



Bakalářská práce

## **Dobíjecí stanice elektrokol**

E-bike charging station

Autor: Jiří Dufek

Studijní program: B212 Design

Studijní obor: 15150 Design

Vedoucí: MgA. Martin Tvarůžek

Praha, Červen 2024

© Jiří Dufek

České vysoké učení technické v Praze, 2024

Klíčová slova: Dobíjecí stanice, elektrokolo, stejnosměrný proud, rychlodobíjení, konektor XLR, Energybus, Powerbox, Bike-energy, IEC, LEV, ISO421010, BMS, Komunikace, HMI, CAN-open, Napětí, proud, Watthodina

Key words: Charging station, e-bike, DC, fast charging, XLR connector, Energybus, Powerbox, Bike-energy, IEC, LEV, ISO421010, BMS, Communication, HMI, CAN-open, Voltage, Amperage, Watt-hour

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Autor: Jiří Dufek

Akademický rok / semestr: LS 2023 / 2024

Ústav číslo / název: 15150 / Design

Téma bakalářské práce - český název:

DOBÍJECÍ STANICE ELEKTROKOL

Téma bakalářské práce - anglický název:

E-BIKE CHARGING STATION

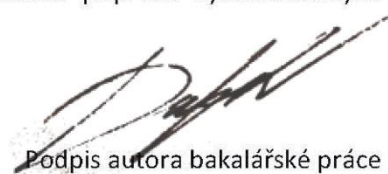
Jazyk práce: Čeština

Vedoucí práce:	MgA. Martin Tvarůžek
Oponent práce:	doc. Ing. Arch. Patrik Kotas
Klíčová slova (česká):	
Anotace (česká):	Tato bakalářská práce se zabývá návrhem dobíjecí stanice elektrokol. Cílem je najít vhodný poměr ergonomie, estetiky, cenové dostupnosti a konfigurovatelnosti pro specifická prostředí. Práce zohledňuje nové technologické možnosti a zabývá se současnou problematikou oboru dobíjecích stanic elektrokol.
Anotace (anglická):	This bachelor thesis deals with the design of an electric bike charging station. The aim is to find a suitable balance of ergonomics, aesthetics, affordability and configurability for specific environments. The thesis takes into account new technological possibilities and addresses current issues in the field of e-bike charging stations.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 23.5.2024



Podpis autora bakalářské práce

*Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)*



FAKULTA  
ARCHITEKTURY  
ČVUT V PRAZE

## 2/ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Jiří Dufek

datum narození: 1. 10. 1997

akademický rok / semestr: 2023/2024 LS

studijní program: Design

ústav: Design

vedoucí bakalářské práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma bakalářské práce: Dobíjecí stanice elektrokol  
viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Analyza zadání  
Seřazení podkladů  
Rešerše odborných řešení  
Vlastní návrh řešení  
Prototyp

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Výkresová dokumentace  
Port folio (formát A3 na výšku)  
Plakát (formát B1)  
Model

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Průběh realizace

Datum a podpis studenta

19. 2. 2024

podpis studenta

19. 2. 2024

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce doc. MgA. Martinu Tvarůžkovi a asistentovi MgA. Tomáši Blahovi za konzultace a rady, oponentovi práce doc. Ing. arch. Patriku Kotasovi za oponenturu, Mgr. Jakobovi Dittrichovi, řediteli společnosti E-kolo a Powerbox za vhléd do problematiky oboru elektrocyklistiky a nabíjecích stanic. Také Kryštofovi Jelínkovi děkuji za pomoc při sestavení elektrotechnické části dobíjecí stanice. Dále děkuji mé přítelkyni Zuzaně za kritické vhlédy k mé práci a vytrvalou podporu během studia.

# Obsah

1	Úvod.....	9
1.1	Historie cyklistiky.....	9
1.2	Jak se k lidem dostala elektrokola.....	10
1.3	Hlavní přínos elektrokol.....	10
1.4	Proč řešit dobíjecí stanici.....	10
2	Analytická část.....	11
2.1	Dobíjecí infrastruktura.....	11
2.2	Uživatelé elektrokol.....	11
2.3	Vhodná místa dobíjecích stanic.....	12
2.3.1	Interiér domu.....	12
2.3.2	Hotely a jiná ubytovací zařízení.....	12
2.3.3	Stravovací zařízení.....	13
2.3.4	Práce.....	13
2.3.5	Konečná stanice MHD, nebo vlaková stanice.....	13
2.3.6	V dopravním prostředku.....	13
2.3.7	Obchodní centrum.....	15
2.3.8	U dobíjecí stanice elektromobilů.....	15
2.3.9	U výrazného bodu v přírodě.....	15
2.3.10	Power-box.....	15
2.3.11	Ostatní řešení.....	15
2.4	Základní terminologie dobíjecích stanic elektrokol.....	16
2.4.1	Dobíjecí stanice.....	16
2.4.2	Konektory.....	17
2.4.3	Typy komunikace dobíjecí stanice.....	18
2.4.4	IEC, LEV, UNMZ, ISO 421010.....	19
2.4.5	Elektrické napětí v souvislosti s LEV.....	20
2.4.6	Elektrický proud v souvislosti s dobíjením elektrokol.....	20
2.5	Příklad výrobců elektrokol v České republice.....	20
2.5.1	LeaderFox.....	20
2.5.2	Apache.....	20
2.5.3	Levit.....	21
2.6	Příklady zahraničních výrobců elektrokol.....	21
2.6.1	Giant.....	21
2.6.2	Specialized.....	21
2.7	Příklady výrobců dobíjecích stanic.....	21
2.7.1	Bike-energy.....	21

2.7.2	Powerbox.....	22
2.7.3	Mybox .....	23
2.7.4	Ejoin .....	24
2.8	Další možnosti dobíjení.....	25
2.8.1	Tiler.....	25
2.8.2	Bosch Power-more.....	26
2.8.3	Závod Sun Trip.....	26
2.9	Výrobci akumulátorů a motorů elektrokol.....	27
2.9.1	Bosch .....	27
2.9.2	Bafang .....	28
2.9.3	Shimano.....	28
2.9.4	Yamaha .....	28
2.10	Typy dobíjecích stanic dle umístění.....	29
2.10.1	Wallbox.....	29
2.10.2	Dobíjecí sloup .....	30
2.11	Typy dobíjecích stanic dle univerzality použití .....	32
2.11.1	S nástrčnými konektory .....	32
2.11.2	S pevnými konektory.....	32
2.12	Příslušenství dobíjecích stanic .....	33
2.12.1	Elektrické kabely s konektory.....	33
2.12.2	Box na nástrčné kabely.....	34
2.12.3	Servisní sada.....	34
2.12.4	Uzamykatelný box na úschovu akumulátoru.....	34
2.12.5	Cyklo stojan .....	35
2.12.6	Přístřešek.....	35
2.12.7	Klec/kolárna.....	36
2.12.8	Solární (ostrovní) systém napájení.....	36
2.13	Ergonomie dobíjecích stanic.....	37
2.13.1	Uložení elektrokola.....	37
2.13.2	Přístup k napájecím konektorům.....	37
3	Výstup analýzy .....	38
3.1	Vize dalšího rozvoje z pohledu dobíjecích stanic .....	38
3.2	Rozpoznatelnost komunikační části dobíjecí stanice .....	39
4	Proces navrhování.....	40
4.1	Řešení A — „Orámování“ .....	40
4.2	Řešení B — „Kruh“ .....	40
4.3	Řešení C — „Ala infopanel“ .....	42
4.4	Řešení D — „Hexagony“.....	43
4.5	Řešení E — „Lišta“ .....	44

4.6	Řešení F — „Jäckelový tubus“ .....	46
4.7	Řešení G — „Naklápění nabíječky“ .....	48
4.8	Řešení H — „Osekaný šestiúhelník“ .....	49
4.9	Syntéza — finální řešení stanice .....	55
5	Prototypování a testování .....	60
5.1	Prototypování stanice .....	60
6	Výsledný návrh .....	65
6.1	Konektory .....	68
6.2	Světelná signalizace .....	69
6.3	Grafické řešení .....	70
6.4	Barevné řešení .....	71
6.5	Technologie .....	72
6.6	Detaily uvnitř stanice .....	75
6.7	Stupeň ochrany .....	75
6.8	Materiály .....	76
6.9	Technické detaily .....	76
6.10	Ekologický přínos .....	81
7	Technická dokumentace .....	82
8	Závěr a reflexe .....	86
9	Zdroje, literatura .....	87
9.1	Zdroje .....	87
9.2	Obrázky/fotografie .....	91



# 1 Úvod

Protože je mi v životě důležitým aspektem cestování a sport, a zároveň je to tématem důležitým ve společnosti obecně, rozhodl jsem se věnovat této problematice ve své bakalářské práci. V poslední době se mluví o pandemii nepohyblivosti, která způsobuje nemalou újmu na zdraví člověka. Když jsem přemýšlel, jak napomoci s řešením tohoto problému, vyvstala mi na mysli soudobá snaha o zpřístupnění sportu pomocí jeho zjednodušení. Tímto směrem se rozmohla i cyklistika, která díky elektrickému pohonu rozšiřuje cyklistické možnosti a cíle.

## 1.1 Historie cyklistiky

S termínem cyklistiky se setkáváme již na začátku 19. století, v roce 1917 kdy německý lesník Karl von Drais vynalezl drasinu [1], což je v podstatě jízdní kolo bez šlapacího mechanismu. Pohyb zde byl uskutečněn odražením nohama od země. Okolnosti vynálezu nesouvisely s rekreací, nebo sportem, jak jízdní kolo známe dnes, nýbrž byl vynucen extrémní klimatickou proměnou. V roce 1815 totiž na indonéském ostrově Sumbawa vybuchla sopka Tambora, která způsobila největší počet obětí v historii lidstva. Vychrlila do atmosféry obrovské množství sopečného prachu, který zahalil celý svět a na dlouhou dobu na něm ochromil život. Tato pohroma se projevovala mimo jiné tím, že byla po celý rok zima a rostliny neměly dostatek světla na fotosyntézu. To způsobilo hladomor jak pro lidstvo, tak například pro koně, kteří do té doby sloužili jako nepostradatelná součást dopravy a obdělávání půdy v zemědělství. Rok 1816 je tedy následkem této události označován jako „rok bez léta“. [2]

Odpovědí na tuto katastrofu bylo právě vynalezení draisiny, která mimo jiné spoluzachránila logistiku v rámci zemědělství. Postupem času se draisina rozšířila a vznikalo pro ni nové využití. Příkladem může být vojenský sektor, kde vznikaly přímo cyklistické oddíly, jež ztratily uplatnění až po první světové válce. Od poloviny 19. století se objevuje šlapací mechanismus, díky kterému lze plynule převádět pohyb nohou na pohyb bez dotyku země a tím zvýšit rychlost a stabilitu jezdce. Na toto vylepšení navazuje například velociped, tedy jízdní kolo s obrovským předním a velmi malým zadním kolem, které mělo zrychlit dopravu především ve městě, ale tento trend byl nahrazen návratem ke stejně velkému přednímu i zadnímu kolu a nazván „safety

bicycle", nebo-li „bezpečnostní bicykl“. Na tomto principu je postavena většina jízdních kol dodnes, včetně těch s elektrickým pohonem. [3]

## **1.2 Jak se k lidem dostala elektrokola**

Díky průmyslové revoluci nastal rozvoj dopravních prostředků a jejich pohonů, především v 19. století. Ne jinak je tomu u jízdních kol. V roce 1897 si nechal patentovat v USA Hosea W. Libbey „elektrické kolo“. S postupným odklonem od elektricky poháněných motorů během první poloviny 20. století se však tento vynález neprosadil. Nový pokus o elektrický pohon je zaznamenán v roce 1990, kdy jej na trh uvedla firma Giant. Postupem devadesátých let 20. století se začala elektrokola objevovat v portfoliu čím dál více výrobců a v době dnešní, tedy dvacátých letech 21. století dokonce u některých výrobců převažují, nebo se zaměřují pouze na výrobu kol s tímto pohonem. [4]

## **1.3 Hlavní přínos elektrokol**

Hlavním přínosem elektrocyklistiky je široké rozšíření možností používání tohoto jednostopého druhu dopravy. V příkladě dojíždění do práce je zde kromě delší dojezdové vzdálenosti a rozšíření cílové skupiny uživatelů věkem a fyzickými dispozicemi možnost nahlížet optikou, že přijede uživatel do práce nepropocený, což některé osoby od dojíždění do práce na kole odrazuje. Pro méně fyzicky zdatné osoby je potom možné v případě cykloturistiky ujet na stejnou zátěž delší vzdálenost a užít si během dne více vjemů.

## **1.4 Proč řešit dobíjecí stanici**

Standartní nabíječky, které se dodávají k elektrokolům, jsou dobré pro nabíjení v interiéru, například v garáži vlastního domu, protože je možné je zastrčit do běžné zásuvky. Na dobíjení musí být dostatek času, jedná se tedy obvykle o dobití kola po příjezdu z kratšího výletu. V případě, že dojíždím na delší vzdálenost, nebo cestuji elektrokolem mimo domov, je vhodnější dobíjení u dobíjecích stanic, prostředky k tomu určenými. Dobíjení je zde přibližně dvojnásobně rychlejší, nehrozí riziko krádeže originální nabíječky během dobíjení a uživatel nemusí vozit zátěž navíc v podobě nabíječky.

## 2 Analytická část

### 2.1 Dobíjecí infrastruktura

Největší vzájemnou návaznost s dopravními prostředky má dobíjecí infrastruktura. Současným problémem je náročnost zřizování dobíjecí infrastruktury pro elektrická vozidla. Problém je tu především navedení elektrických kabelů k dobíjecí stanici a legislativní řízení výstavby této stanice.

V případě dobíjecích stanic pro lehké elektrické dopravní prostředky (dále jen LEV) [5] je tu problémů méně, kdy je například elektrická energie přivedena z budovy, u které se stanice nachází. Pokud je dobíjecí stanice mimo obydlenou oblast, je třeba zhotovit elektrickou přípojku, nicméně mnohem méně dimenzovanou než v případě dobíječky elektrických vozů.

### 2.2 Uživatelé elektrokol

Pokud řešíme dobíjení elektrokol, je třeba vzít v potaz, proč jak a kde tito uživatelé potřebují svá elektrokola dobíjet. V případě České republiky je převažující počet cyklistů, kteří využívají tento druh dopravy k rekreaci a je menšina těch, kteří elektrokolo využívají jako dopravní prostředek na krátké vzdálenosti [6], například do práce, nebo k cestování na dlouhé vzdálenosti. Především v některých zemích západní Evropy, jmenovitě v Nizozemsku, je trend jiný a jízdní kolo, nebo elektrokolo se využívá především na krátké vzdálenosti, „k dojíždění“.

V této fázi analýzy jsem uvažoval, jak se uživatel s elektrokolem setkává, kde využívá možnosti nabíjení, jaká jsou pozitiva a jaká negativa těchto míst, případně zda jsou nějaké jiné možnosti, jak zajistit dostatek energie elektrokolu během jízdy. Uživatele lze ve vztahu k dobíjení rozdělit na dvě skupiny, tedy na ty, kteří využívají své vlastní elektrokolo, případně si půjčují elektrokolo na delší dobu a na ty, kteří využívají sdílených elektrokol, která se využívají ve městech, nebo uživatelé kol kurýrních. Důvod tohoto rozdělení je v tom, že vlastníci a dlouhodobí vypůjčitelé dobíjí elektrokola primárně veřejně, případně na místě bydlení. Naproti tomu jsou sdílená a kurýrní kola dobíjena uzavřeně. Pokud bych řešil dobíjecí stanici ve vztahu k těmto subjektům, bylo by to především účelové řešení, kde by můj designový přínos

nenesl veřejný prospěch, jehož návrh upřednostňuji. Zanalyzoval jsem následující místa, kde by bylo možné dobíjecí stanice umístit.

## 2.3 Vhodná místa dobíjecích stanic

Důležitý parametr	NE	Sporné	ANO												
	Restaurace	Hotel	V práci	Obchod	Konečná MHD	V metru	U vyhlídky	U dobíječky eI mobilů	Interiér	Powerbox ala powerbanka	WLOI, DHL	Lehokola	Za autobus		
Napájení ze sítě						Asi jo									
Na dohled					Potřeba nějakých kapslí, nebo hlídání kamerami	Sedím přímo proti němu, nebo u něj stojím									
Při dobíjení řeším jinou činnost					Nejspíš jsem v práci, nebo na nákupu	Připravuji se městem, kterému se chci vyhnout protože není přístupné cyklistům									
Snadné financování					To záleží, kdo sedí na radnici	To záleží, kdo sedí na radnici									
Neočekává se další transakce mimo nabíjení					Za lístek na MHD, ale nemusí být	Za lístek na MHD									
Není složité parkování kola						Vejdou se dvě kola dopředu a dvě dozadu v metru									
Hlídané / není potřeba většího zabezpečení						Krom boxu na baterku, který musí být zabezpečený proti požáru									
Pro veřejnost															
Malé zařízení															
Řeší to dopravování po městě, nebo do města						Skrz město, kterému se chci vyhnout									
Řeší to primárně pouze dopravu - ne sport															
Na místě je řešena požární bezpečnost						Pravděpodobně to metru vyřešené má									
Nepřekáží						Může vadit vozíčkářům, ale kola se v metru vozi i dnes									
Není další požadavek na místě kvůli instalaci						Nějaké ano, ale nemusí se kvůli tomu kotvit něco do země apod.									
Je na místě - cyklista to nevozí s sebou															
						PID elektrokola dovoluje, ale může to být problém, protože Li-Ion baterka může vzplanout									

Obr. 1: Tabulka potenciálních vhodných míst k řešení s porovnáním kladů a záporů

### 2.3.1 Interiér domu

Výhodami v případě řešení do interiéru domu je zabezpečené zařízení, kde není třeba řešit vandalismus, nebo problémy s vlhkostí a větrem. Dále zde není problém s napájením, interiéry mají přípojku elektřiny a baterie se nabíjí v době, kdy nečekám, abych pokračoval v cestě. Nevýhoda je, že ve většině případů stačí nabíječka do zásuvky.

### 2.3.2 Hotely a jiná ubytovací zařízení

Řešení je zde podobné, jako v případě interiéru domu. Rozdíl je v tom, že se počítá s nabíjením více kol z jednoho zařízení, které může mít minimální rozměry, díky čemuž by toto zařízení bylo efektivní. Některé hotely dokonce nabízejí zapůjčení elektrokola v rámci ubytování. Nevýhodou by zde bylo, že v případě existujících hotelů je zařizování těchto míst bez přestaveb často krkolomné, kdy se například cyklista musí přihlásit na recepci a najíždět tedy do vestibulu s jízdním kolem.

### **2.3.3 Stravovací zařízení**

Výhodou u těchto zařízení (restaurace, kavárny, ...) je, že je možné se během dobíjení na cestě zastavit na občerstvení. Tímto směrem jde v současné době rozšiřování infrastruktury nejen v České republice díky firmě Powerbox, nebo například Rakouské firmě Bike-energy. Díky tomu, že stojí jedno dobití elektrokola 1-3 Kč [7], vyplatí se provozovateli nabízet tuto službu zdarma a přilákat tak více zákazníků. Tato taktika umožnila rozšíření infrastruktury v České republice, kde převažují cyklisté ve vztahu k turistice oproti využívání kola k dojíždění.

### **2.3.4 Práce**

Řešení má výhodu podobně jako v interiéru, že je zde dostatek času na plné nabití baterie. Problémem může být, že je celou pracovní dobu jedno nabíjecí místo obsazené. V případě, že má firma dostatek volného prostoru, je vhodnější zřízovat pro dobíjecí stanice i parkovací stání, která jsou hlídaná, krytá proti vnějším podmínkám, ale oproti umístění např. v garáži nehrozí v případě vzplanutí některé baterie rozšíření ohně v rámci budovy.

### **2.3.5 Konečná stanice MHD, nebo vlaková stanice**

V případě vlaků zde může být příkladem řešení dobíjecího místa v Praze, Radotíně, nebo v italském městě Modena. Podobně jako v případě řešení u práce, i zde se vyplatí instalovat uzamykatelná parkovací stání. Pouze uživatelé mají přístup k těmto stáním, což je pro zabezpečení vhodné. V případě konečných stanic MHD se nabízí v rámci „last mile“ řešení, ale je zde problém pravděpodobné obsazenosti jednoho nabíjecího bodu po dobu většiny dne. [8]

### **2.3.6 V dopravním prostředku**

Nejvhodnějším prostředkem jsou vlaky. Na střední, nebo dlouhé vzdálenosti je možné elektrokolo dostatečně, nebo plně dobít. Možnosti jsou kromě výletů například dojíždění do práce na delší vzdálenost. Některé dopravní společnosti, jako například italská Trenitalia, u některých vlakových spojů tuto službu nabízí. Nevýhodou je, že je ve vlaku velmi omezený prostor v interiéru, a zařízení, jako například dobíjecí stanice s místem pro elektrokola, tento prostor ještě zmenšují. Další je stále existující riziko zahoření akumulátoru, které může způsobit v jedoucím vlaku tragické škody. [9]



Obr. 2: Stojan na jízdní kola, nebo elektrokola ve vlaku od společnosti Trenitalia



Obr. 3: Vlák společnosti Trenitalia, který nabízí dobíjení elektrokol za jízdy. Piktogram je zřetelně rozpoznatelný již z větší vzdálenosti

### **2.3.7 Obchodní centrum**

Málo využívaná varianta, pravděpodobně z důvodu, že je zde vysoká a náročná potřeba zabezpečení vzhledem k nízkému vytížení ze strany cyklistů u těchto zařízení.

### **2.3.8 U dobíjecí stanice elektromobilů**

Zde jsem počítal se skutečností, že dobíjecí stanice elektromobilů je dostatečně zabezpečena v případě, že zahoří akumulátor dobíjeného zařízení. Z rozhovoru s odborníkem však vyplynulo, že zahoření akumulátoru elektrokola během nabíjení je vysoce nepravděpodobné a uživatelé nabíjecí stanice by těchto služeb velmi pravděpodobně nevyužívali.

### **2.3.9 U výrazného bodu v přírodě**

Myšleno například u vyhlídky, vrcholu kopce, nebo jiného cíle, ke kterému může cykloturista mířit. Výhodou je přilákání více turistů do přírody a to, že není potřeba, nebo se neočekává utrácení dalších peněz například za občerstvení. Hlavní problém kromě nákladného parkovacího stání tu nastává v pravděpodobné potřebě elektrické přípojky na velkou vzdálenost, nebo nákladného řešení pomocí ostrovního systému. Další otázkou je kdo by zařízení a údržbu platil, když z takového dobíjecího místa nebude mít zisky.

