickou dopravu není chápán jako otázka volby, ale jako nutnost vycházející z klimatických cílů a celosvětového tlaku na snižování emisí.

V závěru lze konstatovat, že elektromobilita je vnímána jako pravděpodobná budoucnost dopravy, která se již dnes stává skutečností. Dobíjecí infrastruktura v podzemních garážích, jak je navržena v této diplomové práci, představuje důležitý krok k efektivní integraci elektromobilů do běžného života. Navržené řešení je považováno za bezpečné a šetrné k životnímu prostředí. Tato práce zároveň naznačuje řešení pro situaci, jakou by mohla být doprava směřována v příštích letech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BEHRISCH, Michael a WEBER, Melanie (ed.). *Simulating urban traffic scenarios: 3rd SUMO conference 2015 Berlin, Germany*. Lecture notes in mobility. Cham, Switzerland: Springer International, 2019. ISBN 978-3-319-33614-5.
- [2] POWER SONIC. *EV Charging Connector Types: A Complete Guide*. Online. POWER SONIC. EVESCO. 2025. Dostupné z: <https://www.power-sonic.com/blog/ev-charging-connector-types/>. [cit. 2025-04-20].
- [3] ČSN EN IEC 61851-1 ED.3, *Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 06/2020. Třídící znak: 341590.
- [4] RICHARDSON, David. Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. Online. 2013, vol. 2013. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112006557#s0025>. [cit. 2025-04-18].
- [5] STUDENÝ, Matěj. *A high-resolution photograph depicts a white electric vehicle (EV) charging at a green charging station surrounded by greenery*. Online. Dostupné také z: <https://chat.openai.com>.
- [6] EHSANI, Mehrdad; GAO, Yimin; LONGO, Stefano a EBRAHIMI, Kambiz M. *Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles*. Third edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, [2018]. ISBN 978-1-4987-6177-2.
- [7] ZÁVADA, Václav. *Kapacita baterie (kWh) elektromobilů*. Online. ALZA.CZ. 2023. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/slovník/kapacita-baterie-kwh>. [cit. 2025-04-20].
- [8] MYBOX.ECO. *Jaký byl pro elektromobilitu rok 2024?* Online. ELEXIM, A.S. Mybox.eco. 2025. Dostupné z: <https://mybox.eco/clanek/jaky-byl-pro-elektromobilitu-rok-2024/>. [cit. 2025-04-18].
- [9] KADULA, Lukáš Ing. *Stále více Čechů využívá rostoucí síť veřejných dobíječek, už je jich téměř 6 tisíc: Tisková zpráva*. Online. 2025.

- [10] UNIVERZITA KARLOVA. *Nabijto.cz*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.nabijto.cz/>. [cit. 2025-04-18].
- [11] 24NET S.R.O. *FDrive*. Online. 2025. Dostupné z: <https://fdrive.cz/mapa-nabijecich-stanic/>. [cit. 2025-04-18].
- [12] PANG, C.; DUTTA, P. a KEZUNOVIC, M. BEVs/PHEVs as Dispersed Energy Storage for V2B Uses in the Smart Grid. Online. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2012, roč. 3, č. 1, s. 473-482. ISSN 1949-3053. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TSG.2011.2172228>. [cit. 2025-04-20].
- [13] ELECTREON. *Electreon*. Online. 2025. Dostupné z: <https://electreon.com/>. [cit. 2025-04-18].
- [14] CENEX. *Cenex*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.cenex.co.uk/case-studies/dynamic-charging-of-vehicles-dynacov/>. [cit. 2025-04-18].
- [15] VIRTÀ GLOBAL. *SMART EV CHARGING: WHAT IS IT AND HOW DOES IT WORK?* Online. VIRTÀ. Virta.global. 2025. Dostupné z: <https://www.virta.global/smart-ev-charging>. [cit. 2025-04-18].
- [16] GRIDX. *Smart charging*. Online. Gridx. 2025. Dostupné z: <https://www.gridx.ai/knowledge/smart-charging>. [cit. 2025-04-18].
- [17] ČESKÁ REPUBLIKA, Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon. In: . 2021, 124/2021. ISSN 1211-1244.
- [18] EVROPSKÝ PARLAMENT a RADA EU: Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/844 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2018, s. 1–91. ISSN 1977-0677.
- [19] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR: Dobíjecí stanice pro elektrická vozidla: metodická pomůcka. In: . Účinné od 2021.
- [20] ČSN EN 61851-1, *Systém konduktivního nabíjení elektrických vozidel*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Praha, 2019.