### **2.3.10 Power-box**

Řešení, kdy cyklista při jízdě vozí náhradní univerzální baterii a je možné tímto výrazně prodlužovat dojezd. V rešerši jsem zjistil, že takové řešení již existuje. Vyrábí ho firma Bosch a nazývá se Bosch power-more. Zařízení funguje obdobně, jako power banka k telefonu. Nevýhodou je váha a další objem navíc, který s sebou musí cyklista vozit.

### **2.3.11 Ostatní řešení**

Dalším rozšířením možností by bylo navrhnout nabíjecí stanice do metra. Řešení by však mělo velmi nízké využití, nevyplatilo by se a bylo by nebezpečné. Speciální nabíjecí stanice pro elektrolehokola by také nemělo využití a pro kurýrní služby jsem velký potenciál také neshledal. Dále je možné uvažovat s možností indukčního nabíjení, kterou v současné době testuje

například v Nizozemsku firma Tiler. Indukční nabíjení je však nákladnou záležitostí a pro hromadné využití jsem ji prozatím odložil. [10]



Obr. 4: Dobíjení sdílených elektrokol v italském městě Padova

## 2.4 Základní terminologie dobíjecích stanic elektrokol

### 2.4.1 Dobíjecí stanice

Jedná se o stanici, která umožňuje dobíjení elektrokol stejnosměrným proudem a tím umožní rychlejší a bezpečnější dobití baterie elektrokola. V takovém případě jsou k dobíjecím stanicím dodávány, nebo prodávány kabely s konektory k nabíjení elektrokol, které jsou na místě k zapůjčení. V případě velmi netypického konektoru u elektrokola uživatele si tento kabel uživatel zakoupí, přičemž váha i cena jsou mnohem nižší než v případě



typické nabíječky dodávané výrobcem. Ideou řešitele dopravní infrastruktury je, aby uživatel elektrokola s sebou nemusel vozit nabíjecí kabel s transformátorem, který v případě elektrokol nezřídka váží více než jeden kilogram a zabírá prostor. Navíc, když dobíjí cyklista svým nabíjecím kabelem z klasické zásuvky, vystavuje se riziku, že mu bude tento kabel zcizen, pokud nemá dobrý výhled k dobíjecímu bodu. Třetím důležitým problémem je to, že se baterie dobíjí přibližně dvakrát pomaleji v případě dobíjení nabíječkou ze zásuvky než v případě dobíjecího bodu z konektoru. [11]

## **2.4.2 Konektory**

Téma konektorů v případě dobíjecích stanic je palčivým problémem současných výrobců těchto stanic. V současné době má téměř každý výrobce svůj vlastní typ konektoru, z čehož plyne, že k akumulátoru jízdního kola musí provozovatel nabíjecí stanice nabízet nejpravděpodobnější kombinace kabelů s konektory podle nejrozšířenějších počtů kol od výrobců v dané zemi. Tento fakt zvýhodňuje velké výrobce elektrokol, a naopak dává jistou nevýhodu malým výrobcům. Kromě toho je tu problém obrovského plýtvání, kdy je například u dobíjecí stanice, které má čtyři obslužné body, namísto čtyř kabelů, kabelů dvacet, aby se pokryla většina elektrokol v dané zemi. Pro přiblížení nastíním příklad z oboru chytrých telefonů. Obdobným problémem v nedávné době prošla legislativní změna v Evropském právu v případě značky Apple, která měla vyvinutý svůj vlastní nabíjecí konektor. Ostatní výrobci využívali konektor USB-C, který po soudním prosazení sjednocení těchto konektorů musí v rámci trhu Evropské unie firma Apple na místním trhu prodávat právě s tímto konektorem. V případě elektrokol je to tedy v současné době tak, že má tento konektor každý výrobce vlastní.

V případě konektorů, které směřují do dobíjecí stanice, je situace o něco méně komplikovaná, avšak i zde se výrobci rozdělují. K tomu, aby bylo možné usnadnění nabíjení, je i na straně od nabíjecí stanice směrem do akumulátoru elektrokola potřeba sjednocení těchto konektorů. V roce 2009 vznikla iniciativa na vytvoření právě takového standardního konektoru, který vytvořila firma Rosenberger, protože má již zkušenosti jako výrobce a dodavatel konektorů v automotive průmyslu. Firma má na konektor průmyslový vzor, je tedy výhradní dodavatel tohoto konektoru, pod obchodním názvem Energybus. Tento konektor adaptovala například firma Bikeenergy a některé další Evropské firmy. Jeho hromadnému rozšíření však brání jeho vysoká cena, kdy jeden pár konektoru stojí přibližně 60€. Jediná firma v České republice, která se výrobě dobíjecích stanic a jejich rozšiřování věnuje, tedy firma

Powerbox, tyto konektory do svých dobíjecích stanic neinstaluje a využívá výrazně levnějších konektorů XLR s třemi, čtyřmi a pěti piny, dle typu komunikace akumulátoru a motoru elektrokola s dobíjecí stanicí. [12]



Obr. 5: Konektor XLR-5 (samec)



Obr. 6: Konektor Energybus (samice)

### 2.4.3 Typy komunikace dobíjecí stanice

Existují tři typy komunikace baterie s motorem v rámci elektrokola a dobíjecí stanice. První, nejjednodušší způsob komunikace nemá žádným způsobem ošetřenou komunikaci, a kromě ochrany proti přepětí není baterie nijak chráněna. V tomto případě se pouze dobíjí elektrická energie z dobíjecí stanice do akumulátoru a ta se následně při jízdě vybíjí do motoru. U druhého

typu funguje jednocestná komunikace mezi akumulátorem a dobíjecí stanicí, kdy z akumulátoru musí přijít jednocestný impulz do dobíjecí stanice, která až po obdržení tohoto impulzu začne akumulátor dobíjet. Komunikace mezi akumulátorem a motorem v tomto případě být může, ale nemusí. Třetí, nejkomplikovanější, avšak zároveň nejbezpečnější typ dobíjení, má vždy tzv. „HMI“ (human interface), obsahující obvykle BMS (battery management system). To je uzavřený systém, který řídí elektronickou komunikaci mezi motorem a akumulátorem elektrocola, řídí komunikaci, která do systému vstupuje a řídí i, jaké informace vypustí ven. Tyto systémy obvykle sbírají informace o okolní teplotě, teplotě a proudu, za kterých se nabíjení odehrává a další informace, které může technik při servisu, nebo reklamaci vidět. Z toho důvodu musí být dobíjecí stanice konstruovány komplikovaněji, avšak tyto systémy prodlužují životnost akumulátorů a motorů, takže jsou v zásadě neekologičtějším řešením.

S těmito třemi typy komunikace vznikala donedávna na straně konektorů směrem do nabíjecí stanice potřeba řešit tyto konektory třech typů (zmíněné XLR3, XLR4 a XLR5). Tento problém byl vyřešen návrhem již zmíněného konektoru Energybus, ke kterému je ovšem podmínkou řízení pomocí počítače (dále jen PC) uvnitř dobíjecí stanice, které je řízené tzv. „CAN“ protokolem. V případě přítomnosti tohoto PC ovšem není nutné, aby byl konektor Energybus, nýbrž je možné využít konektor XLR5, který je výrazně levnější s velmi podobnými parametry. Pokud tedy s tímto konektorem zapojím elektrokolo s jakýmkoliv typem komunikace, PC uvnitř dobíjecí stanice tento typ rozpozná a umožní dobíjet kterékoliv elektrokolo. [13]

#### **2.4.4 IEC, LEV, UNMZ, ISO 421010**

IEC (International electronic commission), mezinárodní elektrotechnická komise, jejímž úkolem je shromažďovat normy a sjednocovat je mezinárodně v zájmu bezpečnosti, usnadnění mezinárodního obchodu, z ekologických důvodů a z důvodu sjednocení názvosloví v oboru pro snadnější komunikaci. [14]

V rámci organizace IEC vznikla pracovní skupina LEV (Light electronic vehicle), která se zaměřuje na normalizaci lehkých elektrických dopravních prostředků, které jsou schopné jezdit do rychlosti 45 km/h. Neexistuje samostatná pracovní skupina pro elektrocola, ta jsou řešena v rámci této skupiny.

UNMZ je úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, který v rámci daného státu v Evropské unii zajišťuje překlad a zanesení norem do legislativy daného státu Evropské unie. [15]

ISO 4210-10 je norma zabývající se problematikou elektrokol. Obsahuje i elektrotechnické požadavky, které jsou důležité dodržet a zajistit při návrhu dobíjecí stanice. [16]

#### **2.4.5 Elektrické napětí v souvislosti s LEV**

Elektrické napětí je základní veličina v oboru elektrotechniky, značená „U“, měřená „ve voltech“ (V). Pro výše zmíněné LEV (Light electronic vehicle) je maximální dovolené napětí 50 V, které je pro lidské zdraví bezpečné. Napětí překračující tuto hodnotu je dle normy životu nebezpečné, a proto je třeba dbát při vývoji dobíjecí stanice na to, aby nebyla tato hranice překročena. [17]

#### **2.4.6 Elektrický proud v souvislosti s dobíjením elektrokol**

Elektrický proud, značený „I“, měřený „v ampérech“, je také základní veličinou pro obor elektrotechniky. Pro elektrokola je zásadní pro kapacitu akumulátoru, měřenou v Ah (Ampérhodinách), v oboru elektrokol převáděný na Wh (Watt hodiny), což je vynásobením Ah s napětím v základní jednotce V, pro přesnější představu uživatele, s jakým výkonem, na jaký čas může počítat.

### **2.5 Příklad výrobců elektrokol v České republice**

#### **2.5.1 LeaderFox**

Jedna z největších Českých cyklistických firem, sídlící v Českých Budějovicích. V současnosti nabízí více než 80 modelů elektrokol všech známých typů, od skládacích městských, až po horská celoodpružená. [18]

#### **2.5.2 Apache**

Firma Apache z Boršova nad Vltavou je příklad menší firmy, která má z tradiční cyklistiky úspěchy v závodní sféře. Nejlepší světoví cyklisté, jako například Jaroslav Kulhavý, získali některé trofeje právě na kolech firmy Apache. Firma se od začátku zaměřuje na kvalitní jízdní kola, a ne jinak je tomu u elektrokol, jejichž širokou škálu nabízí firma od roku 2009. [19]

### 2.5.3 Levit

Firma Levit se na trhu pohybuje zatím pouze pár let. Její na menší firmu široká nabídka elektrokol je ve srovnávacích testech velmi dobře hodnocena. Hlavní hodnotou firmy je kvalita a její ctivostnou ideou je, že se snaží navrátit výrobu rámu jízdních kol do Evropy. [20]

## 2.6 Příklady zahraničních výrobců elektrokol

### 2.6.1 Giant

Firma Giant stála u znovuzrození elektrokol v roce 1990. Dnes tato největší firma na světě, co se týče prodeje elektrokol, nabízí obrovskou škálu elektrokol se zaměřením na celý trh. [21]

### 2.6.2 Specialized

Americká firma Specialized je také jednou z největších cyklistických firem na světě a s výrobou elektrokol začala v roce 2009 [22]. U elektrokol sice nebyla první, ale je průkopníkem a inovátorem v jiných oblastech, pyšní se například prvním horským kolem z roku 1981, modelem „Stumpjumper“. [23]

## 2.7 Příklady výrobců dobíjecích stanic [24]

### 2.7.1 Bike-energy

Rakouská firma Bike-energy má velmi kvalitně zpracované dobíjecí stanice a spoustu výrobců se jejím know-how inspiruje. Nabízí několik variant dobíjecích stanic a všechny jsou navrženy pro konektory Energy-bus.



Obr. 7: Dobíjecí stanice „Point“ od firmy Bike-energy

## 2.7.2 Powerbox

Česká firma Powerbox vyrábí dobíjecí stanice elektrokol se skvělým poměrem cena/výkon. Ve srovnání s firmou Bike-energy jsou dobíjecí stanice firmy Powerbox mnohem levnější, avšak je zde problém s tím, že pro tři typy komunikace používá firma tři typy konektorů a je tedy menší pravděpodobnost, že bude dobíjecí místo pro konkrétní elektrokolo volné.



Obr. 8: Dobíjecí stanice od firmy Powerbox

### 2.7.3 Mybox

Česká firma Mybox se zaměřuje především na dobíjecí stanice elektromobilů, avšak její portfolio obsahuje i dobíječku elektrokol. Její tvary vynikají čistou estetikou, inspirovanou značkou Apple. Má vysokou odolnost proti vandalismu a je vhodná především do moderních prostor.



Obr. 9: Dobíjecí stanice od firmy Mybox

## 2.7.4 Ejoin

Slovenská firma, která se zaměřuje také na dobíjecí stanice elektromobilů a v portfoliu má zároveň dobíjecí stanice elektrokol. Řešení je v tomto případě jiné než u předchozích zmíněných, protože má v dobíjecím boxu umístěné vytahovací kabely, ke kterým jsou doplněné pouze koncovky. Další věcí, kterou se oproti výše zmíněným konkurentům liší je, že nabízí pouze stojanovou, tedy prostorově výraznou variantu dobíječky.



Obr. 10: Dobíjecí stanice Ejoin, včetně přístřešku proti dešti



## 2.8 Další možnosti dobíjení

### 2.8.1 Tiler

Nizozemská firma Tiler nabízí stojánek na rám kola, který má zabudovanou indukční dobíječku, kde je dobíjecí technologie zabudovaná v zemi a na povrchu viditelná v podobě dlaždice.



Obr. 11: Indukční dobíjení pomocí dlaždice a stojáčku od firmy Tiler

## 2.8.2 Bosch Power-more

Tento produkt funguje podobně jako externí power-banka k telefonu. Jedná se v podstatě o druhý akumulátor. Rozdíl je tu ten, že je power-more univerzální a lze z něj dobít různá elektrokola. Je zde možné dobíjení za jízdy.



Obr. 12: Externí akumulátor Bosch Power-more

## 2.8.3 Závod Sun Trip

Závod je založen na principu nezávislého dobíjení elektrokol během jízdy, pomocí solárních panelů. Závodu se účastní nadšení jednotlivci, kteří si techniku k dobíjení elektrokol instalují sami doma i týmy, které se věnují vývoji modelů elektrokol a jejich techniky. V roce 2021 měřil závod 11000 kilometrů a vedl přes většinu států Evropy [25]. Tento rok, tedy 2024, dokonce vede africkým Marokem [26]. Díky tomuto a jemu podobným závodům vznikají technické inovace, díky kterým například vznikají elektrokola, která na vzdálenost 12000 km spotřebují pouze 180 kWh, což je ve srovnání se

spalovacím motorem 18 litrů benzínu. Až se tyto technologie projeví v běžném civilním prostředí, může dopomoci výraznému ušetření prostoru a spalin ve městech.



Obr. 13: Vítězný velomobil ze závodu Sun trip 2021

## 2.9 Výrobci akumulátorů a motorů elektrokol [27]

### 2.9.1 Bosch

Německá firma Bosch je známá svými kvalitními produkty daleko za hranicemi cyklistiky. Co se oboru elektrokol týče, je zde dominantním výrobcem a dodavatelem motorů, akumulátorů a dalších komponentů elektrokol nejvyšší kvality.



Obr. 14: Aktuálně nejnovější motor elektrokola Bosch Performance line SX

### **2.9.2 Bafang**

Firma Bafang je také jednou z předních v oblasti elektromotorů a akumulátorů elektrokol. Kromě elektrokol se soustředí na vývoj motorů a akumulátorů do elektro automobilů.

### **2.9.3 Shimano**

Největší firma na světě prodávající komponenty jízdních kol, jako jsou brzdové systémy, převodníky a další, se také chytla trendu vývoje motorů a akumulátorů elektrokol. Dnes nabízí vysoce kvalitní produkty této kategorie, silně konkurující největším výrobcům na světě, jako jsou Bosch, nebo například Bose.

### **2.9.4 Yamaha**

Japonská firma, která uspěla v tak široké škále oborů, jako málo jiných. Od motocyklů po piána. Jednou z jejich divizí je také vývoj a výroba elektromotorů a akumulátorů, kde může široce uplatnit technologické znalosti z jiných oborů, což firmu řadí, z pohledu kvality, mezi nejlepší výrobce na světě.

## 2.10 Typy dobíjecích stanic dle umístění [28]

### 2.10.1 Wallbox

Nejčastějším typem dobíjecích stanic elektrokol je nástěnná krabice neboli „wallbox“. Prostorově nejúspornější řešení, které se připojí obvykle ke zdi provozovny. Velkou výhodou je, že oproti prostorovým řešením se zde nemusí v případě připojení ke zdi řešit přeložka sítě, která znamená investici navíc. Wallbox je možné umístit i na sloupek do prostoru, ale ne všechny wallbox stanice jsou k tomu dobře přizpůsobeny.



Obr. 15: Příklad dobíjecí stanice (bílá) typu wallbox. Stanici je možné umístit na sloupek (jako v případě tohoto obrázku), nebo také na stěnu budovy

## 2.10.2 Dobíjecí sloup

Řešení vhodné spíše do prostoru. Jedná se o velkou, prostorovou stanici, obvykle z vnější strany oplechovanou, která je z dálky zřetelně viditelná a kompaktně zabalená. K řešení jsou většinou nabízeny přístřešky s posezením a počítá se s tím, že se cyklista zastaví u tohoto přístřešku, nechá si dobít své elektrokolo a během dobíjení si prohlédne místní dominanty, například v podobě památek.



Obr. 16: Dobíjecí sloup od firmy Lederos



Obr. 17: Dobíjecí sloup od firmy Lederer – detail ovládacího panelu. Cyklista musí vozit nabíječku s sebou a dobíjení je pomalé. Pro celý stojan je použita pouze jedna zásuvka 230 V a dva USB sloty

## 2.11 Typy dobíjecích stanic dle univerzality použití

### 2.11.1 S nástrčnými konektory

Příklad řešení firmy E-join. Kabely jsou pevně spojeny se stanicí na jedné straně a na straně druhé jsou k dispozici na místě redukce, nebo si musí cyklista vozit redukci svoji, aby mohl akumulátor svého kola dobít. Nevýhodami jsou především vandalismus spojený se stříháním kabelů a krádeží konektorů, nebo oxidace kabelů a konektorů.



Obr. 18: Dobíjecí stanice Ejoin s nástrčnými konektory a kabely pevně kotvenými k dobíjecí stanici

### 2.11.2 S pevnými konektory

Nejobvyklejší způsob řešení dobíjecích stanic. Oproti řešení s nástrčnými konektory je zde výhoda, že nejsou kabely v takové míře vystaveny oxidaci a je možné zajistit ochranu před vandalismem, například tak, že kabely k dobíjení zapůjčí provozovna na vyžádání. Příklady firem, které adaptovaly toto řešení jsou Powerbox, nebo Bike-energy.



## 2.12 Příslušenství dobíjecích stanic

### 2.12.1 Elektrické kabely s konektory

Existují kabely, které se na jedné straně spojí s dobíjecí stanicí a na straně druhé s akumulátorem. Konektor na straně dobíjecí stanice musí odpovídat typu komunikace s případnou řídicí jednotkou akumulátoru a motoru elektrokola a zároveň musí odpovídat podporovanému napětí, kterým se elektrokolo dobíjí. Nejčastější napětí elektrokol je 36 V, avšak existují i jiné, například 24 V, nebo 48 V systémy. Inovace dobíjecích stanic se tyto problémy snaží řešit a sjednotit dobíjecí konektory a dobíjení elektrokol s různým napětím.



Obr. 19: Kabel s konektorem Energybus z jedné strany a s konektorem Bosch ze strany druhé

### **2.12.2 Box na nástrčné kabely**

Jedná se o otevírací box s přihrádkami na kabely, které mají různé koncovky, dle konektoru na straně elektrokola, případně dle konektoru podle typu komunikace na straně dobíjecí stanice. Boxy jsou v některých případech vizuálně sjednoceny s dobíjecími stanicemi.



Obr. 20: Box na nástrčné kabely od firmy Powerbox

### **2.12.3 Servisní sada**

Ne zřídka jsou k dobíjecím stanicím instalovány také servisní sady, nejčastěji v podobě stojanu, na který je možné zavěsit jízdní kolo a provést základní servis, nebo opravu, jako dotažení povolených šroubů brzd, výměnu prasklého článku řetězu a další.

### **2.12.4 Uzamykatelný box na úschovu akumulátoru**

Jedná se o bezpečnostní pojistku z dvou úhlů pohledu. Prvním je, že se velmi výjimečně může stát, že při dobíjení začne akumulátor hořet. To může způsobit dalekosáhlé škody. Druhou je možnost krádeže akumulátoru, když nemá majitel elektrokolo na dohled. V obou případech je možné na několika místech využít boxů, do kterých se akumulátor vloží, přičemž je zde většinou možné akumulátor dobíjet uvnitř tohoto boxu. Řešení není rozšířené pro neobvyklost a nepravděpodobnost rizik a také proto, že akumulátory jsou většinou zamčené k elektrokolu a cyklisté s sebou nevozí klíče, aby mohli akumulátor vyjmout.

### 2.12.5 Cyklo stojan

Zásadní věc, která rozhoduje o tom, zda bude využívána dobíjecí stanice. Dle dat je přímá úměrnost mezi tím, zda je stanice využívána podle toho, jestli je k této stanici instalován kvalitní cyklo stojan. Nejlepší cyklo stojany jsou takové, o které se elektrokolo opře bokem a je možné ho uzamknout různými typy zámků k rámu kola. Pokud je v současnosti některá dobíjecí stanice nevyužívaná, je pravděpodobné, že je zde použitý špatný stojan a zákazníci se bojí si zde elektrokolo nechat.



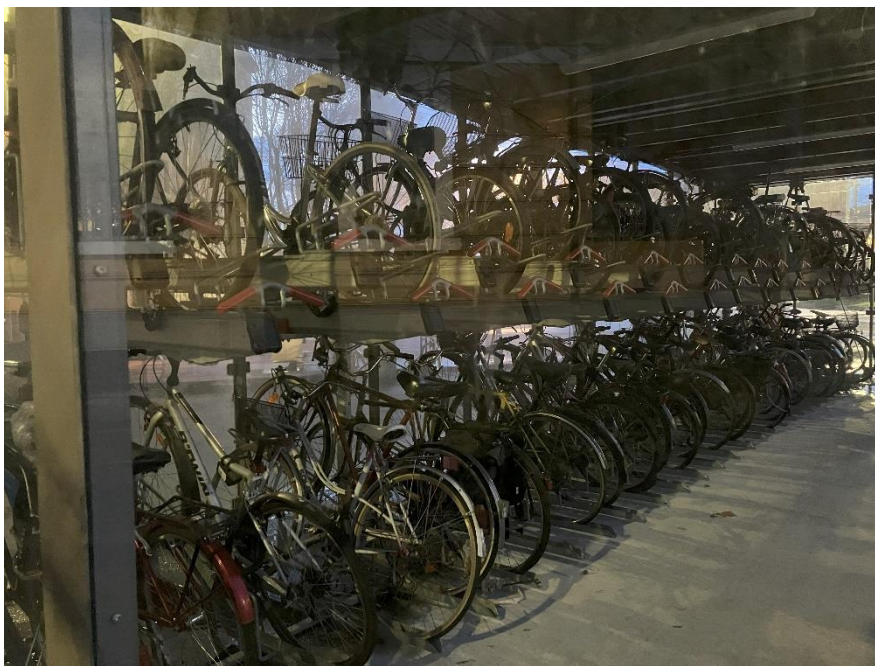
Obr. 21: Příklad vhodného stojanu od firmy Urbania

### 2.12.6 Přístřešek

Ne všude je pro přístřešek dostatek místa a velmi často není potřeba. Avšak například v přírodě je pravděpodobné, že za něj budou uživatelé velmi rádi, obzvláště v případě nepříznivých podmínek, jako je déšť, který v přímém styku s elektrokolem není žádoucí.

### **2.12.7 Klec/kolárna**

Často využívaná možnost uložení s možností dobíjení elektrokola je kolárna. Instalují se k vlakovým stanicím, což je skvělá a ekologická kombinace dopravy. V České republice je možné takové řešení vidět v Radotíně u Prahy, v Itálii například u hlavního nádrží ve městě Modena.



Obr. 22: Uzamykatelná kolárna ve městě Modena

### **2.12.8 Solární (ostrovní) systém napájení**

Vhodné řešení, pokud je to v daném prostoru možné, je připojit k dobíjecí stanici solární panely. Výhoda je, že není třeba vysekávat do zdi provozovny kabely, nejsou-li v blízkosti umístěné stanice, nebo překládat sítě, nejsou-li na místě instalace stanice v prostoru. Solární panely můžou zároveň sloužit jako přestřešení prostoru. Riziko představuje vandalismus a možný nedostatek vstupní energie v případě, že není jasná, prosluněná obloha.

## **2.13 Ergonomie dobíjecích stanic**

### **2.13.1 Uložení elektrokola**

Jak již bylo zmíněno, zásadní pro zájem o dobíjení je, zda jsou u dobíjecí stanice vhodné stojany pro uzamčení elektrokola. K tomuto aspektu jsem věnoval pozornost ve svém návrhu a pokusil jsem se o zmenšení nákladu na tyto kvalitní stojany pomocí sloupku stanice, který může zároveň sloužit jako stojan na opření a uzamčení elektrokola.

### **2.13.2 Přístup k napájecím konektorům**

Zaměřil jsem se také na zlepšení dostupnosti osobám různých výšek. Vzal jsem také v potaz, že stanici nesmí používat děti mladší deseti let. Proto je doporučené umístění vyšší, než obvykle a zásuvky na střídavý proud, který je oproti stejnosměrnému životu nebezpečný, jsou v horní části, kam je mnohem obtížnější dosáhnout pro osoby výšek odpovídajících věku nižšího deseti let.

## 3 Výstup analýzy

Analytická část mi kromě proniknutí do technické problematiky oboru nabídla ujasnění si, jakým směrem objemového řešení se vydat. Po konzultacích v ateliéru, s panem Dittrichem z firmy Powerbox a několika dalšími odborníky jsem naznal, že řešení pro konkrétní místa, jako například restaurace, nebo konečná MHD, by se míjelo účinkem a bude v současnosti nejlepší věnovat se univerzálnímu řešení dobíjecí stanice s novými možnostmi technologií, které toto dobíjení usnadňují a zlevňují.

Dalším záměrem je to, aby z důvodu univerzálnosti využití bylo řešení vhodné jak do prostoru, tak jako nástěnný box. Obě varianty jsou potřeba a většina současných řešení jsou vhodná pouze pro jedno z těchto užití. Díky tomu, že je řešení vhodné pro tyto varianty, se rozšíří možnosti trhu a sníží cena výroby této dobíjecí stanice.

Třetím důležitým aspektem vytknutým před závorku je zlepšení ergonomie a přístupu k dobíjení. U některých stanic je řešení přístupu nevhodné kvůli umístění konektorů s ohledem na výšku postavy. Jinde jsou konektory přístupné dobře, ale je zde nevhodně řešená bezpečnost zařízení, především s ohledem na okolní přírodní podmínky, jakým je například déšť.

Rozhodl jsem se tedy s těmito třemi proměnnými počítat ve svém návrhu a navrhnout takový produkt, který nabídne vhodný komfort uživateli, srozumitelnost celku stanice, ovládacích prvků a grafiky, dobrý poměr ceny, výkonu a estetiky produktu, a řešení současných technologických možností dobíjení.

### 3.1 Vize dalšího rozvoje z pohledu dobíjecích stanic

Protože je z velké části dobíjecí síť elektrokol v České republice rozvinutá v rámci cyklo turismu, nabízí se další rozvoj veřejných stanic ve městech, kterým by ulehčení v dopravě pomohlo zásadně. Avšak kvůli vlivům, které do dopravy vstupují, se v České republice navrhovat dobíjecí stanici speciálně do měst nevyplatí. Mezi následující důvody patří: politický nezájem prosazovat cyklistiku na úkor automobilové dopravy, zvýšený vandalismus a s ním spojená nákladnější výroba, údržba dobíjecích stanic a zabezpečení jízdních kol u těchto stanic, než když jsou tyto stanice instalovány poblíž místa provozovatele, konkurence službami sdílených kol, nebo sdílených elektrokol, nižší zájem o tento druh dopravy ve srovnání s jinými evropskými zeměmi,

kde je cyklo doprava ve městech rozšířenější. Také je zde otázka placení za dobíjení elektrokol, kde ze studie Davida Kohlrautze a Tobiase Kuhnimhofa z univerzity v Aachenu (Cáchách) vyplývá, že lidé využívají možnosti dobití elektrokola třikrát méně, pokud je toto dobití placené. Z těchto důvodů jsem vývoj dobíjecí stanice speciálně do města vynechal. [29]

Další možností je řešení pro dálkové cyklotrasy vedoucí napříč Evropou, známé jako EuroVelo [30]. Díky tomuto projektu vznikne dohromady více než 60 000 kilometrů cyklo tras, vedoucích souvislou trasou například z Athén na Gibraltar, nebo z Kyjeva do Brestu. Díky tomu, že s elektrickým pohonem kola je možné ujet se stejným vypětím sil mnohem více kilometrů, může být například i neprofesionálním sportovcům umožněno zažít krásy jednotlivých zemí v sedle elektrokola, aniž by si museli brát v práci dlouhé volno. Základ instalace dobíjecích stanic na tyto trasy umožní výše zmíněné normy a sjednocené konektory, jejichž možnostmi a kombinacemi se můj návrh zabývá. To však neznamená, že by se můj návrh zabýval pouze dálkovými trasami.

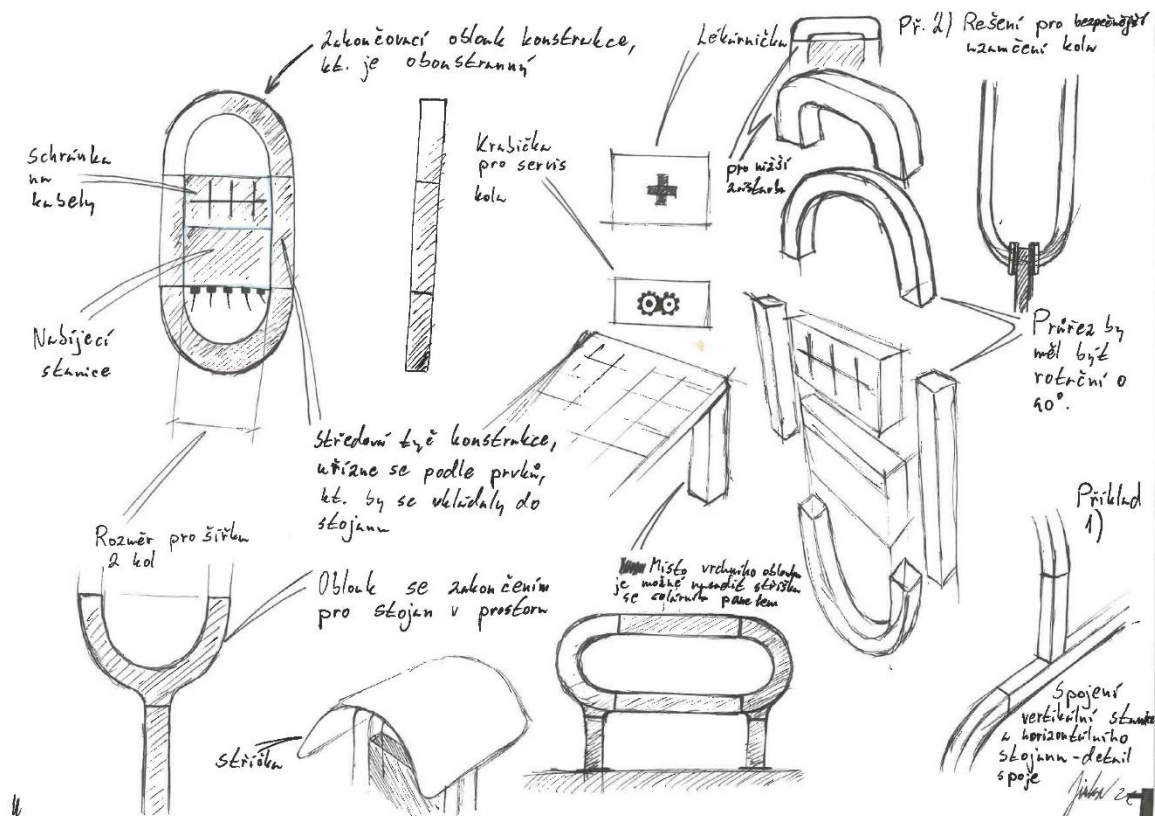
### **3.2 Rozpoznatelnost komunikační části dobíjecí stanice**

Protože zásadní věcí dobíjecí stanice elektrokol není, jak stanice vypadá, ale jak jednoduše a srozumitelně komunikuje s uživatelem, vzal jsem si za cíl zaměřit se právě na tento aspekt a výsledné barevné a grafické řešení k tomuto cíli směřovat. Nicméně je stále potřeba počítat s tím, že dobíjecí stanice musí fungovat jak v přírodě, na cyklostezkách, tak i poblíž míst, jako jsou restaurace, nebo hotely a je tedy potřeba, aby zařízení bylo rozpoznatelné na střední vzdálenosti, ale zároveň je vhodné, aby nerušilo okolní krajinu, nebo architekturu, protože to není prvek důležitější než tyto.

## 4 Proces navrhování

### 4.1 Řešení A — „Orámování“

V tomto řešení jde o sjednocení šířky komponent k nabíjení, jako stanice, box na kabely atd. Tyto komponenty by se skládaly na sebe a okolo nich by byl rám, ze kterého vede stojina do země a vedou jí kabely. Další nabízející se řešení je sjednocení s prvky, jako je například stojan. Výhoda je v možnosti přikoupit do již nainstalovaného řešení jiný komponent (např. lékárničku, nebo větší box na kabely) a vyměnily by se pouze jáckely uprostřed rámu. Řešení je vhodné jak na zeď, tak do prostoru. V tomto prvním řešení jsem dále nepokračoval, protože není variabilní a pravděpodobně by velikostně nevycházelo s možnostmi ergonomie.



Obr. 23: Skica k řešení A

### 4.2 Řešení B — „Kruh“

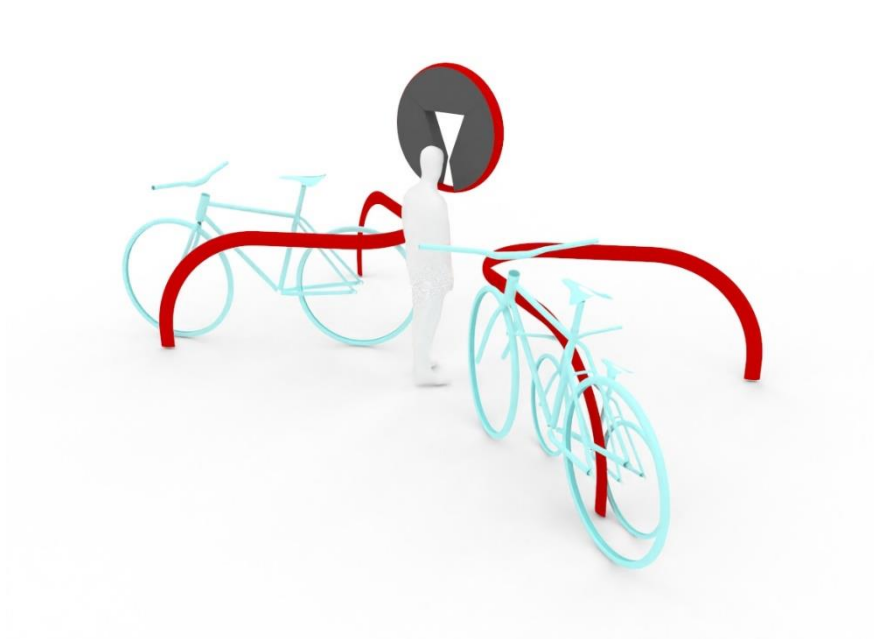
Návrh B řeší stanici jako kruh, kde mají jednotlivé prvky opět stejnou šířku (v tomto případě mezikružší), ale různou délkou. Řešení opět počítá s tím, že by bylo možné přikoupit jednotlivé komponenty, jako například sloty pro



nabíjení (například: Zákazník si koupí nabíjecí stanici se 4 sloty pro nabíjení a zjistí, že by potřeboval ještě dva sloty přikoupit, tak si dokoupí pouze tyto dva sloty a doplní je do kruhu k nabíjecí stanici). U tohoto řešení je oproti předchozímu výhoda ta, že lépe řeší ergonomii z hlediska výšky postavy, a navíc se nemusí měnit díly hlavního rámu kvůli přikoupení komponenty. Tvar mezikruží odkazuje na cyklistiku, což dle mého přidává produktu jistý vtip, nicméně je tu tolik nevýhod, jako složitost výroby, pokud není mezikruží doplněné, nevypadá dobře atd., že jsem se u tohoto návrhu pokračovat nerozhodl.



Obr. 24: Hmotová studie řešení B – vizualizace 01



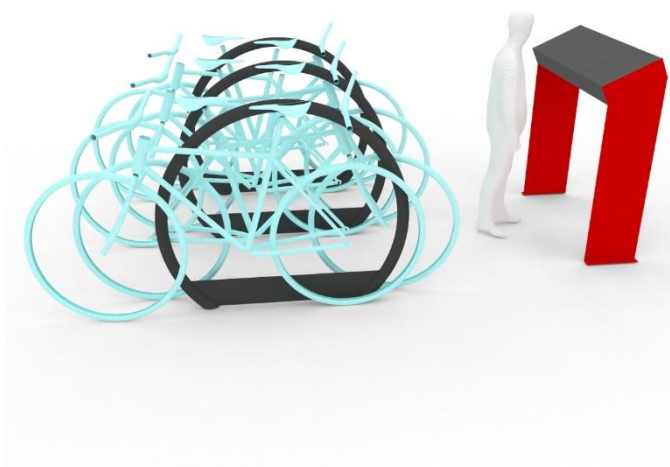
Obr. 25: Hmotová studie řešení B – vizualizace 02

### 4.3 Řešení C — „Ala infopanel“

Posun u tohoto řešení je především v tom, že neřeší skládání komponent vertikálně, ale horizontálně. Je tedy vhodnější pro postavy různých výšek. Pokud jsou totiž komponenty umístěné nad sebe, je tu problém s tím, že se vysocí lidé musí u přístupu do skříněk krčit a osoby nižšího vzrůstu nemusí k vysoko umístěným komponentům dosáhnout. Pro co nejlepší dostupnost jsem zvolil naklonění pod úhlem, díky kterému se na komponentech nebude držet případná voda, která steče a voda by se nedostala ani ke konektorům u nabíječky, protože by byly skloněny směrem dolu pod úhlem. U tohoto řešení je navíc možné v případě prostorového řešení umístit kola z boku rámu stanice a tím ušetřit finančně za stojan. V tomto konceptu také nepokračuji, i když si z něho беру některé prvky, jako naklonění prvků z hlediska ergonomie, nebo možnost parkování o bok rámu do dalších řešení.



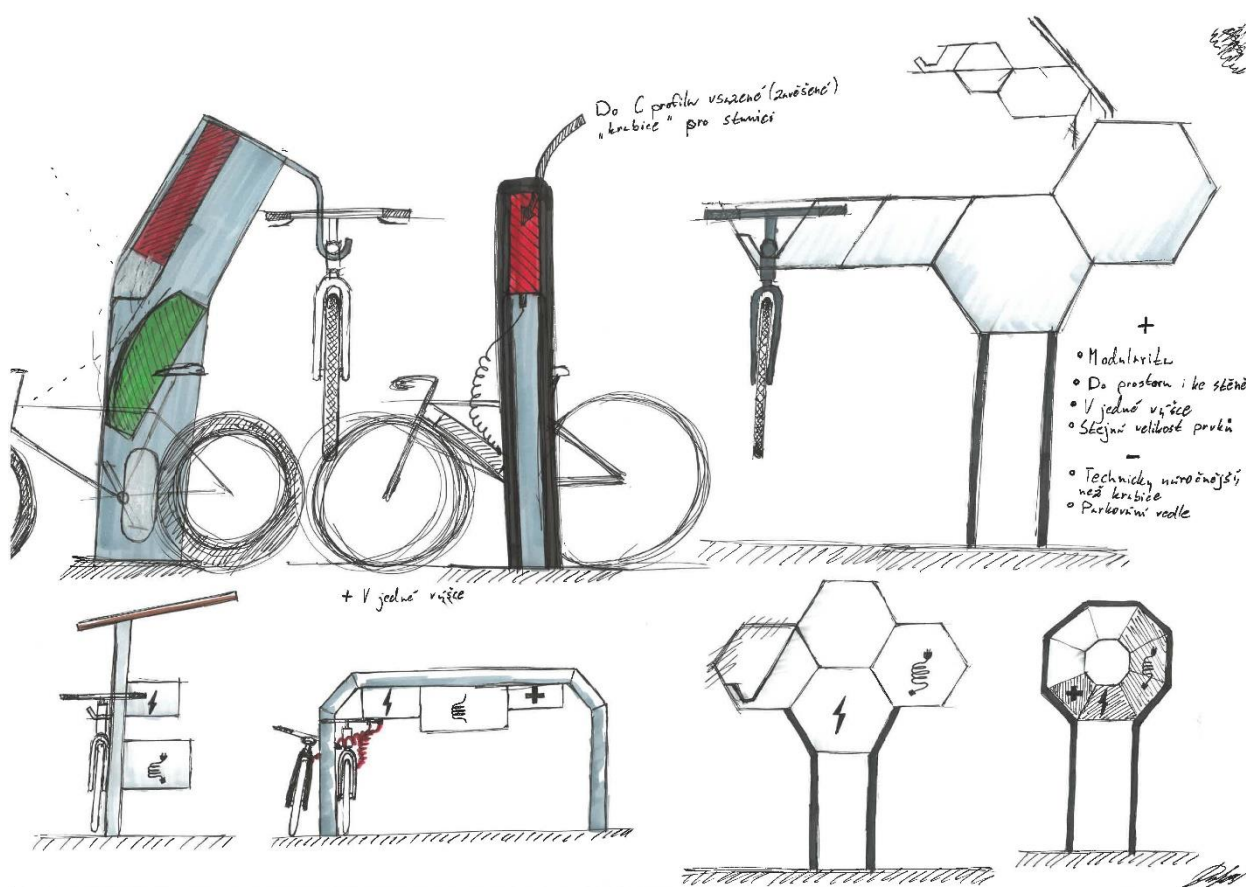
Obr. 26: Hmotová studie řešení C – Vizualizace 01



Obr. 27: Hmotová studie řešení C – Vizualizace 02

## 4.4 Řešení D — „Hexagony“

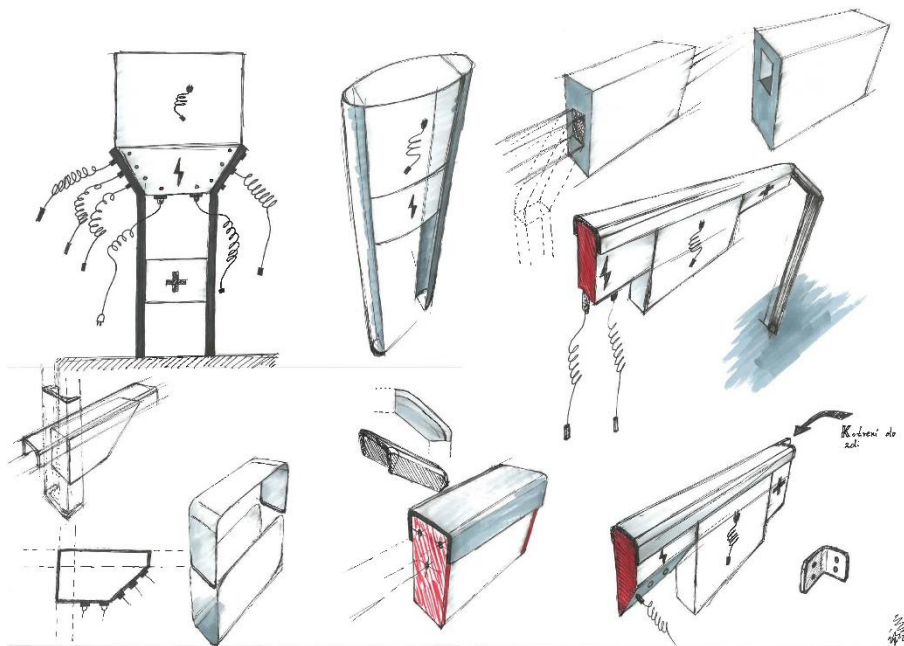
U řešení stanice jako skládaných hexagonů je posunuta modularita prvků. Díly se skládají z šestiúhelníku, nebo zmenšených tvarů vycházejících a odvozených z šestiúhelníku. Protože má řešení řadu nevýhod, počínaje složitostí výroby a konče roztříštěností celku a jeho pohledové nesoudržností, nepokračoval jsem v něm. Nicméně další řešení, včetně posledního, z tohoto konceptu částečně vycházejí.