- [21] ČSN EN 62196-1, *Zásuvky, vidlice, konektory vozidel a přívodky vozidel – Konduktivní nabíjení elektrických vozidel*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Praha, 2015.
- [22] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Garáže budou mít nové podmínky požární bezpečnosti, nejen pro vozidla s alternativními druhy pohonu*. Online. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. Hzscr.gov.cz. 2024. Dostupné z: <https://hzscr.gov.cz/clanek/garaze-budou-mit-nove-podminky-pozarni-bezpecnosti-nejen-pro-vozidla-s-alternativnimi-druhy-pohonu.aspx>. [cit. 2025-04-20].
- [23] Novinky v projektování a požární bezpečnosti dobíjecích stanic pro elektromobily. Online. *ElektroPrůmysl.cz*. Roč. 2022. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/novinky-v-projektovani-a-pozarni-bezpecnosti-dobijecich-stanic-pro-elektromobily>. [cit. 2025-04-20].
- [24] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. Připravovaná novela vyhlášky č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. *Časopis 112*. 2022, roč. XXI, č. 5.
- [25] ČSN 73 0838, *Požární bezpečnost staveb. Hromadné garáže*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). 1978-1995.
- [26] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Záruka Elektromobilita – I. výzva.: Podpora elektromobility včetně dobíjecí infrastruktury pro podnikatele. Národní plán obnovy, komponenta 2.4 – Rozvoj čisté mobility*. Online. 2024.
- [27] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Podpora elektromobility v číslech: O záruku k úvěru požádalo během 7 měsíců 5 907 podnikatelů*. Online. Mpo.gov.cz. 2024. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/podpora-elektromobility-v-cislech-o-zaruku-k-uveru-pozadalo-behem-7-mesicu-5-907-podnikatelu>. [cit. 2025-04-20].
- [28] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Program podpory energetických úspor NZÚ 2025+*. Online. Nová zelená úsporám. 2025.

- [29] MINISTERSTVO DOPRAVY. *Ministerstvo dopravy vyhlásilo dvě nové výzvy na podporu výstavby dobíjecích stanic*. Online. Operační program Doprava. 2025.
- [30] Obchodní řetězce přidávají autonabíječky. Na dotace se chystá 1,3 miliardy. Online. *IDNES.cz*. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/nabijacka-nabijeci-stanice-supermarket.A241227_082239_automoto_fdv. [cit. 2025-04-20].
- [31] CHARGEUP. *Jak na budování a řízení dobíjecí infrastruktury*. Online. Elektronický dokument (e-book). Dostupné také z: <https://chargeup.cz/cs/ebook-jak-na-budovani-a-rizeni-dobijeci-infrastruktury>.
- [32] EV EXPERT. *AC/DC nabíjení: znalostní centrum*. Online. EV EXPERT. 2025. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/ac-dc-nabijeni>. [cit. 2025-04-26].
- [33] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. *Dobíjecí stanice – metodické doporučení*. Online. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2024. Dostupné také z: <https://mmr.gov.cz/getattachment/9b086b12-129d-421d-ba4a-586bf0fdb309/Dobijeci-stanice->.
- [34] SÍTEK, Martin. *Cena nabíjení elektromobilu*. Online. *Ušetřeno.cz*. 2025. Dostupné z: <https://www.usetreno.cz/clanky/cena-nabijeni-elektromobil/>. [cit. 2025-04-20].
- [35] SCHNEIDER ELECTRIC. *EcoStruxure Microgrid pro elektromobily*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.se.com/cz/cs/work/campaign/case-study/local/microgrid-olomouc.jsp>. [cit. 2025-04-20].
- [36] ČSN 33 2000-7-722, *Elektrické instalace nízkého napětí*. Ed.3. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [37] SKUPINA ČEZ. *Skupina ČEZ*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.cez.cz>. [cit. 2025-04-20].
- [38] WALLBOX CHARGERS. *Wallbox – Inteligentní řešení pro nabíjení elektromobilů*. Online. WALLBOX CHARGERS. Wallbox. Dostupné z: https://wallbox.com/en_de/. [cit. 2025-04-20].
- [39] MYBOX.ECO. *MyBox Profi Wallbox*. Online. 2025.