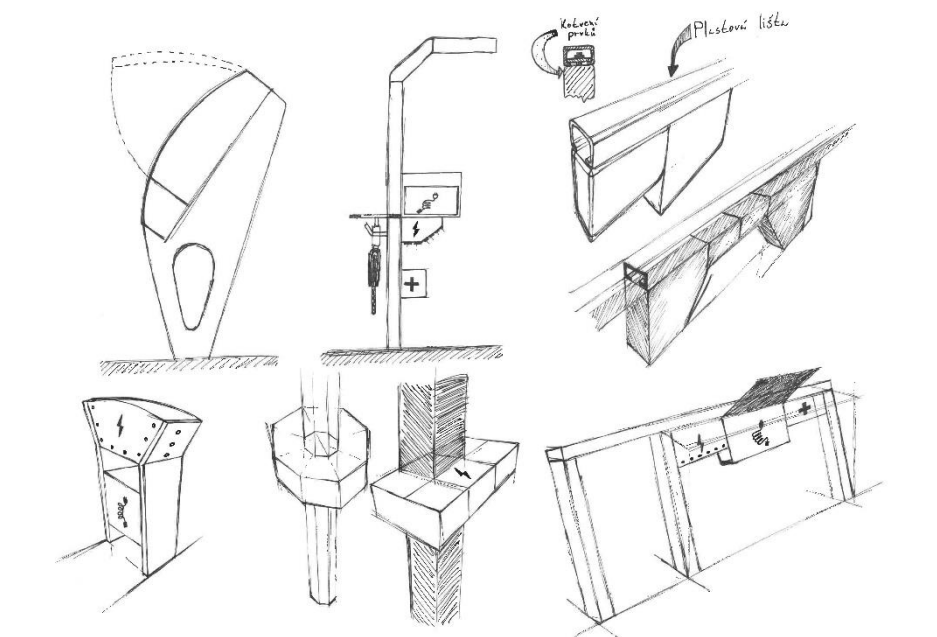
Obr. 28: Skica k řešení D

## 4.5 Řešení E — „Lišta“

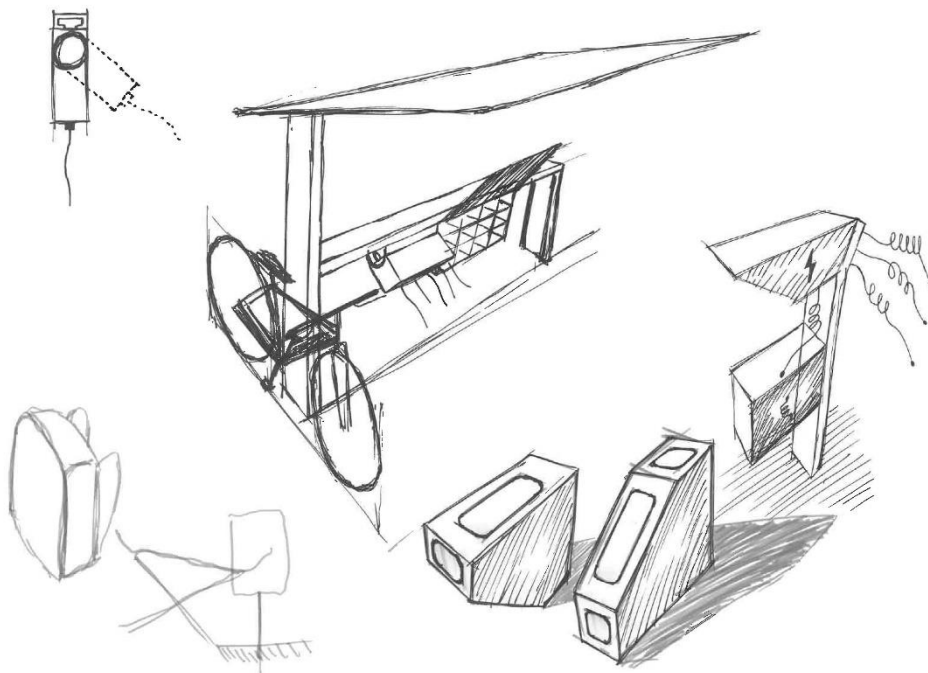
Zde jsem navrhl zasouvat jednotlivé komponenty do horizontální, nebo vertikální lišty. Zákazník by si zde vybral preferované umístění dle možností prostoru. Komponenty, jako boxy, nebo stanice by měly jak boční, tak horní kotvení. U řešení jsem nezůstal a pokračoval v hledání dále.



Obr. 29: Skica k řešení E – 01



Obr. 30: Skica k řešení E – 02



Obr. 31: Skica k řešení E – 03



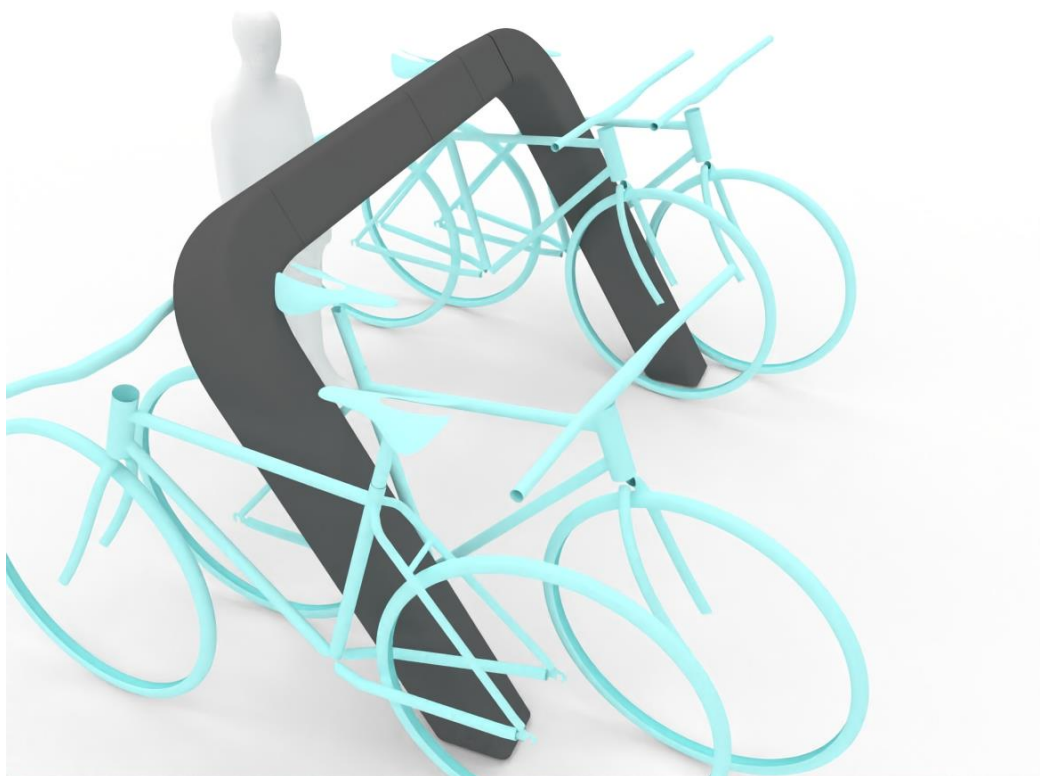
Obr. 32: Kartonový model 1:1 řešení E

## 4.6 Řešení F — „Jäckelový tubus“

Řešení podobné infopanelu s tím rozdílem, že jsou prvky lépe doplňitelné a k rámu se vejde více kol. Řešení je výhodné z hlediska počtu kol možných zaparkovat bez potřeby dokupovat stojan. Celek navíc působí soudržně a sošně. Toto řešení je primárně prostorové, ovšem s možností místo bočnic ukotvit komponenty ke stěně. Další výhodou je jednoduchost dílů, díky čemuž by byly lépe vyrobitelné. Problém u tohoto a jemu podobných řešení je, že by k řešení musela být v případě prostoru instalována stříška, aby nepršelo na otevíranou část boxu pro úschovu kabelů a kdyby byly tyto boxy pootočený, celkový estetický dojem by se vytratil.



Obr. 33: Hmotová studie řešení F – verze 01



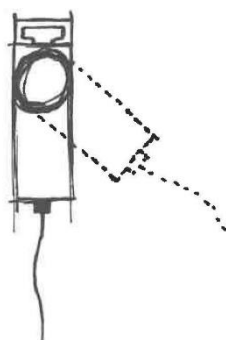
Obr. 34: Hmotová studie řešení F – verze 02



Obr. 35: Hmotová studie řešení F – verze 03

## 4.7 Řešení G — „Naklápění nabíječky“

Nejméně zasahující do jednoduchosti a výhod krabicového řešení je toto. Ke stávajícímu řešení se pouze připojí z boku otočné body v podobě ložisek a k nim se shora připojí ohnutý pás, který se přikotví. Je to z důvodu lepšího ergonomického přístupu. Navíc je možné instalovat krabici níže a tím šetřit materiálem na stojinu. Ložiska a další otočné prvky však ve venkovních veřejných prostorech nejsou vhodná a pokračoval jsem ve vývoji dalším směrem.



Obr. 36: Skica k řešení G

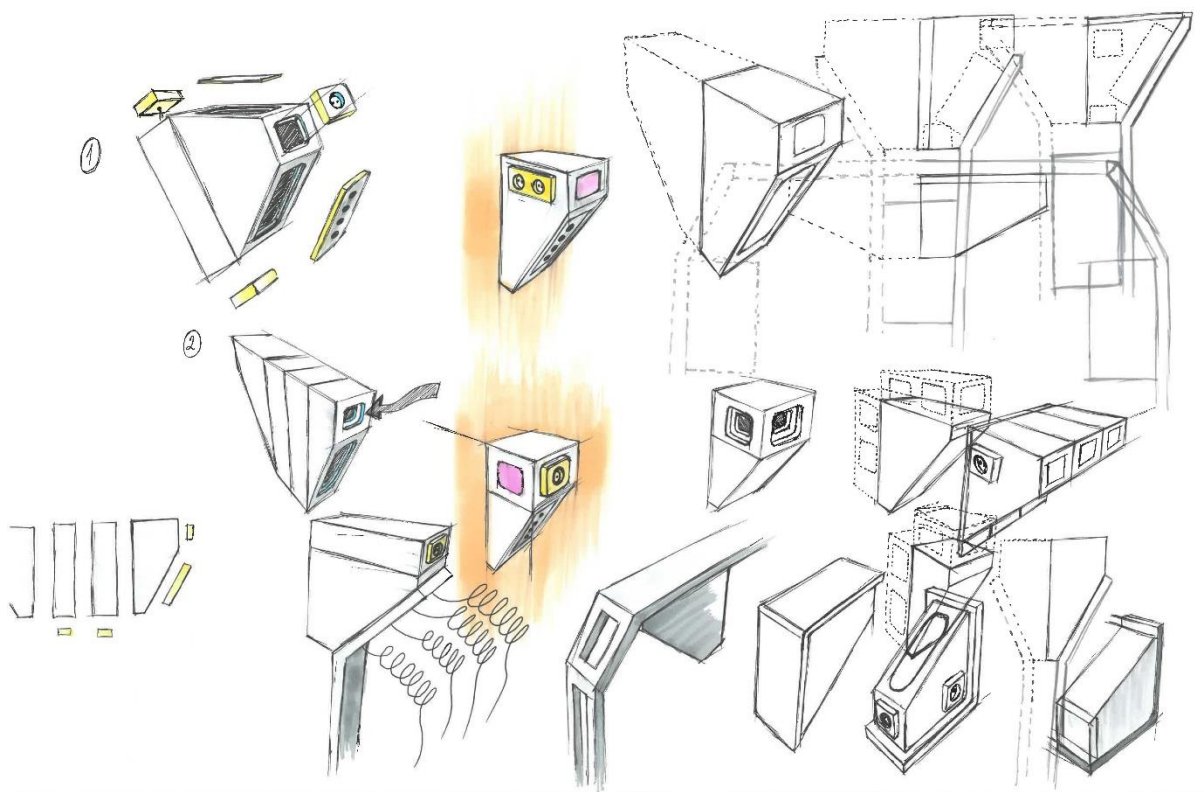


Obr. 37: Kartonový model 1:1 řešení G

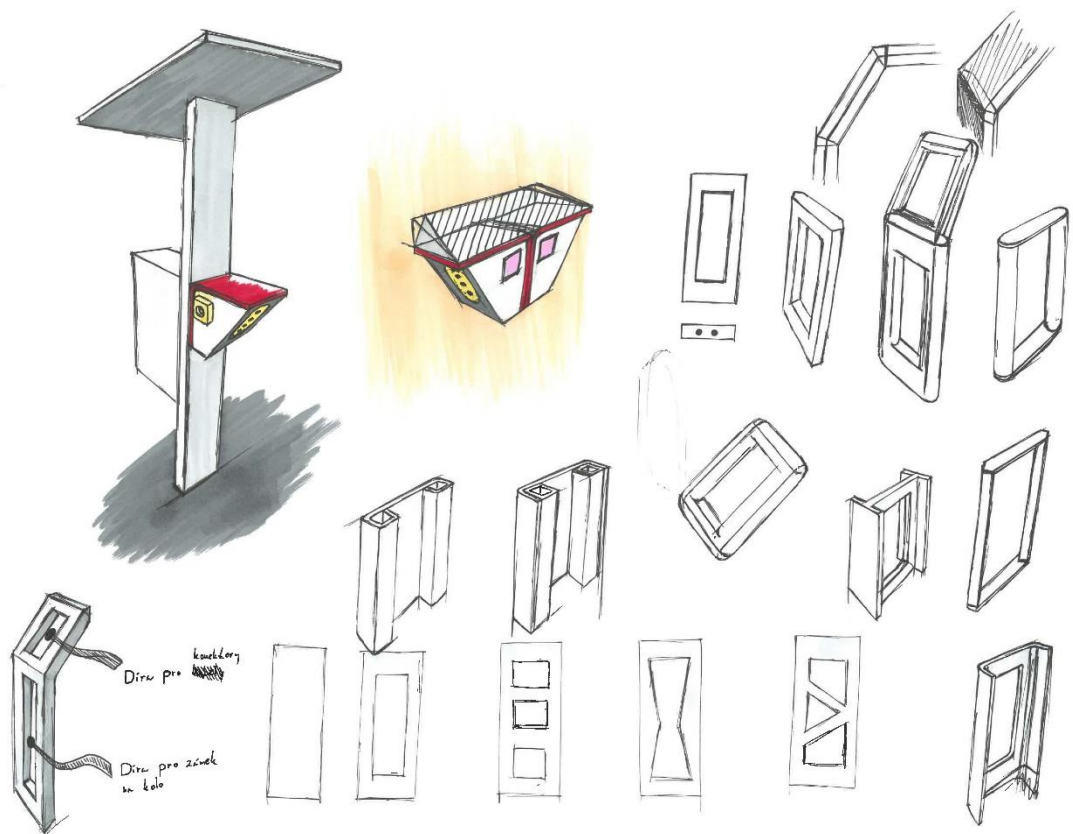


## 4.8 Řešení H — „Osekaný šestiúhelník“

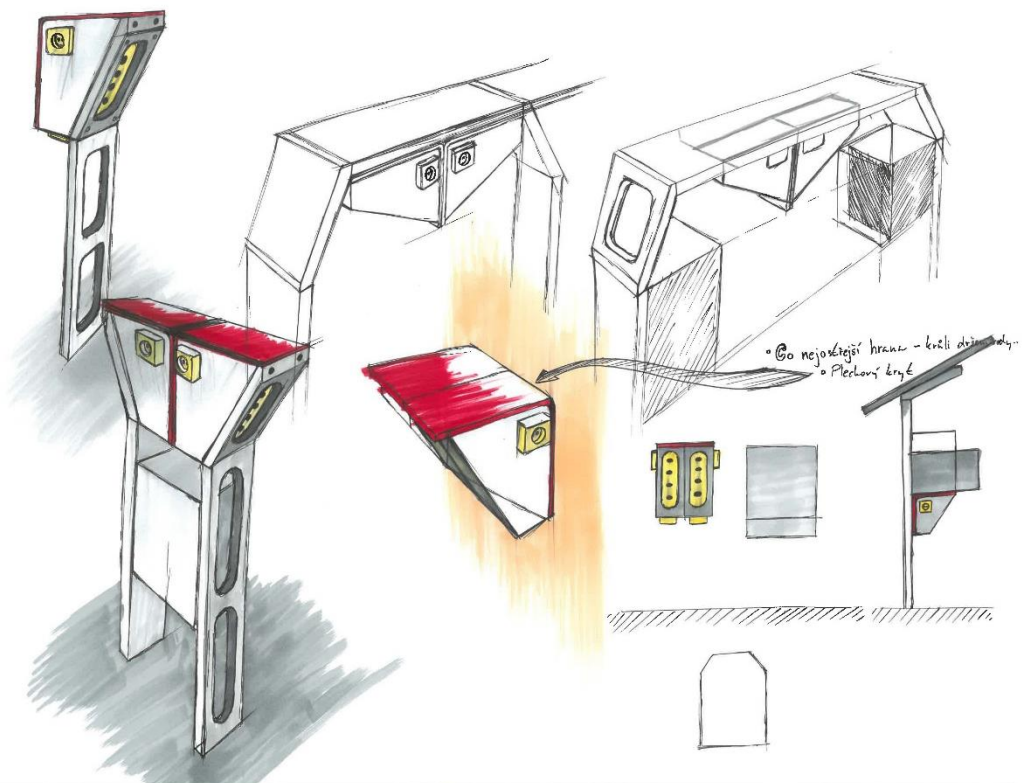
Tvar vznikne osekáním šestiúhelníku dvakrát napůl. Umožňuje šikmý, horizontální ploše blížký sklon pro lepší přístup ke konektorům a možnost párování stanic vedle sebe (díky zrcadlové symetrii je zde i možnost dát nabíjecí boxy zrcadlově k sobě). Toto řešení jsem rozpracoval podrobněji, vyzkoušel různé varianty kombinací konektorů a zásuvek, tvarových detailů a estetických výrazů. Nakonec jsem však i tento tvar opustil, respektive ho přetvořil ve variantu finální. Problém byl v tom, že sklonem velmi přečnívá v horní části do prostoru, všechny konektory jsou umístěny pod sebou a při dobíjení více elektrokol by se křížily a sklon je pouze v jednom směru. Zde by v případě prostorového řešení nastal opět problém s potřebou zastřešení stanice, aby nepršelo přímo na konektory v případě bočního deště. V průběhu práce jsem také naznal, že spojení stanic vedle sebe je nepravděpodobné, protože současná řešení stanic, které nabízí obvykle 4 až 6 konektorů k dobití, jsou málokdy obsazena maximálně a tato možnost spojení by se tedy využila pouze výjimečně.



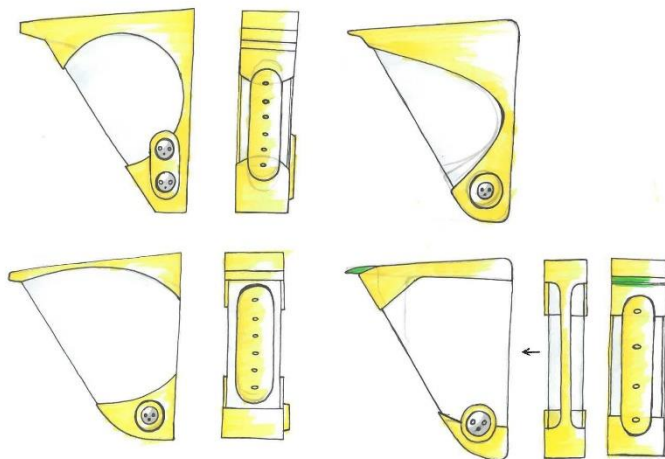
Obr. 38: Skica k řešení H – 01



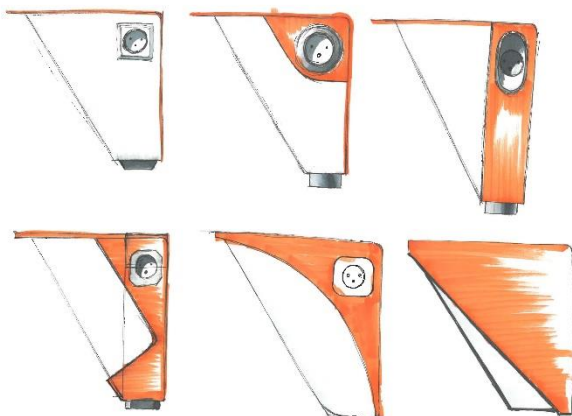
Obr. 39: Skica k řešení H – 02



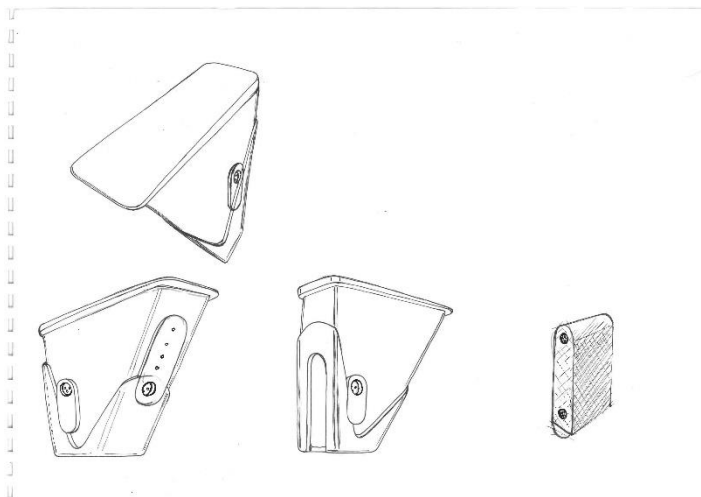
Obr. 40: Skica k řešení H – 03



Obr. 41: Skica k řešení H – 04



Obr. 42: Skica k řešení H – 05



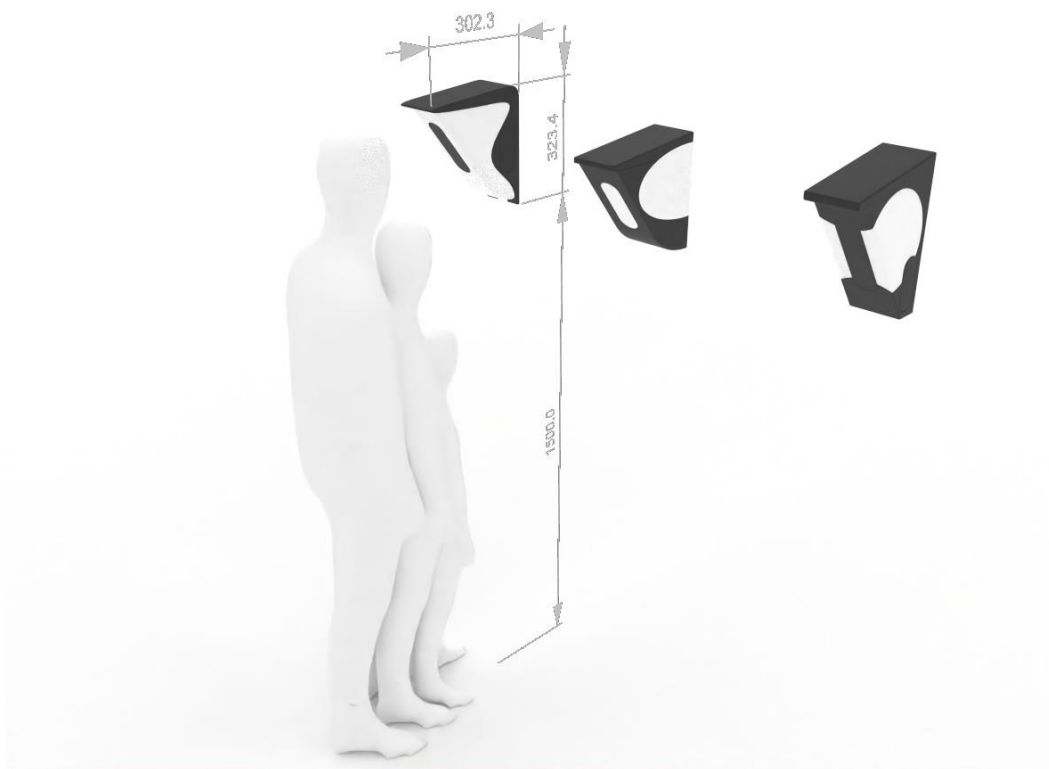
Obr. 43: Skica k řešení H – 06



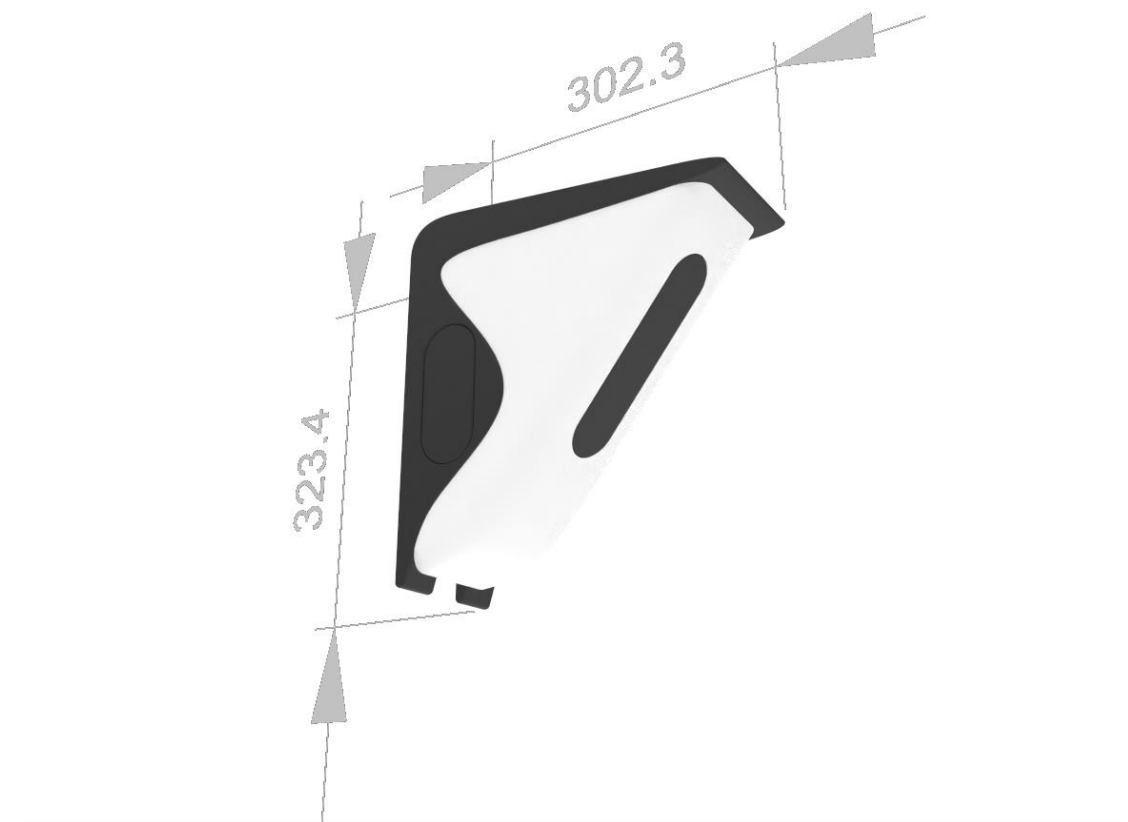
Obr. 44: Hmotová studie řešení H – verze 01



Obr. 45: Hmotová studie řešení H – verze 02



Obr. 46: Hmotová studie řešení H – verze 03



Obr. 47: Hmotová studie řešení H – verze 04



Obr. 48: Kartonové modely 1:1 k řešení H



Obr. 49: Kartonový model 1:1 řešení H

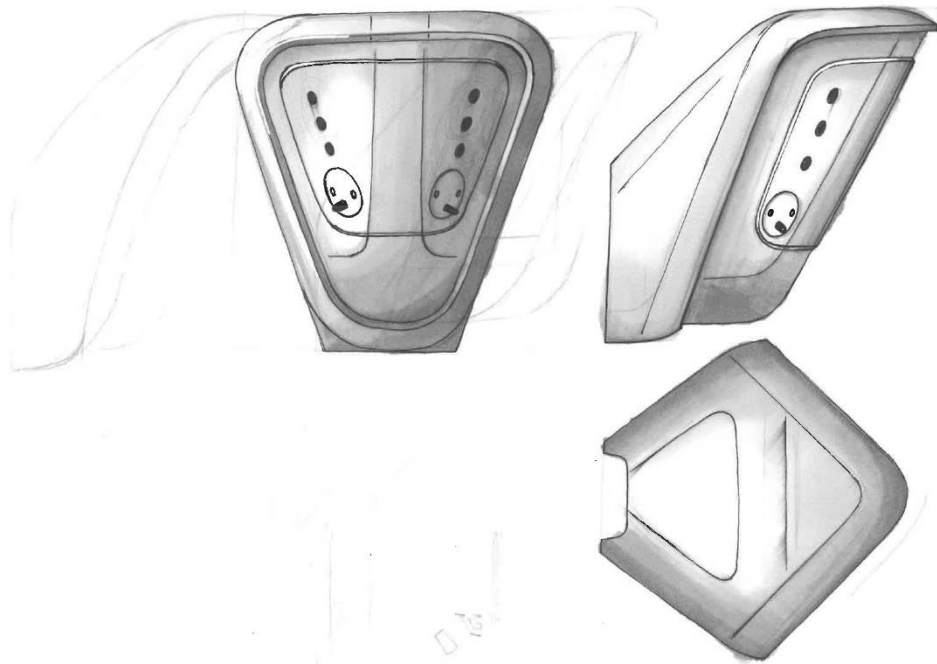
## 4.9 Syntéza — finální řešení stanice

U finálního řešení stanice pro mě bylo důležité zaměřit se na tvar samotné nabíjecí stanice s ohledem na důležité aspekty, které jsem si vytyčil během analýzy a které vyvstaly během hledání řešení. Oproti ostatním řešením sice toto vypadá na první pohled složitěji, je to však pouze upravený tvar otočeného, sklopeného a osekaného čtverce, který dodává stanici rozpoznatelnost.

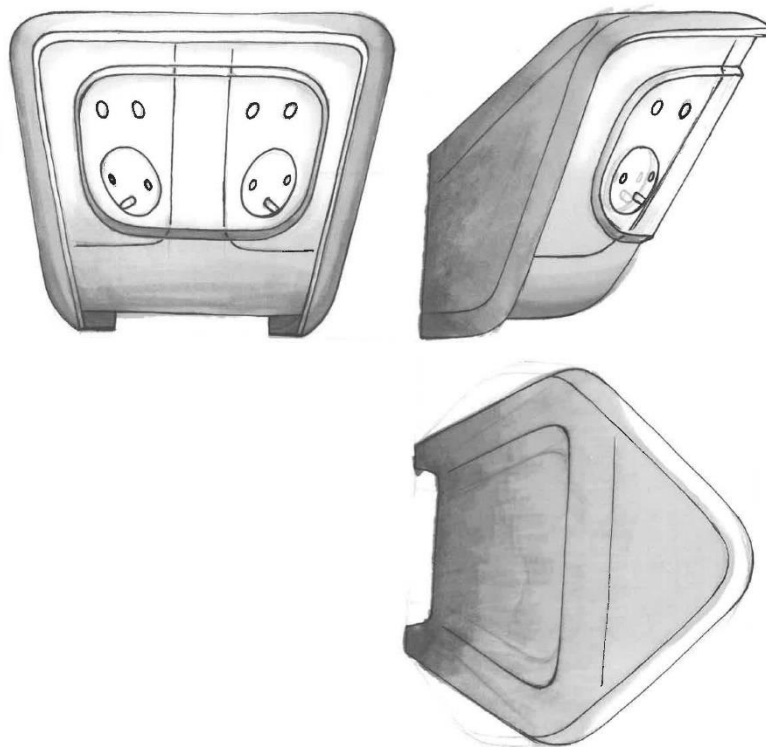
Dále jsem upřednostnil jedinečný a rozpoznatelný tvar ve vztahu k ostatním prvkům, jako jsou například box na kabely, nebo servisní box. Jednak by v případě samostatného, nezřídka využitého samostatného užití nabíjecí stanice, tedy bez příslušenství v podobě boxu na kabely, nebo servisním stojanem/boxem, tato stanice nevypadala tak dobře, jako když by byla sestavena v celku a nemusela by být v prostoru signifikantním prvkem a zadruhé jsem toho názoru, že by pro uživatele mělo být jasně rozpoznatelné, co je v daném prostoru důležité.

Kromě toho pro mě bylo podstatné vyřešit ergonomii a díky tomuto tvaru je stanice dobře dostupná lidem nízké i vysoké postavy. Díky sklopení je potom možné posunout stanici výše, na předepsaný rozměr 145 cm od spodní hrany boxu a zhoršit tak přístupnost ke konektorům dětem mladším deseti let, které bez osoby starší patnácti let nesmí zařízení dle zákona sami používat.

Další výhodou řešení je, že díky rozdělení na dvě části po třech konektorech nad sebou, které jsou vzájemně naklopeny o 113°, je menší pravděpodobnost, že se budou dobíjecí kabely plést mezi sebou a ke stanici bude dobrý přístup z čelní strany stanice. Nasměrování vývodů konektorů také usnadňuje prostorové řešení. S tímto konceptem pracuje firma Bike-energy a díky tomu, že se v praxi osvědčil, jsem tento princip adaptoval svému řešení.

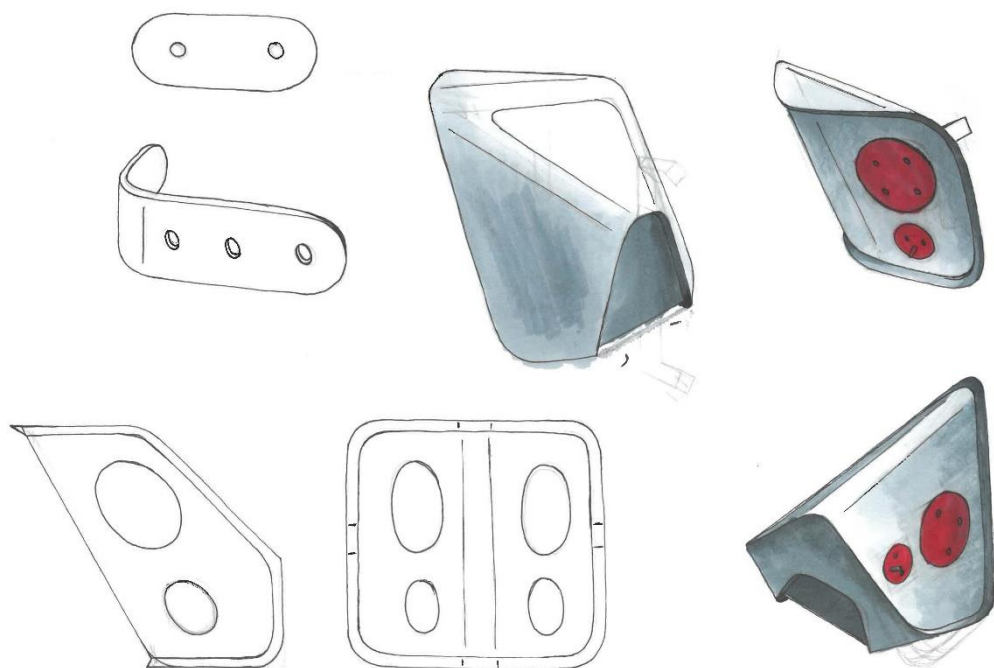


Obr. 50: Skica k finálnímu řešení - 01

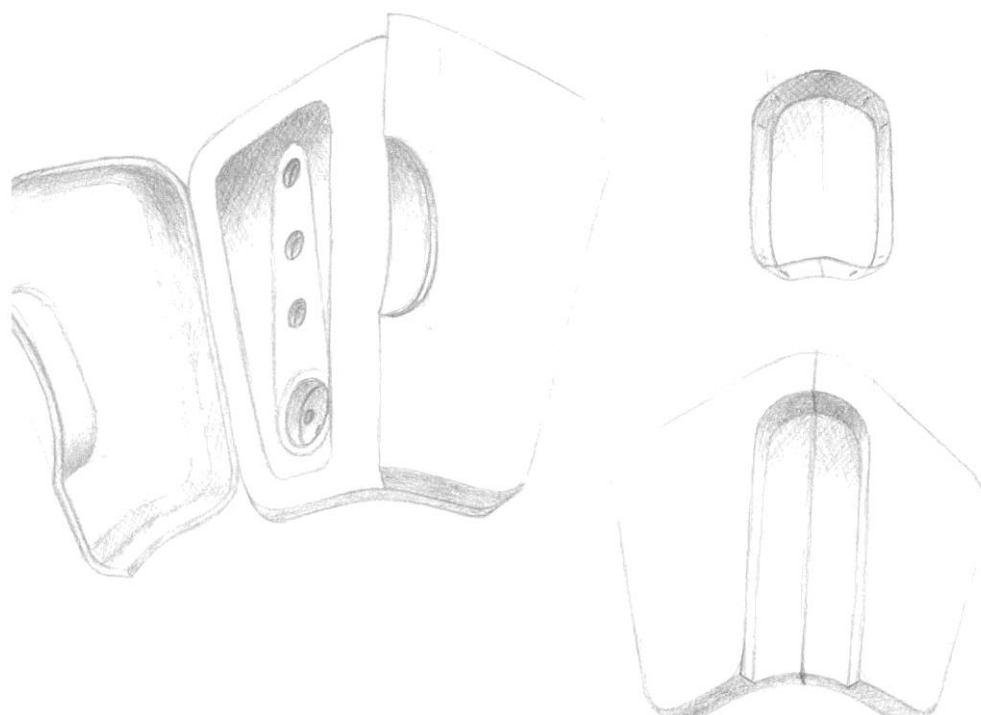


Obr. 51: Skica k finálnímu řešení - 02

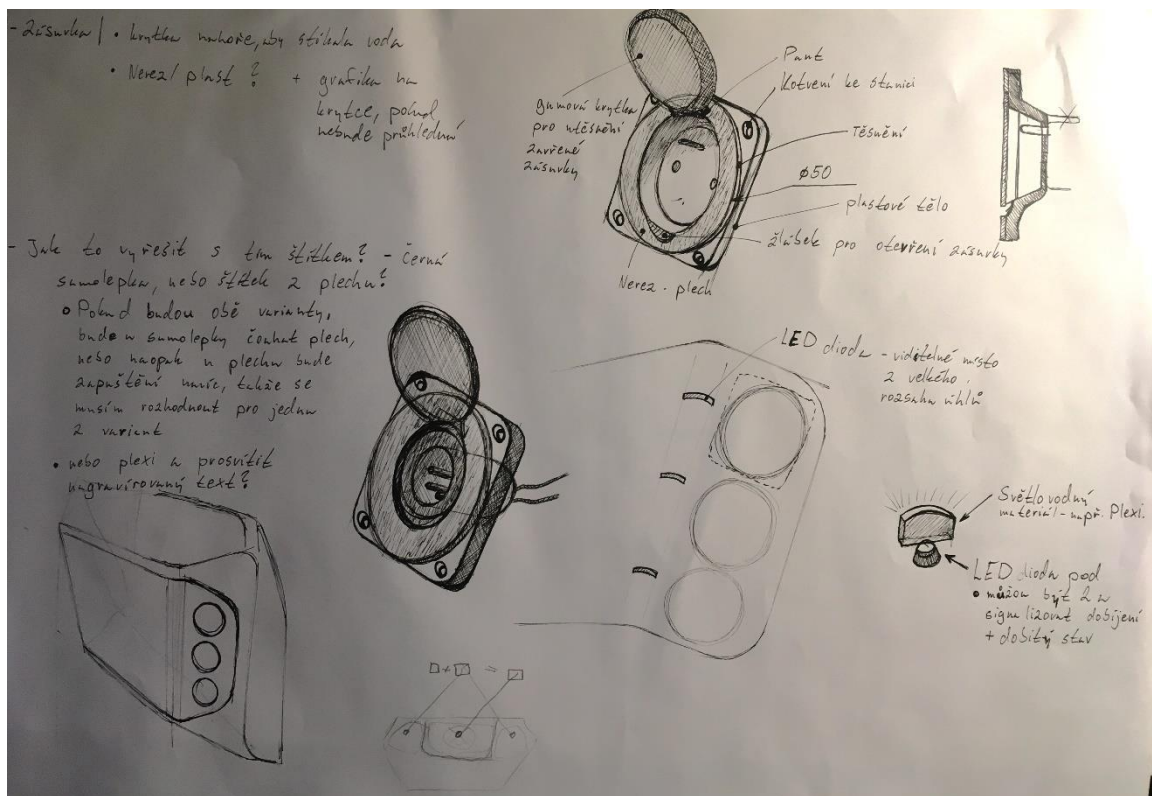




Obr. 52: Skica k finálnímu řešení - 03



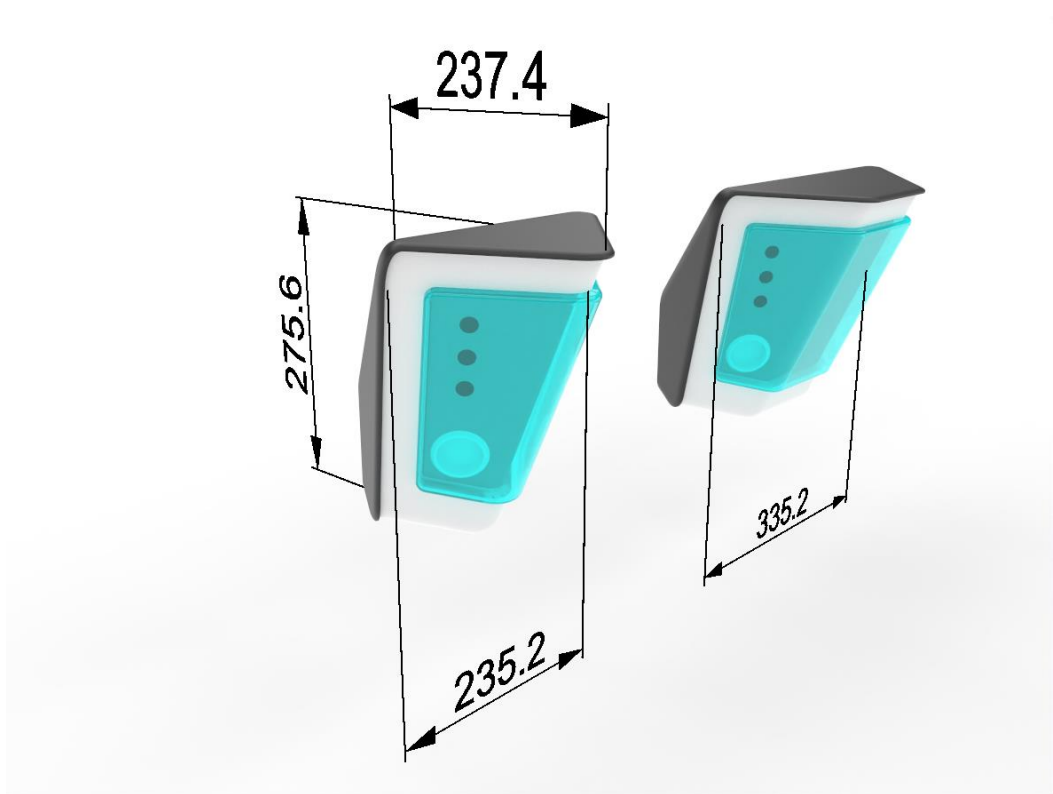
Obr. 53: Skica k finálnímu řešení - 04 – detaily ovládacího panelu



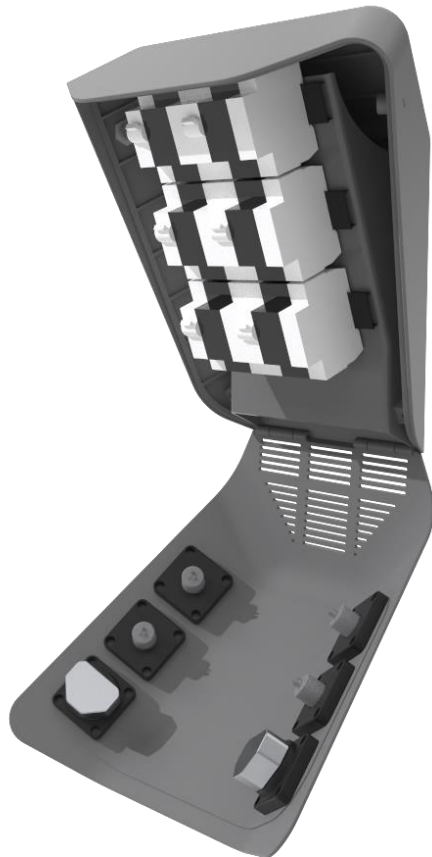
Obr. 54: Skica k finálnímu řešení - 05 – detaily konektorů a světelného indikátoru



Obr. 55: Hmotová studie finálního řešení - 01



Obr. 56: Hmotová studie finálního řešení - 02



Obr. 57: Hmotová studie finálního řešení s ohledem na zástavbu elektrotechnických komponent

## 5 Prototypování a testování

### 5.1 Prototypování stanice

Na prvotních návrzích jsem zjistil, jak dobře jsou ergonomicky přístupné konektory, že je vhodné zvolit v tomto případě umístění pod úhlem, aby nemusely být stanice v prostoru schované pod střechou a aby byly dobře dostupné různým výškám postav. Protože jsem vyráběl modely v měřítku 1:1, bylo zřetelné, že některé návrhy jsou prostorově příliš obsáhlé, což pro dobíjecí stanici není často vhodné, jelikož je to prvek k provozovně doplněný, ve většině případů nikoliv jako součást návrhu budovy, a tedy by dle mého názoru neměl být v prostoru dominantou. Z toho důvodu jsem se odklonil od prostorových řešení, znázorněných na fotografii, i přes to, že by fungovaly zároveň jako stojan.