- [40] MAHMUD, Ishtiaq; MEDHA, Mohtarima Begum a HASANUZZAMAN, M. Global challenges of electric vehicle charging systems and its future prospects: A review. Online. 2023, roč. 49. ISSN 22105395. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.101011>. [cit. 2025-04-20].
- [41] SCHMACHTL CZ. *DC nabíjecí stanice EKOenergetika v nabídce Schmachtl CZ*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.schmachtl.cz/blog/dc-nabijeci-stanice-ekoenergetika-v-nabidce-schmachtl-cz>. [cit. 2025-05-27].
- [42] OUPIC, Miroslav. Začal pilotní provoz nabíjení elektromobilů z chytrých lamp veřejného osvětlení. Online. *Naše Praha*. 2023. Dostupné z: <https://www.nasepraha.cz/zacal-pilotni-provoz-nabijeni-elektromobilu-z-chytrych-lamp-verejneho-osvetleni/>. [cit. 2025-04-20].
- [43] EV EXPERT. *Connector types for EV charging around the world*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/connector-types-for-ev-charging-around-the-world>. [cit. 2025-04-20].
- [44] HAQUE, Md. Enamul; ARIF, Mohammad Taufiqul; HOSSEINZADEH, Nasser; HASAN, Kazi N. a OO, Aman Maung Than. Review of Electric Vehicle Charging Technologies, Standards, Architectures, and Converter Configurations. Online. *IEEE Access*. 2023, roč. 11, s. 41218-41255. ISSN 2169-3536. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3267164>. [cit. 2025-04-20].
- [45] RAFF, Rebeka; GOLUB, Velimir; PELIN, Denis a TOPIC, Danijel. Overview of charging modes and connectors for the electric vehicles. Online. *2019 7th International Youth Conference on Energy (IYCE)*. 2019, s. 1-6. ISBN 978-1-7281-3923-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/IYCE45807.2019.8991586>. [cit. 2025-04-20].
- [46] DRIIVZ. *Combined Charging System (CCS)*. Online. Driivz. Dostupné z: <https://driivz.com/glossary/combined-charging-system-ccs/>. [cit. 2025-04-20].
- [47] CINCH. *A full guide to CCS electric vehicle charging*. Online. Cinch. Dostupné z: <https://www.cinch.co.uk/guides/electric-cars/a-full-guide-to-ccs-electric-vehicle-charging>. [cit. 2025-04-20].