V případě stanice otáčené k uživateli, která se na první pohled zdála být dobrým a levným nápadem, jsem si po vyzkoušení tohoto konceptu ověřil, že by od používání spíše odrazovala, pravděpodobně by ji správně používal málokdo, a navíc je u řešení problém otáčení a s tím spojená větší poruchovost zařízení. Díky testování kartonových modelů jsem postupně mohl nevhodné varianty vyřazovat, až jsem nakonec přišel na řešení nejvhodnější.

Již od prvních návrhů jsem pracoval s kartonovými modely, a ne jinak tomu bylo u finálního řešení. Prvotní řešení vypadala jednodušeji a byla prostorově velmi úsporná, avšak po upřesnění informací, jaké prostorové požadavky bude tato stanice mít, aby správně technicky fungovala, jsem musel tvary upravit a celou stanici zvětšit. Za pomocí softwaru Rhino8 jsem navrhnul vždy několik možných tvarů ve 3D digitálním prostoru, ze kterých jsem si vybral ty, které vypadaly nejatraktivněji a ty jsem následně zpracoval do fyzických, kartonových modelů, na kterých jsem měl možnost vidět, zda vyhovuje přístupnost ovládacích prvků a proporce produktu. Tímto způsobem jsem vytvořil několik modelů, na kterých jsem dobře viděl, jak spolu korespondují proporce a velikosti prvků. Po vyhodnocení těchto modelů jsem naopak vytvořil fyzické modely, které jsem reverzně přenesl do digitálního prostoru, abych zde mohl variovat zaoblení, nebo barevné a grafické řešení stanice s realistickým zobrazením výsledného produktu. Práci v digitálním prostoru jsem využil i k tomu, abych si u modelů ověřil, jestli lze do vnitřního prostoru stanice umístit všechny technické prvky.

Potom, co jsem vyrobil kartonový model stanice, který mi proporcerami vyhovoval a vyhovoval i po technické a ergonomické stránce, jsem řešil vnější detaily, jako zaoblení, přesah okraje spojení výklopného a pevného dílce, způsob zvýraznění ovládacích prvků a jejich návaznost na grafické zpracování tak, aby tvořily vizuální celek. K tomu, abych si ověřil, že budou tyto prvky dobře vypadat a fungovat, jsem po vybrání nejlepších skic ověřil tyto prvky opět na fyzických modelech. K tomu mi pomohl kartonový model, který posloužil jako forma, kterou jsem následně vyplnil nízkoexpanzní pěnou. Po vytvrdnutí jsem vytvořil realistický model i s detaily, které mi vyhovovaly.

Protože je ovládací panel částí nejdůležitější pro uživatele, věnoval jsem zde pozornost všem detailům, od sjednocení konektorů s grafikou, přes vlastní návrh konektorů s krytkami, po světelnou signalizaci k dobíjení.

Protože by hlavní části finálního modelu byly vyrobeny vstřikolísaváním plastu do formy, což je drahá technologie, rozhodl jsem se je vytisknout na 3D tiskárně z materiálu ABS, který by na tyto díly byl použit v případě výroby sériové. Díky tomu, že nemají tyto dva díly žádný úhel menší, než 90°, bylo by po technologické úpravě vnitřních částí dílců možné hlavní plochy vyrábět vakuováním, což by výrazně zlevnilo počáteční investice do výroby produktu.



Obr. 58: Kartonové modely 1:1 finálního řešení



Obr. 59: Testování dostupnosti zásuvek a ergonomické dostupnosti – osoba výšky 175 cm



Obr. 60: Testování ergonomické dostupnosti



Obr. 61: Testování dostupnosti zásuvek a ergonomické dostupnosti – osoba výšky 160 cm



Obr. 62: – Výroba pěnového modelu formováním pěny do kartonového modelu



Obr. 63: Vyformovaný model

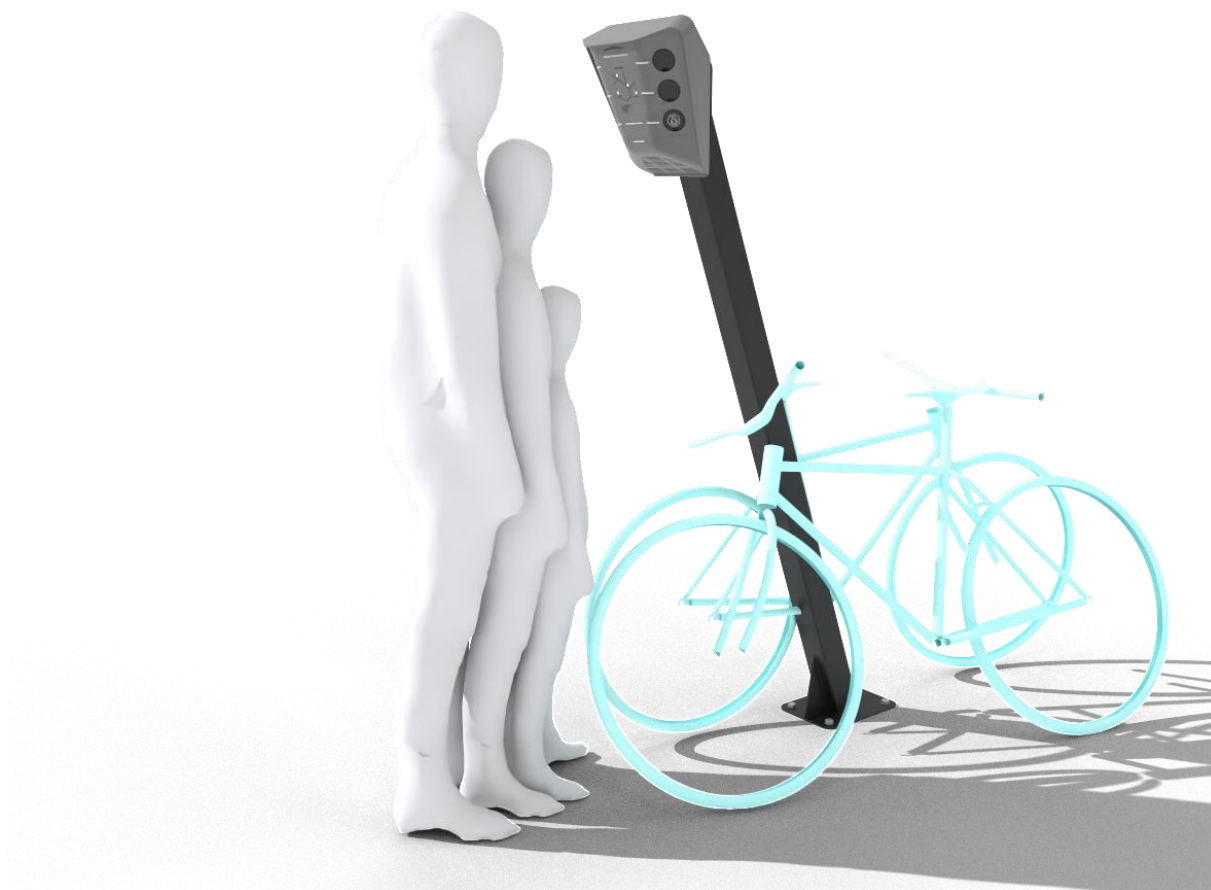


Obr. 64: Zpracování zasádrovaného pěnového modelu pro vyzkoušení detailů



## 6 Výsledný návrh

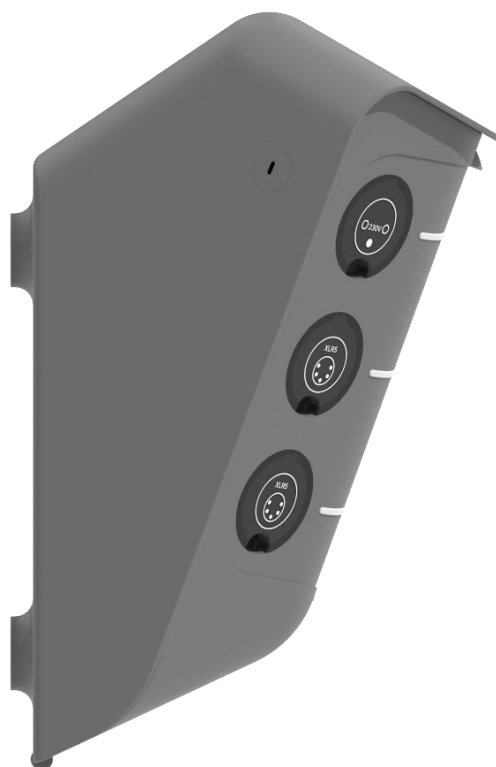
Výsledným návrhem jsem zpracoval poznatky z testování, kde se ukázaly nedostatky 3D navrhování prototypů za pomoci počítače, které byly fyzickým modelováním přepracovány a vhodně upraveny. Sjednocení celkového tvaru dobíjecí stanice, grafiky, barev a funkčních prvků, uspořádání funkčních prvků, jejich variabilita, ohled na ergonomii a dobré přístupy, způsob otevírání stanice a následný přístup k elektrickým komponentům, viditelnost důležitých částí stanice i za snížených světelných podmínek, stupně krytí a odolnost proti nárazu, nebo vandalismu. Z tohoto výčtu proměnných bylo třeba zpracovat je do soudržného celku, aby byl výsledný návrh promyšlený a konkuroval trhu.



Obr. 65: Výsledný návrh dobíjecí stanice včetně stojanu pro prostorové řešení



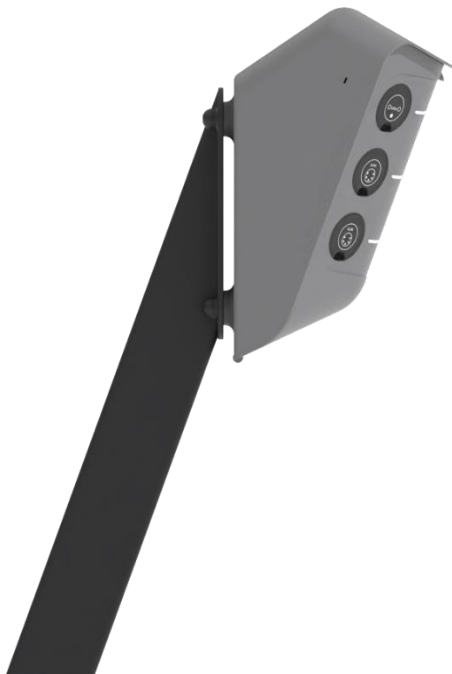
Obr. 66: Výsledný návrh dobíjecí stanice samostatně. Pohled z čela



Obr. 67: Výsledný návrh dobíjecí stanice samostatně. Pohled z boku



Obr. 68: Pohled z boku na otevřenou dobíjecí stanici



Obr. 69: Dobíjecí stanice z boku ukotvená do stojanu



Obr. 70: Pohled na dobíjecí stanici samostatně

## 6.1 Konektory

Díky pokroku technologie umožňujícího na straně dobíjecí stanice využít pouze jeden konektor, který zajistí dobíjení všech třech komunikačních typů elektrokol, jsem se rozhodl využít této možnosti a navrhnul jsem stanici s ohledem na tuto skutečnost. Do kruhových výřezů se nainstaluje konektor XLR-5, nebo Energy-bus, podle země, ve které je daný typ rozšířený, případně zásuvka na 230V pro elektrokola, která nemají možnost dobíjení kabely na místě.



Obr. 71: Detail zásuvky a konektoru s otevřenými krytkami

## 6.2 Světelná signalizace

Z estetického hlediska mi nevyhovovalo pouze nainstalovat světelnou diodu signalizace dobití akumulátoru, a proto jsem navrhnul koncovky, prosvícené LED diodou, které díky pozici v zaoblení umožní vidět stav dobití z širokého úhlu v prostoru. Koncovky jsou vyrobené z Polymethylmethakrylátu (PMMA), známého jako plexisklo, pro své vynikající světlovodné vlastnosti v hranách.



Obr. 72: Světelná signalizace aktivně zapojeného konektoru (modré světlo) a dobitého akumulátoru (zelené světlo)

## 6.3 Grafické řešení

Protože je grafická komunikace značky, která stanici provozuje a informace k dobíjení zásadní, sjednotil jsem prostor pro grafickou část s ovládacími prvky do jednoho opticky sjednoceného celku. Do prostoru je možné vlepit samolepku s natisknutou grafikou, nebo v případě dražší varianty, kdy je do ovládacího panelu vsazený nerezový plech, může být tato grafika na plech vygravírována.



Obr. 73: Grafické řešení ovládacího panelu

## 6.4 Barevné řešení

Pro hlavní plochy jsem vybral mírně tmavě šedou barvu, která je neutrální, neupozorňuje na sebe, a tak neruší okolní prostor. Dobře na ní také vynikne ovládací panel s bílou a černou grafickou částí, nebo nerezový plech s vygravírovanou grafikou.



Obr. 74: Výběr barevných variant



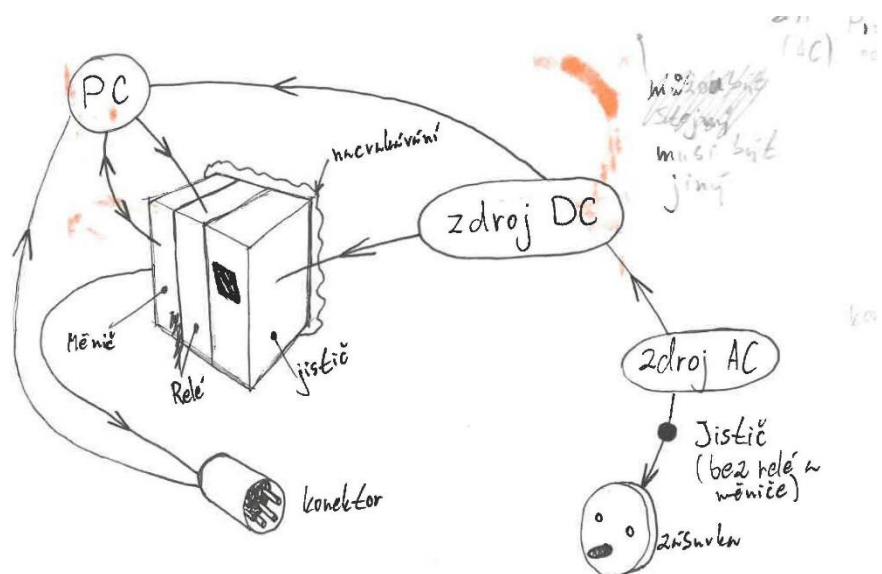
Obr. 75: Vybrané barevné řešení

## 6.5 Technologie

To zásadní, díky čemu dobíjecí stanice funguje, je zákazníkům skryto. Aby byla dobíjecí stanice realizovatelná, věnoval jsem pozornost i technologii, která pracuje na pozadí dobíjení. Za pomoci odborníka Kryštofa Jelínka jsme sestavili funkční schéma elektrických rozvodů a po vytipování elektrických komponentů, které by pro stanici byly vhodné, jsem získal rozměry, které mi umožnily vytvořit stanici realizovatelnou.

Do stanice vstupuje zadní membránovou průchodkou elektrický kabel se střídavým proudem. Na konci tohoto kabelu je konektor IEC 60320, který se standardně používá k napájení například stolních počítačů. Druhá část konektoru je již připojena k hlavní desce. Z jedné strany, pokud si zákazník zvolí instalaci zásuvky do dobíjecí stanice, se propojí kabelem přímo do jističe a z jističe vede propojení již do zásuvky. V případě XLR, nebo Energy-bus konektorů vede z IEC konektoru propojení do zdroje, v tomto případě transformátoru, který mění střídavý proud na stejnosměrný. Odtud vede spojení do počítače, který musí být tzv. CAN protokolem naprogramovaný, aby rozpoznával a komunikoval s baterií v elektrokole, ale také s měničem a s relé. Z transformátoru také vede spojení do jističe pro konektory v dobíjecí stanici. Z jističe potom vede spojení do relé, které je spínáno pomocí počítače. Z relé ještě musí pokračovat cesta do měniče, protože není jednotné napětí pro elektrokola a bez tohoto dílu by bylo nutné zvolit jedno napětí, kterým se elektrokola mohou dobíjet a ostatní elektrokola by nebylo možné dobít. Jistič, relé a měnič jsem spojil v jeden celek, aby bylo možné tento celek nasadit na tzv. DIN lištu, která se k připojování těchto součástí používá. Z měniče poté už vede přímé spojení do konektoru v ovládacím panelu.





Obr. 76: Technické schéma propojení elektrotechnických součástí s hlavním směrem komunikace



Obr. 77: Pohled na sestavu jističů, relé a měničů pro jednotlivé konektory, při otevření víka stanice



Obr. 78: Kryt elektronické pájené desky, který zároveň slouží jako držák sestav jističů, relé a měničů, a zároveň funguje jako přepážka pro proudění vzduchu větracími mřížkami, aby se chladily součásti, především transformátor stejnosměrného proudu



Obr. 79: Za krytem umístěná pájená deska s hlavními komponentami přívodu zdroje, počítače (černá krabička) a transformátoru (světle šedá krabička)

## 6.6 Detaily uvnitř stanice

Vnitřní stranu jsem pro zvýšení tuhosti a odolnosti proti vandalismu vyztužil žebrováním v místech, kde se nenachází elektrické komponenty. Límec okolo spoje pevné a otevírací části umožňuje utěsnit stanici a zajistit jí tak vyšší stupeň krytí. Je zde kotvení tzv. DIN lišty, na kterou se upevňují jističe a další prvky ke stanici potřebné. Za lištami je kryt, který plní funkci přepážky. Tato přepážka umožňuje vedení vzduchu funkčními částmi stanice, které potřebují chladit. Především se jedná o potřebu chlazení transformátoru. Proudění vzduchu potom umožňuje větrací mřížka ve spodní části krytu a ventilátor.



Obr. 80: Za deskou je zádová část těla stanice s otvory pro instalaci do zdi

## 6.7 Stupeň ochrany

Stupeň ochrany, značený IP (Ingress protection), je univerzální celosvětový systém, kterým se označují produkty, které přicházejí do styku s vlivy vnějšího prostředí, jako je například prach, nebo vlhkost. Mé řešení je koncipováno na stupeň krytí IP54, kde první číslovka, v tomto případě 5, znamená částečnou ochranu před prachem a druhá číslovka, zde číslo 4, znamená odolnost proti tryskající vodě pod libovolným úhlem. Voda míří tryskou o průměru 6,3 mm průtokem 12,5 l/m za tlaku 30 kN/m<sup>2</sup> po dobu nejméně tří minut ze vzdálenosti 3 metry. [31]

## 6.8 Materiály

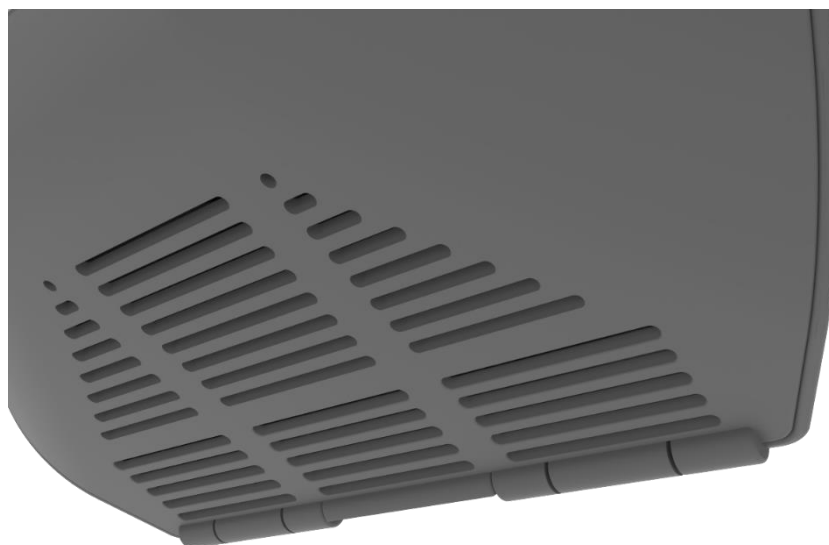
Akrylonitrilbutadienstyren, známý pod zkratkou ABS, je termoplastický kopolymer, široce využívaný v průmyslovém prostředí pro svou vynikající odolnost proti poškození, houževnatost, tuhost a dle typu odolnost proti vysokým, nebo nízkým teplotám. Je velmi málo nasákavý, zdravotně nezávadný a chemicky skvěle odolný. Díky těmto vlastnostem jsem ABS vybral pro výrobu hlavních dílů dobíjecí stanice. Díky tomu že je termoplastický, je kromě vstřikování možné tyto díly vakuově tvarovat a tím umožnit levnější výrobu menšího počtu kusů, což jsem zmiňoval v předchozí kapitole. [32]

Polymethylmethakrylát, zkr. PMMA, většinou známý pod názvem „akrylátové sklo“, nebo častěji „plexisklo“, je polymer s vlastnostmi termoplastu. V mém použití je zvolen jako tvarová dioda, protože je to vynikající světlovodný materiál a je možné tvar vypálit pomocí laseru, nebo ho vyfrézovat na plotrové fréze. [33]

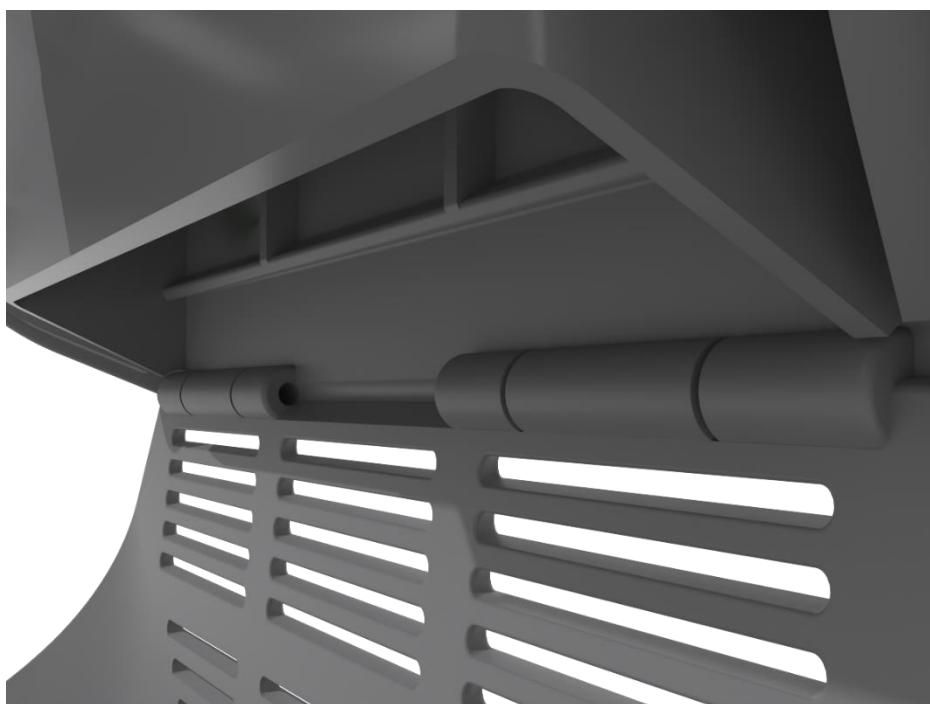
Korozivzdorná ocel, pro kterou je vžitý termín nerezová ocel, je materiál, který má velmi vysokou odolnost proti korozi. Je to z důvodu, že je ocel vysoce legovaná prvky, které této korozi brání. Může to být například až 30 % chromu. Dalšími legurami mohou být například nikl nebo mangan. Většinou se tato ocel vyrábí v podobě plechu. Časté užití je kromě potravinářství a chemického průmyslu, kde je využíván pro svoji chemickou čistotu, na reprezentativní účely pro svoji hodnotu estetickou. Pro poslední zmíněný důvod jsem se ho rozhodl využít jako možnou plochu ovládacího panelu, kterou je možné v prostoru pro grafiku gravírovat. [34]

## 6.9 Technické detaily

Jak již bylo zmíněno, technické detaily jsou řešeny především v části ovládacího panelu. Je možné zvolit barevný, nebo nerezový plech, kterým se vyplní prostor ovládacího panelu. Dalším detailem je přesahující límeč spoje hlavních plastových dílů, který je zde z důvodu ochrany před deštěm. Dále otvory pro sání a výfuk vzduchu a na zadní straně kotvící díry.



Obr. 81: Větrací mřížka. Zezadu výfuk vzduchu pomocí větráků uvnitř stanice, vepředu jsou naopak mřížky pro sání. Mezi nimi je uvnitř stanice již zmíněná přepážka pro cirkulaci vzduchu v celém objemu stanice



Obr. 82: Panty ve spodní části stanice



Obr. 83: Kotvení stojanu do zadní části stanice



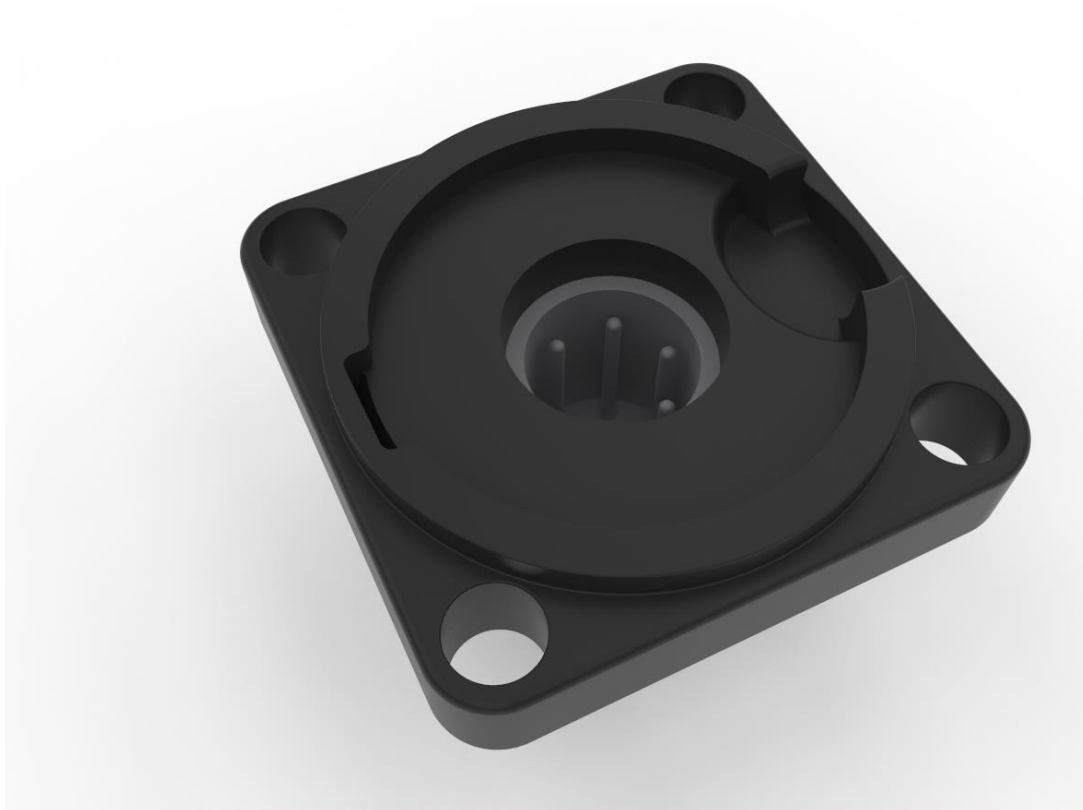
Obr. 84: Zádová část dobíjecí stanice samostatně



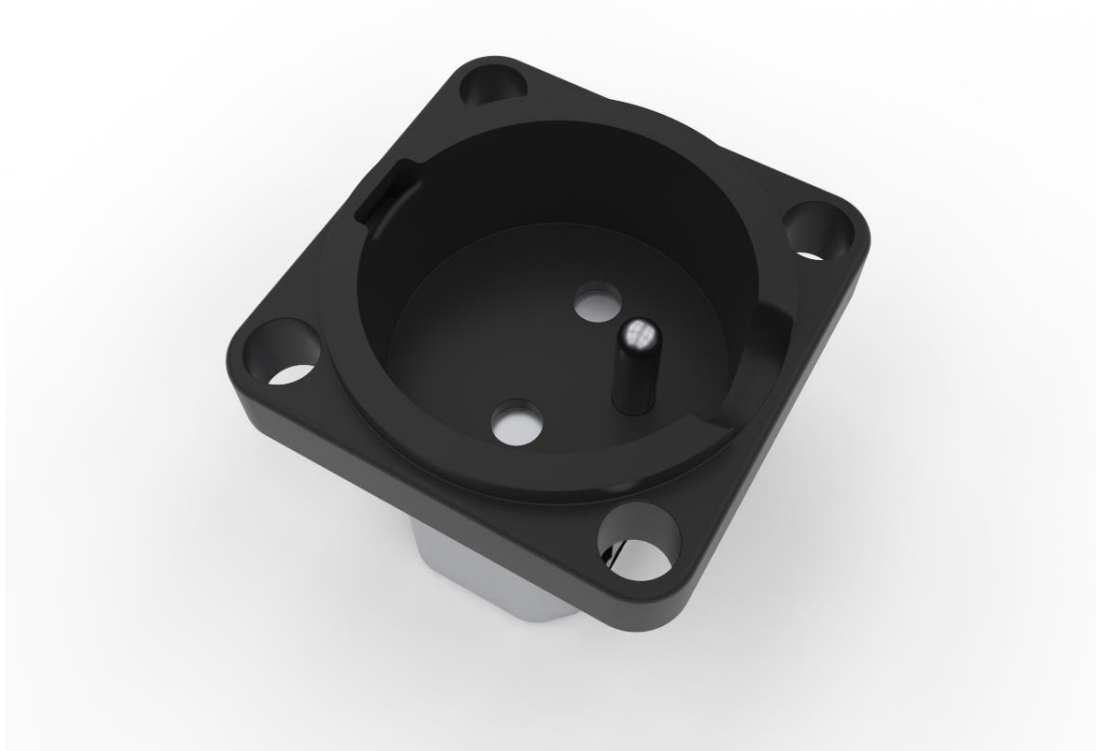
Obr. 85: Madlo pro otevírání krytu dobíjecí stanice



Obr. 86: Detail zapuštěného skrytého zámku pro odemykání stanice.  
Zámek je na obou stranách stanice



Obr. 87: Detail krytky s konektorem XLR-5



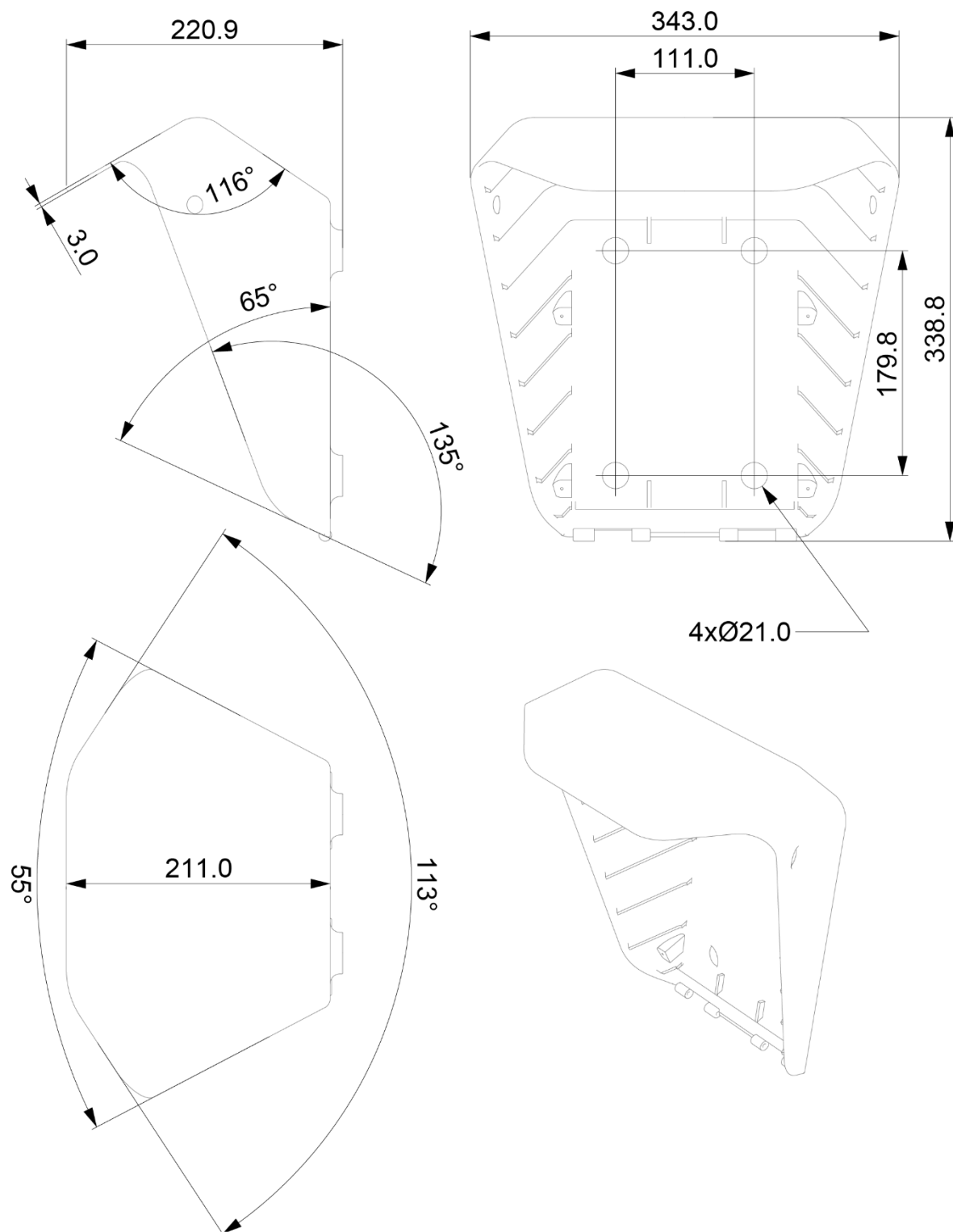
Obr. 88: Detail zásuvky na 230 V (střídavý proud)



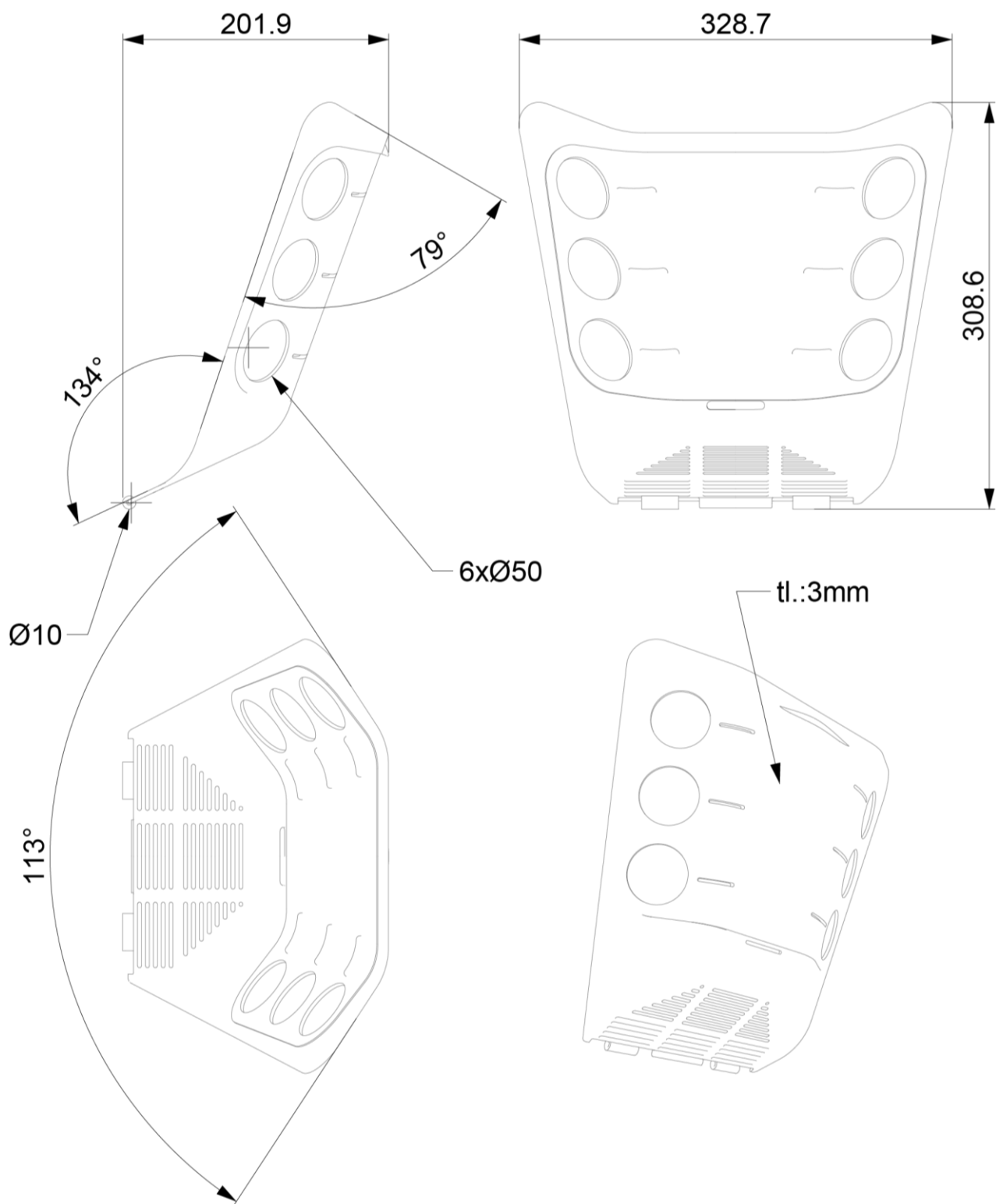
## **6.10 Ekologický přínos**

Samotná dobíjecí stanice není a ani nemůže být vyrobena z rozložitelných ekologických materiálů, avšak samotný přínos dobíjecí stanice s univerzálními konektory výrazně sníží potřebný počet elektrických kabelů. Kromě toho zjednoduší proces dobíjení, což pozitivně přispěje k nárůstu zájmu o cyklo-dopravu, která je i v případě elektrokol vždy udržitelnější než jiné druhy dopravy.

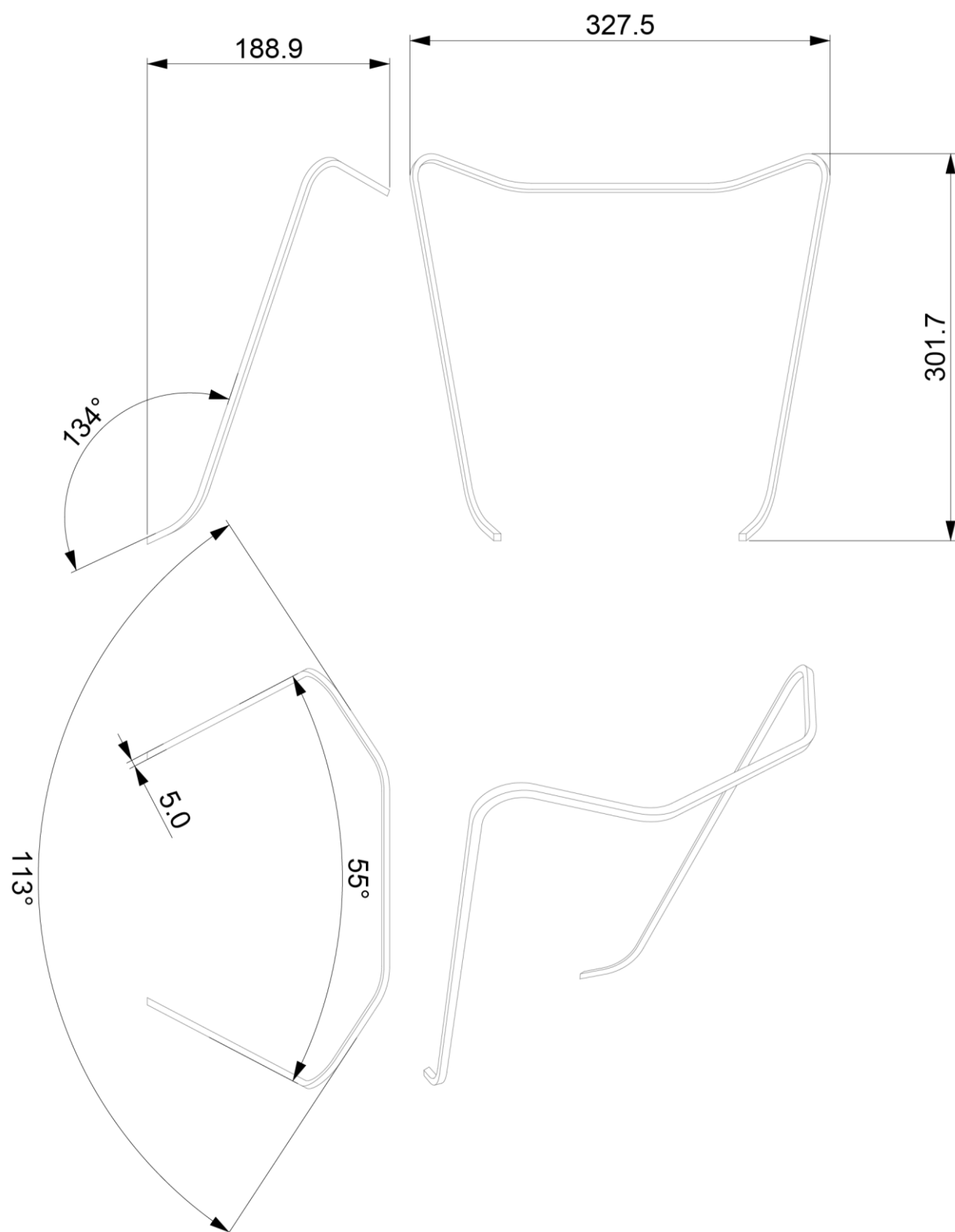
## 7 Technická dokumentace



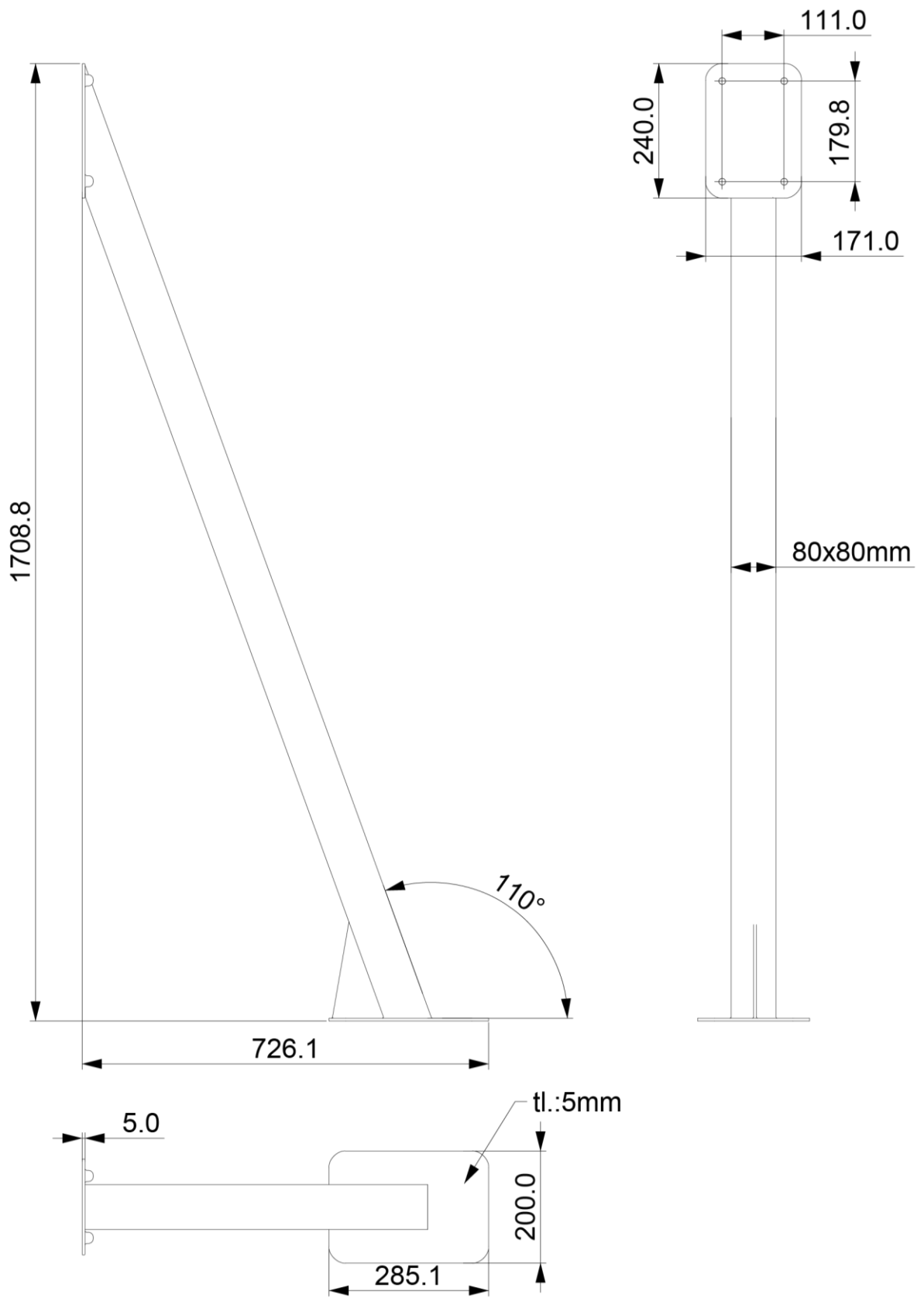
Obr. 89: Hlavní, pevné plastové tělo. Měřítko 1:5



Obr. 90: Otočné plastové tělo. Měřítko 1:5



Obr. 91: Těsnící límec. Měřítko 1:5



Obr. 92: Stojan do volného prostoru. Měřítko 1:10

## 8 Závěr a reflexe

S výsledky své práce jsem spokojen. Během semestru jsem vyčerpал velké množství možností, jak by mohla dobíjecí stanice vypadat a jaký by měla mít výraz. Jsem rád, že jsem nepodcenil tvorbu fyzických modelů, abych si ověřil parametry produktu, protože mi většinou odhalily nedostatky, které jsem mohl v následujících návrzích zapracovat a ve 3D softwaru, ani na skice by nebyly vidět.