- [48] CHADEMO ASSOCIATION. *CHAdemo*. Online. 2013-2025, 2025. Dostupné z: <https://www.chademo.com/>. [cit. 2025-04-20].
- [49] CHADEMO ASSOCIATION. *Mission Statement*. Online. CHAdemo Association.
- [50] GIREVE. *Beyond EV Charging #11 – CHAdemo in Europe*. Online. GIREVE. 2024. Dostupné z: <https://www.gireve.com/beyond-ev-charging-11/>. [cit. 2025-04-20].
- [51] CINCH. *What is CHAdemo EV charging?* Online. Cinch. Dostupné z: <https://www.cinch.co.uk/guides/electric-cars/what-is-chademo-ev-charging>. [cit. 2025-04-20].
- [52] NEŠTRÁK, Igor. Konektor Tesla Supercharger překvapuje extrémními výkonmi. Online. *TECHBOX s.r.o.* 2022. Dostupné z: <https://www.techbox.sk/konektor-tesla-supercharger-prekvapuje-extremnymi-vykonmi>. [cit. 2025-04-20].
- [53] DARBARI, Arpit. Innovation in electric vehicle charging: A case study of tesla's supercharging network. Online. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. 2024, roč. 12, č. 2, s. 270-278. ISSN 25828266. Dostupné z: <https://doi.org/10.30574/wjaets.2024.12.2.0295>. [cit. 2025-04-20].
- [54] BAKŠA, Juraj. *Oficiálne: Európska Tesla Model 3 bude vybavená nabíjacím konektorom CCS!*. Online. *TeslaMagazin.sk*. 2018. Dostupné z: <https://www.teslamagazin.sk/tesla-model-3-ccs-oficialne/>. [cit. 2025-04-20].
- [55] TESLA, INC. *Tesla Česká republika*. Online. 2025. Dostupné z: https://www.tesla.com/cs_cz. [cit. 2025-04-20].
- [56] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Elektromobilita – predikce a aktualizace*. Online. Praha: MPO, 2024. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2024/6/Elektromobilita-predikce-aktualizace.pdf>. [cit. 2025-04-25].
- [57] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Global EV Outlook 2024*. Online. 2024. Paříž: IEA, 2024. Dostupné z: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a9e3544b-0b12-4e15-b407-65f5c8ce1b5f/GlobalEVOutlook2024.pdf>. [cit. 2025-04-25].

- [58] SIERPIŃSKI, Grzegorz (ed.). *Intelligent Solutions for Cities and Mobility of the Future*. Springer, 2022. ISBN 978-3-030-91155-3.
- [59] STAŇEK, Jan. *Svět elektromobilů v roce 2025 – názor a predikce*. Online. ElectroDad.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.electrodad.cz/svet-elektromobilu-v-roce-2025-i-nazor-a-predikce-jan-stanek>. [cit. 2025-04-25].
- [60] BACINA.TV. *Predikce EV na rok 2025*. Online. Bacina.tv. 2024. Dostupné z: <https://www.bacina.tv/blog/predikce-ev-na-rok-2025>. [cit. 2025-04-25].
- [61] MICROSOFT BING MAPS. *Bing Maps*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.bing.com/maps>. [cit. 2025-05-27].
- [62] RÁB, Jan. *POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ: Vzdělávací komplex Univerzity Tomáše Bati - Zlín*. Elektronicky. 2013.
- [63] POSPÍŠIL, Zbyněk. *Požárně bezpečnostní řešení: Objekt U13*. Elektronicky. 2. 2023.
- [64] MYBOX.ECO. *MyBox Profi*. Online. MYBOX.ECO. 2025. Dostupné z: <https://mybox.eco/produkt/mybox-profi/>. [cit. 2025-04-28].
- [65] POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB – ELEKTROMOBILITA. Online. 2021, s. 4. Licence: 2019. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/metodicke-doporuceni-elektromobilita-a-pozarni-bezpecnost-staveb.aspx>. [cit. 2024-10-25].
- [66] ČESKÁ REPUBLIKA. ČSN 73 0802 ed. 2, *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. Ed. 2, včetně změn Z1 (2012), Z2 (2016), Z3 (2020). Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [67] DUNAMENTI CZ S.R.O. *Dunamenti*. Online. 2025. Dostupné z: <https://dunamenti.cz/>. [cit. 2025-04-28].
- [68] SONEPAR ČESKÁ REPUBLIKA. *A22E-M-02B*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.sonepar.cz/a22e-m-02b>. [cit. 2025-05-18].
- [69] SCAME. *Tlačítkový hlásič požáru - 676.35100*. Online. 2017, 2025. Dostupné z: <https://www.scame.cz/produkty/elektroinstalacni-material/pozarni-tlacitkove-hlasice/bezpecnostni-panel-676-35100.html>. [cit. 2025-05-04].