Navzdory tomu, že jsem na začátku projektu měl vidinu jedinečného produktu, jsem rád, že nakonec vznikla stanice, která se zásadně nevymyká ostatním, čímž se stává rozpoznatelnou. Tím, že se v současné době otevírá možnost technologického pokroku dobíjení, beru zapracování této technologie jako velký posun směrem k jednoduššímu dobíjení. Kromě technologie jsem rád za zlepšení ergonomie produktu.

K ochraně proti vnějším podmínkám přispívá tvarování a detaily. Zaměřil jsem se především na ochranu před deštěm, což je pro fungování stanice zásadní.

Věřím, že by produkt měl velkou šanci obstát v konkurenci, díky variabilitě instalace různých konektorů nebo zásuvky, tvarové kompaktnosti, a tudíž univerzálnosti z hlediska umístění, nebo například možnosti instalace stanice jak do prostoru, tak na zeď.

Jsem rád, že byly důležité věci řešeny od začátku a zůstal mi dostatek času na řešení technologie, barevného a grafického zpracování, nebo například sjednocující detaily v podobě konektorů a zásuvek, které jsem mohl promyslet.

Projektem jsem si vyzkoušel komunikaci s oborem, jehož problematika není jednoduchá na pochopení a je velmi obsáhlá. Díky dobré přípravě na rozhovory s odborníky, pozornosti věnované problematice a dohledávání informací s tímto spojených mám jistotu, že jsem do oboru pronikl dostatečně a vím, proč výsledný produkt vypadá takto a ne jinak. Vážím si toho, že mi byly poskytnuty důležité rady k návrhu, ať už z pohledu designérského ve školním ateliéru, tak z pohledu technologického odborníky na problematiku.

## 9 Zdroje, literatura

### 9.1 Zdroje

1. *Jízdní kola: velký obrazový průvodce*. Praha: Knižní klub, 2017, 13s. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-5813-3.
2. *Až 100 tisíc mrtvých, zkáza nebrala konce. Ničivý výbuch sopky téměř nikdo nepřežil* [online]. [cit.2024-05-22]. Dostupné z: <https://zoom.iprima.cz/priroda/nicivy-vybuch-sopky-431046>
3. *Jízdní kola: velký obrazový průvodce*. Praha: Knižní klub, 2017, 28s. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-5813-3.
4. *Historie elektrokol* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://ekolo.cz/historie>
5. *Problematika dobíjecích stanic elektrokol, rozhovor autora s Jakubem Dittrichem: Terminologie oboru* [Elektronická hlasová nahrávka, přepis do textu]. Praha, 2024.
6. 1. říjen: Světový den cyklistiky. Co říkají čísla o Česích na kole? *Welovecycling* [online]. 2019 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.welovecycling.com/cs/2019/10/01/1-rijen-svetovy-den-cyklistiky-cesi-na-kolech-dle-statistik-welovecycling-cr/>
7. Kolik stojí nabíjení elektrokola? *Bike-energy* [online]. 2020 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://bike-energy.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektrokola/>
8. POWERBOX. Kolárna s nabíjecí stanicí. *Powerbox.one* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://powerbox.one/ostrovni-systemy/kolarna-s-nabijeci-stanici/>
9. *E-bike fire on TTC subway was 'rapid and intense,' Toronto Fire says. Here's how it erupted* [online]. CTV Toronto news, 2/2024n. I. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://toronto.ctvnews.ca/e-bike-fire-on-ttc-subway-was-rapid-and-intense-toronto-fire-says-here-s-how-it-erupted-1.6708128>

10. Tilercharge. TILER. *Www.tilercharge.com* [online]. 2024 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.tilercharge.com/>
11. *Problematika dobíjecích stanic elektrokol, rozhovor autora s Jakubem Dittrichem: Terminologie oboru* [Elektronická hlasová nahrávka, přepis do textu]. Praha, 2024.
12. *Problematika dobíjecích stanic elektrokol, rozhovor autora s Jakubem Dittrichem: Terminologie oboru* [Elektronická hlasová nahrávka, přepis do textu]. Praha, 2024.
13. *Problematika dobíjecích stanic elektrokol, rozhovor autora s Jakubem Dittrichem: Terminologie oboru* [Elektronická hlasová nahrávka, přepis do textu]. Praha, 2024.
14. Mezinárodní elektrotechnická komise. *Wikipedia* [online]. 2021, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD\\_elektrotechnick%C3%A1\\_komise](https://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD_elektrotechnick%C3%A1_komise)
15. Mezinárodní organizace pro normalizaci. *Wikipedia* [online]. 2022, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD\\_organizace\\_pro\\_normalizaci#:~:text=Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20organizace%20pro%20normalizaci%20se%20zab%C3%BDv%C3%A1%20tvorbou%20mezin%C3%A1rodn%C3%ADch,druh%C5%AF%20dokument%C5%AF%20ve%20v%C5%A1ech%20oblastech%20normalizace%20krom%C4%9B%20elektrotechniky](https://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD_organizace_pro_normalizaci#:~:text=Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20organizace%20pro%20normalizaci%20se%20zab%C3%BDv%C3%A1%20tvorbou%20mezin%C3%A1rodn%C3%ADch,druh%C5%AF%20dokument%C5%AF%20ve%20v%C5%A1ech%20oblastech%20normalizace%20krom%C4%9B%20elektrotechniky).
16. IEC. *ISO/TS 4210-10:2020*. 2020.
17. *Problematika dobíjecích stanic elektrokol, rozhovor autora s Jakubem Dittrichem: Terminologie oboru* [Elektronická hlasová nahrávka, přepis do textu]. Praha, 2024.
18. *Leader-fox* [online]. 2024 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.elektrokola.cz/znacka-leader-fox>
19. *Apache* [online]. 2024 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.apache-bike.cz/o-nas>



20. LEVIT - NOVÁ ČESKÁ ZNAČKA STARTUJE. *Mtbs.cz* [online]. 2021, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://mtbs.cz/clanek/levit-nova-ceska-znacka-startuje/kategorie/testy-recenze>
21. *Historie elektrokol* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://ekolo.cz/historie>
22. SPECIALIZED. *Electric-bikes* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.specialized.com/cz/cs/electric-bikes>
23. *Jízdní kola: velký obrazový průvodce*. Praha: Knižní klub, 2017, 162-167. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-5813-3.
24. Nabíjení elektrokola. *Nabíjení elektrokola* [online]. 2024, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://powerbox.one/nabijeni-elektrokol/>
25. Závod sun trip 2021. *Elektrokola*. 2022, VIII. ročník(2/2022), 86-91.
26. 2024 : destination Sahara!. *The suntrip* [online]. 2024, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.thesuntrip.com/en/2024-destination-sahara/>
27. VELKÉ SROVNÁNÍ MOTORŮ PRO ELEKTROKOLA. *Topkolo* [online]. 2024, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://topkolo.cz/clanky/velke-srovnani-motoru-pro-elektrokola/>
28. Nabíjení elektrokola. *Nabíjení elektrokola* [online]. 2024, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://powerbox.one/nabijeni-elektrokol/>
29. *Infrastruktura pro nabíjení elektrokol na pracovišti - měli by ji zaměstnavatelé poskytovat?* [online]. Basilej, 2023, 4. července 2023, 1-9 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: doi:10.3390
30. EuroVelo. *Wikipedia* [online]. 2023, 31. 12. 2023, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/EuroVelo>
31. STUPNĚ KRYTÍ IP A STUPNĚ MECHANICKÉ ODOLNOSTI IK. *Tme* [online]. 2019, 20.5.2019, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz/news/library-articles/page/21595/stupne-kryti-ip-a-stupne-mechanicke-odolnosti-ik/>

32. Akrylonitrilbutadienstyren. *Wikipedia* [online]. 2023, 13. 9. 2023, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z:  
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Akrylonitrilbutadienstyren>
33. Polymethylmethakrylát. *Wikipedia* [online]. 2023, 31. 12. 2023, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z:  
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Polymethylmethakryl%C3%A1t>
34. Korozivzdorná ocel. *Wikipedia* [online]. 2024, 13. 4. 2024, 1 [cit. 2024-05-22]. Dostupné z:  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Korozivzdorn%C3%A1\\_ocel](https://cs.wikipedia.org/wiki/Korozivzdorn%C3%A1_ocel)

## 9.2 Obrázky/fotografie

1. Obr. 1: Tabulka potenciálních vhodných míst k řešení s porovnáním kladů a záporů – zdroj: archiv autora
2. Obr. 2: Stojan na jízdní kola, nebo elektrokola ve vlaku od společnosti Trenitalia – zdroj: archiv autora
3. Obr. 3: Vlak společnosti Trenitalia, který nabízí dobíjení elektrokol za jízdy. Piktogram je zřetelně rozpoznatelný již z větší vzdálenosti – zdroj: archiv autora
4. Obr. 4: Dobíjení sdílených elektrokol v italském městě Padova – zdroj: archiv autora
5. Obr. 5: Konektor XLR-5 (samec) – zdroj: archiv autora
6. Obr. 6: Konektor Energybus (samice) - zdroj: [wikipedia.org/wiki/EnergyBus](https://wikipedia.org/wiki/EnergyBus)
7. Obr. 7: Dobíjecí stanice „Point“ od firmy Bike-energy – zdroj: [bike-energy.com/en/charging-stations/#point](https://bike-energy.com/en/charging-stations/#point)
8. Obr. 8: Dobíjecí stanice od firmy Powerbox – zdroj: archiv autora
9. Obr. 9: Dobíjecí stanice od firmy Mybox – zdroj: <https://mybox.eco/produkt/mybox-ebike/>
10. Obr. 10: Dobíjecí stanice Ejoin, včetně přístřešku proti dešti – zdroj: [powerbox.one/nabijeni-elektrokol/](https://powerbox.one/nabijeni-elektrokol/)
11. Obr. 12: Indukční dobíjení pomocí dlaždice a stojánku od firmy Tiler – zdroj: <https://www.tilercharge.com/product>
12. Obr. 12: Externí akumulátor Bosch Power-more – zdroj: [www.bosch-ebike.com/en/products/batteries](https://www.bosch-ebike.com/en/products/batteries)
13. Obr. 13: Vítězný velomobil ze závodu Sun trip 2021 – Zdroj: Závod sun trip 2021. *Elektrokola*. 2022, VIII. ročník(2/2022), s86
14. Obr. 14: Aktuálně nejnovější motor elektrokola Bosch Performance line SX – zdroj: [www.bosch-ebike.com/en/products/performance-line-sx](https://www.bosch-ebike.com/en/products/performance-line-sx)

- 15.Obr. 15: Příklad dobíjecí stanice (bílá) typu wallbox. Stanici je možné umístit na sloup (jako v případě tohoto obrázku), nebo také na stěnu budovy – zdroj: archiv autora
- 16.Obr. 16: Dobíjecí sloup od firmy Lederos – zdroj: archiv autora
- 17.Obr. 17: Dobíjecí sloup od firmy Lederos – detail ovládacího panelu. Cyklista musí vozit nabíječku s sebou a dobíjení je pomalé. Pro celý stojan je použita pouze jedna zásuvka 230 V a dva USB sloty – zdroj: archiv autora
- 18.Obr. 18: Dobíjecí stanice Ejoin s nástrčnými konektory a kabely pevně kotvenými k dobíjecí stanici – zdroj: [product.ejoin.eu/sk/cyklo/nabijacia-stanica-pre-elektrobicykle](http://product.ejoin.eu/sk/cyklo/nabijacia-stanica-pre-elektrobicykle)
- 19.Obr. 19: Kabel s konektorem Energybus z jedné strany a s konektorem Bosch ze strany druhé – zdroj: [powerbox.one/nabijeni-elektrokol/](http://powerbox.one/nabijeni-elektrokol/)
- 20.Obr. 20: Box na nástrčné kabely od firmy Powerbox – zdroj: archiv autora
- 21.Obr. 21: Příklad vhodného stojanu od firmy Urbania – zdroj: <https://urbania.cz/cyklostojanya-cykloboxy/stojan-na-kola-tubo/>
- 22.Obr. 22: Uzamykatelná kolárna ve městě Modena – zdroj: archiv autora
- 23.Obr. 23: Skica k řešení A – zdroj: archiv autora
- 24.Obr. 24: Hmotová studie řešení B – vizualizace 01 – zdroj: archiv autora
- 25.Obr. 25: Hmotová studie řešení B – vizualizace 02 – zdroj: archiv autora
- 26.Obr. 26: Hmotová studie řešení C – Vizualizace 01 – zdroj: archiv autora
- 27.Obr. 27: Hmotová studie řešení C – Vizualizace 02 – zdroj: archiv autora
- 28.Obr. 28: Skica k řešení D – zdroj: archiv autora
- 29.Obr. 29: Skica k řešení E – 01 – zdroj: archiv autora

30.Obr. 30: Skica k řešení E – 02 – zdroj: archiv autora

31.Obr. 31: Skica k řešení E – 03 – zdroj: archiv autora

32.Obr. 32: Kartonový model 1:1 řešení E – zdroj: archiv autora

33.Obr. 33: Hmotová studie řešení F – verze 01 – zdroj: archiv autora

34.Obr. 34: Hmotová studie řešení F – verze 02 – zdroj: archiv autora

35.Obr. 35: Hmotová studie řešení F – verze 03 – zdroj: archiv autora

36.Obr. 36: Skica k řešení G – zdroj: archiv autora

37.Obr. 37: Kartonový model 1:1 řešení G – zdroj: archiv autora

38.Obr. 38: Skica k řešení H – 01 – zdroj: archiv autora

39.Obr. 39: Skica k řešení H – 02 – zdroj: archiv autora

40.Obr. 40: Skica k řešení H – 03 – zdroj: archiv autora

41.Obr. 41: Skica k řešení H – 04 – zdroj: archiv autora

42.Obr. 42: Skica k řešení H – 05 – zdroj: archiv autora

43.Obr. 43: Skica k řešení H – 06 – zdroj: archiv autora

44.Obr. 44: Hmotová studie řešení H – verze 01 – zdroj: archiv autora

45.Obr. 45: Hmotová studie řešení H – verze 02 – zdroj: archiv autora

46.Obr. 46: Hmotová studie řešení H – verze 03 – zdroj: archiv autora

47.Obr. 47: Hmotová studie řešení H – verze 04 – zdroj: archiv autora

48.Obr. 48: Kartonové modely 1:1 k řešení H – zdroj: archiv autora

49.Obr. 49: Kartonový model 1:1 řešení H – zdroj: archiv autora

50.Obr. 50: Skica k finálnímu řešení - 01 – zdroj: archiv autora

51.Obr. 51: Skica k finálnímu řešení - 02 – zdroj: archiv autora

52.Obr. 52: Skica k finálnímu řešení - 03 – zdroj: archiv autora

- 53.Obr. 53: Skica k finálnímu řešení - 04 – detaily ovládacího panelu – zdroj: archiv autora
- 54.Obr. 54: Skica k finálnímu řešení - 05 – detaily konektorů a světelného indikátoru – zdroj: archiv autora
- 55.Obr. 55: Hmotová studie finálního řešení - 01 – zdroj: archiv autora
- 56.Obr. 56: Hmotová studie finálního řešení - 02 – zdroj: archiv autora
- 57.Obr. 57: Hmotová studie finálního řešení s ohledem na zástavbu elektrotechnických komponent – zdroj: archiv autora
- 58.Obr. 58: Kartonové modely 1:1 finálního řešení – zdroj: archiv autora
- 59.Obr. 59: Testování dostupnosti zásuvek a ergonomické dostupnosti – osoba výšky 175 cm – zdroj: archiv autora
- 60.Obr. 60: Testování ergonomické dostupnosti – zdroj: archiv autora
- 61.Obr. 61: Testování dostupnosti zásuvek a ergonomické dostupnosti – osoba výšky 160 cm – zdroj: archiv autora
- 62.Obr. 62: – Výroba pěnového modelu formováním pěny do kartonového modelu – zdroj: archiv autora
- 63.Obr. 63: Vyformovaný model – zdroj: archiv autora
- 64.Obr. 64: Zpracování zasádrovaného pěnového modelu pro vyzkoušení detailů – zdroj: archiv autora
- 65.Obr. 65: Výsledný návrh dobíjecí stanice včetně stojanu pro prostorové řešení – zdroj: archiv autora
- 66.Obr. 66: Výsledný návrh dobíjecí stanice samostatně. Pohled z čela – zdroj: archiv autora
- 67.Obr. 67: Výsledný návrh dobíjecí stanice samostatně. Pohled z boku – zdroj: archiv autora
- 68.Obr. 68: Pohled z boku na otevřenou dobíjecí stanici – zdroj: archiv autora

- 69.Obr. 69: Dobíjecí stanice z boku ukotvená do stojanu – zdroj: archiv autora
- 70.Obr. 70: Pohled na dobíjecí stanici samostatně – zdroj: archiv autora
- 71.Obr. 71: Detail zásuvky a konektoru s otevřenými krytkami – zdroj: archiv autora
- 72.Obr. 72: Světelná signalizace aktivně zapojeného konektoru (modré světlo) a dobitého akumulátoru (zelené světlo) - zdroj: archiv autora
- 73.Obr. 73: Grafické řešení ovládacího panelu – zdroj: archiv autora
- 74.Obr. 74: Výběr barevných variant – zdroj: archiv autora
- 75.Obr. 75: Vybrané barevné řešení – zdroj: archiv autora
- 76.Obr. 76: Technické schéma propojení elektrotechnických součástí s hlavním směrem komunikace – zdroj: archiv autora
- 77.Obr. 77: Pohled na sestavu jističů, relé a měničů pro jednotlivé konektory, při otevření víka stanice – zdroj: archiv autora
- 78.Obr. 78: Kryt elektronické pájené desky, který zároveň slouží jako držák sestav jističů, relé a měničů, a zároveň funguje jako přepážka pro proudění vzduchu větracími mřížkami, aby se chladily součásti, především transformátor stejnosměrného proudu – zdroj: archiv autora
- 79.Obr. 79: Za krytem umístěná pájená deska s hlavními komponentami přívodu zdroje, počítače (černá krabička) a transformátoru (světle šedá krabička) – zdroj: archiv autora
- 80.Obr. 80: Za deskou je zádová část těla stanice s otvory pro instalaci do zdi – zdroj: archiv autora
- 81.Obr. 81: Větrací mřížka. Zezadu výfuk vzduchu pomocí větráků uvnitř stanice, vepředu jsou naopak mřížky pro sání. Mezi nimi je uvnitř stanice již zmíněná přepážka pro cirkulaci vzduchu v celém objemu stanice – zdroj: archiv autora
- 82.Obr. 82: Panty ve spodní části stanice – zdroj: archiv autora

- 83.Obr. 83: Kotvení stojanu do zadní části stanice – zdroj: archiv autora
- 84.Obr. 84: Zádová část dobíjecí stanice samostatně – zdroj: archiv autora
- 85.Obr. 85: Madlo pro otevírání krytu dobíjecí stanice – zdroj: archiv autora
- 86.Obr. 86: Detail zapuštěného skrytého zámku pro odemykání stanice. Zámek je na obou stranách stanice – zdroj: archiv autora
- 87.Obr. 87: Detail krytky s konektorem XLR-5 – zdroj: archiv autora
- 88.Obr. 88: Detail zásuvky na 230 V (střídavý proud) – zdroj: archiv autora
- 89.Obr. 89: Hlavní, pevné plastové tělo. Měřítko 1:5
- 90.Obr. 90: Otočné plastové tělo. Měřítko 1:5
- 91.Obr. 91: Těsnící límec. Měřítko 1:5
- 92.Obr. 92: Stojan do volného prostoru. Měřítko 1:10