- [70] FK SERVIS S.R.O. *Co když v garážích nebo parkovacím domě vzplane elektromobil?* Online. 2025. Dostupné z: <https://fkservis.cz/i-sprink>. [cit. 2025-05-11].
- [71] FK SERVIS. *ZAJISTÍME POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB OD NÁVRHU PO REALIZACI*. Online. 2025. Dostupné z: <https://fkservis.cz/>. [cit. 2025-05-04].
- [72] Olomoučtí hasiči vyvinuli speciální vozíky. Usnadní zásah u hořícího elektromobilu. Online. *Hzscr.gov.cz*. Dostupné z: <https://hzscr.gov.cz/clanek/video-olomoucti-hasici-vyvinuli-specialni-voziky-usnadni-zasah-u-horiciho-elektromobilu.aspx>. [cit. 2025-05-10].
- [73] MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Silniční vozidla s elektrickým pohonem*. Online. 2024. Dostupné také z: <https://hzscr.gov.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-259351.aspx>.
- [74] MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Nebezpečí úrazu elektrickým proudem*. Online. 2017. Dostupné také z: <https://hzscr.gov.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-259351.aspx>.
- [75] AXIS. *Axis site designer*. Online. 2023. Dostupné z: <https://sitedesigner.axis.com/>. [cit. 2025-05-08].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Dobíjecí stanice pro elektromobil	15
Obrázek 2 Alokace veřejných dobíjecích stanic pro elektromobily v ČR k 13. 3. 2025.....	20
Obrázek 3 Alokace veřejné dobíjecí infrastruktury ve městě Zlín k 13. 3. 2025	21
Obrázek 4 Wallbox od firmy MyBox	36
Obrázek 5 Veřejná AC dobíjecí stanice firmy MyBox.....	38
Obrázek 6 DC rychlonabíjecí stanice Axon Easy 400.....	39
Obrázek 7 Dobíjení elektromobilu z lampového bodu	40
Obrázek 8 Elektromobil Tesla Model 3.....	44
Obrázek 9 Graf globálního podílu elektromobilu na prodeji nových automobilů v letech 2015–2035	48
Obrázek 10 Vyznačení objektů U13 a U18 na satelitní mapě	51
Obrázek 11 Budova U18, pohled zepředu.....	52
Obrázek 12 Budova U18 s pohledem na vjezd do podzemních garáží	53
Obrázek 13 Schéma 1PP objektu U18 s vyznačeným místem pro elektromobily a dobíjecí stanici	55
Obrázek 14 Vybrané místo pro dobíjecí stanice v objektu U13	56
Obrázek 15 Budova U13 – rektorát a knihovna UTB	57
Obrázek 16 Vjezd a výjezd z podzemních garáží objektu U13	57
Obrázek 17 Vybrané místo pro dobíjecí stanice v objektu U13	58
Obrázek 18 Schéma 1PP objektu U18 s vyznačeným místem pro elektromobily a dobíjecí stanici	59
Obrázek 19 Dobíjecí stanice MyBox Profi.....	64
Obrázek 20 Grafické vyobrazení umístění stanice za pomoci umělé inteligence	64
Obrázek 21 Kabelové vedení v prostorách podzemních garáží.....	67
Obrázek 22 Kombinovaná protipožární ucpávka Polylack K/F 120	73
Obrázek 23 Prvek nouzového vypnutí A22E-M-02B.....	73
Obrázek 24 Tlačítko nouzového vypnutí od firmy SCAME	75
Obrázek 25 Vývojový diagram spuštění požárního poplachu	76
Obrázek 26 Schéma nuceného odvětrávání	78
Obrázek 27 Ruční hasicí přístroj F–500	79
Obrázek 28 Speciální evakuační vozík pro elektromobily	80
Obrázek 29 Evakuační trasy z 1PP	81
Obrázek 30 Nouzový převoz elektromobilu z podzemních garáží.....	82
Obrázek 31 Výjezd z podzemních garáží objektu U18	84
Obrázek 32 Kamera AXIS M4216–LV	86

Obrázek 33 Umístění kamery na půdorysu 1PP dle varianty A	87
Obrázek 34 Snímaná plocha podle varianty A.....	87
Obrázek 35 Kamera AXIS P1455-LE.....	88
Obrázek 36 Umístění kamery na půdorysu 1PP dle varianty B.....	89
Obrázek 37 Snímaná plocha podle varianty B.....	89

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled dobíjecích konektorů	44
Tabulka 2 Přehled typů dobíjecích stanic v závislosti na době nabíjení	46
Tabulka 3 Požadavky na požární odolnost konstrukcí v podzemních prostorech	61
Tabulka 4 Přehled požadavků dle SPB II a SPB IV	71
Tabulka 5 Přehled typů kamer z variant A a B	90
Tabulka 6 Požadavky na požární bezpečnost při implementaci více dobíjecích bodů	94

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Li-ion Lithium-iontové baterie

BEV Battery Electric Vehicles

HEV Hybrid Electric Vehicles

PHEV Plug-in Hybrid Electric Vehicles

EREV Extended Range Electric Vehicles

FCEV Fuel Cell Electric Vehicles

ČR Česká republika

EU Evropská unie

Kč Koruna česká

OPD3 Operační program Doprava 2021 až 2027

km Kilometr

t tuna

ČSN Česká technická norma

AC Alternating Current – střídavý proud

DC Direct Current – stejnosměrný proud

kW Kilowatt (fyzikální jednotka výkonu)

V Volt (fyzikální jednotka napětí)

A Ampér (fyzikální jednotka proudu)

HPC High-Power Charging

CCS Combined Charging System

N/A Not applicable (nedostupné)

PVC Polyvinylchlorid

1PP První podzemní podlaží

EPS Elektrická požární signalizace

PCO Pult centralizované ochrany

SSHZ Samočinné stabilní hasící zařízení

PSHZ Polostabilní hasící zařízení

ZOKT Zařízení pro odvod kouře a tepla

RFID Radio Frequency Identification

RZ Registrační značka (vozidla)

WDR Wide Dynamic Range

PoE Power over Ethernet

GB gigabyte (jednotka množství binárních dat)

MPx Megapixel (jednotka rozlišení obrazu)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Formulář pro evidenci dobíjecí stanice

PŘÍLOHA P I: FORMULÁŘ PRO EVIDENCI DOBÍJECÍ STANICE

Formulář pro přihlášení neveřejných dobíjecích stanic k evidenci dle zákona č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách

Metodické vysvětlivky k vyplnění formuláře: vyplňujte pouze pro Vás relevantní pole!

Pokud je provozovatel dobíjecí stanice (DS) shodný s vlastníkem DS, vyplňte pouze údaje o vlastníkově.

Pokud je DS v sídle firmy, buňky s adresou umístění DS zkopírujte.

Pokud jsou parametry DS 1 shodné s DS 2, buňky zkopírujte.

Pokud máte více jak 2 DS, buňky přidejte.

A) Údaje o vlastnictví DS		vlastník	provozovatel
IČO		70883521	
Název obchodní firmy		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
Sídlo právnické osoby nebo trvalé bydliště fyzické osoby			
Ulice		nám. T. G. Masaryka 5555	
PSČ		76001	
Obec		Zlín	

B) Adresa umístění DS:		DS 2
Ulice	Štefánikova 5670	
PSČ	76001	
Obec	Zlín	

C) technické údaje DS:		DS 2
celkový nominální max. výkon (kW)	2x22 kW	
počet dobíjecích bodů (= počtu souběžně dobíjených aut)	2	
typ dobíjení (AC, DC)	AC	
standard konektoru (např. Typ 2, CCS 2)	Typ 2	
způsob připojení (zásuvka, kabel)	Kabeláž	

D) Datum uvedení DS do provozu		
		15.06.2025

E) Kontaktní osoba:		
jméno:		Ing. Karel Novák
telefon:		+420 775 328 995
email:		novak@utb.cz

Poznámka: