

# ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: Průmyslový management

Studijní obor/specializace: Zvolte položku.

## **Konektorové systémy**

### **Diplomová práce**

**Bc. Marek Bova**

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří David Ph.D.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. Marek Bova**

Studijní program: Průmyslový management

Název tématu: **Konektorové systémy**

Cíl: Práce bude zaměřena na oblast konektorových systémů. V rámci práce bude provedena klasifikace současných konektorových systémů se zaměřením na současné konektorové systémy v automobilech a bude provedeno jejich srovnání. Cílem práce pak bude provést klasifikaci zařízení uživatele automobilu z hlediska technických parametrů a možností konektorových systémů a nastínit inovační vize v oblasti automobilových konektorových systémů.

Rámcový obsah:

1. Klasifikace a charakteristika konektorových systémů.
2. Současné konektorové systémy v automobilech a jejich srovnání.
3. Klasifikace zařízení uživatele automobilu z hlediska technických parametrů a možností konektorových systémů.
4. Inovační vize v oblasti automobilových konektorových systémů.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. KYEONG, S. – PECHT, M G. *Electrical Connectors: Design, Manufacture, Test, and Selection*. New York: Wiley-IEEE Press, 2020. 384 s. ISBN 978-1-119-67976-9.
2. MROCKOWSKI, R S. *Electronic Connector Handbook: Technology and Applications*. New York: McGraw-Hill Professional, 1997. 480 s. ISBN 978-0-070-41401-3.
3. KOLEKTIV. *Automotive Electric/Elektronik systems: Automobilové elektrické/elektronické systémy*. Robert Bosch GMBH, 1995. 380 s.

Datum zadání diplomové práce: květen 2022

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2023

L. S.

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2022

Bc. Marek Bova  
Autor práce

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2022

doc. Ing. Jiří David, Ph.D.  
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.  
Garant studijního programu

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.  
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval (a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil (a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 12.5.2023

*Vlastnoruční podpis*

Děkuji doc. Ing. Jiří David Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů. Děkuji také Ing. František Starý za odbornou pomoc s 3D tiskem. Také bych rád poděkoval své rodině za podporu, kterou mi při studiu dala.

## Obsah

Úvod.....	10
1 Historie a současnost automobilové techniky a konektorů.....	11
1.1 FORD.....	11
1.2 Elektrické zapojení .....	12
2 Kabelové svazky .....	15
2.1 Silové vodiče .....	16
2.2 Komunikační vodiče .....	16
2.2.1 Vodiče se sběrnici CANBUS.....	17
2.2.2 Vodiče s optickými vlákny .....	18
3 Konektory.....	20
3.1 Základní konstrukce konektoru .....	20
3.1.1 Kontaktní prvky .....	20
3.1.2 Plášť konektoru.....	22
3.1.3 Izolátory .....	22
3.1.4 Příslušenství .....	22
3.2 Požadavky na konstrukci.....	22
3.3 Příklady konektorů.....	23
3.3.1 Napájecí konektory .....	23
USB konektor .....	24
3.3.2 Diagnostické konektory.....	25
OBD konektor.....	25
3.3.3 Konektory pro senzory .....	26
3.3.4 Konektory pro infotainment.....	27
3.3.5 Konektory pro autonomní jízdu.....	27
3.3.6 Ovládací konektory .....	28
4 Návrh nabíjecího systému v modelu automobilu .....	29
4.1 Akumulátor a baterie .....	29
4.2 Typy akumulátorů.....	30

4.2.1	Olověné akumulátory .....	30
4.2.2	Nikl-kadmiové akumulátory (NiCd) .....	32
4.2.3	Nikl-metal-hybridní akumulátory (NiMH) .....	34
4.2.4	Lithium-polymerové akumulátory (Li-Po) .....	35
4.2.5	Lithium-iontové akumulátory (Li-Ion).....	36
4.2.6	Materiály a cena akumulátorů.....	38
4.3	Akumulátory srovnání.....	39
4.3.1	Vybraný akumulátor pro použití .....	40
5	Návrh konektoru v modelu automobilu.....	41
5.1	Vize v automobilových konektorech .....	41
5.2	Definování zadání a požadavků na jeho vlastnosti .....	42
5.3	Současné řešení konektorů.....	42
5.3.1	Režim 1 (AC) .....	43
5.3.2	Režim 2 (AC) .....	43
5.3.3	Režim 3 (AC) .....	44
5.3.4	Režim 4 (DC).....	45
5.3.5	Type 2 – Mennekes konektor .....	46
5.3.6	CCS2 konektor .....	47
5.3.7	CHAdeMO konektor.....	49
5.3.8	Tesla Supercharger konektor .....	50
6	Navrhované řešení konektoru – prototyp.....	52
6.1	Návrh 3D modelu prototypu konektoru.....	52
6.2	3D tisk a tiskárna.....	54
6.3	Parametry 3D tisku.....	55
6.4	Prototyp konektoru .....	56
6.4.1	Popis konektoru a jeho vlastností .....	56
6.4.2	Materiál.....	56
6.4.3	Technické parametry .....	57
6.4.4	Displej.....	58

6.4.5 LED Dioda .....	59
6.5 Porovnání současného a navrhovaného řešení .....	60
Závěr .....	61
Seznam literatury .....	63
Seznam obrázků a tabulek .....	63
Seznam příloh .....	69



## Seznam použitých zkratek a symbolů

AC	Střídavý proud (Alternating Current)
DC	Stejnoseměrný proud (Direct Current)
CCS	Kombinovaný nabíjecí systém (Combined Charging System, Evropa)
CHAdeMO	Charge de move (nabíjecí systém, Asie)
CAN-BUS	Controller Area Network – Buffered Signal
LiCoO <sub>2</sub>	Lithiový kobaltát
LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Lithiový manganát
LiFePO <sub>4</sub>	Lithiový fosfát
SoC	State of Charge
LED	Light Emitting Diode
CAN H	CAN High
CAN L	CAN Low
PET	Polyethylentereftalát
Mbps	Megabyte za sekundu

## Úvod

Konektorové systémy představují základní stavební kámen pro propojení různých elektrických a elektronických zařízení v dnešních automobilech, a to jak v interiéru, tak v exteriéru. Diplomová práce je zaměřena na oblast analýzy a popisu kabelových svazků, vodičů a konektorů, které byly a v současné době jsou v automobilech používány a to, jak v interiéru, tak i v exteriéru. Analýza mapuje historie a vývoj konektorů, současné použití a budoucí vize.

Cílem diplomové práce je zaměřit se na konektorové systémy užívané v nabíjecích systémech současných elektromobilů - provést jejich srovnání z hlediska technických parametrů, funkcionality procesu nabíjení a bateriových systémů a zhodnotit jejich význam pro efektivní fungování.

Dalším cílem diplomové práce je navrhnout prototyp inovativního konektoru s integrovaným displejem a LED diodou s použitím CAD programů a s následnou realizací designu prototypu konektoru s využitím 3D tiskárny.

Tato práce by měla poskytnout čtenářům hlubší pochopení tohoto důležitého aspektu elektrických a elektronických systémů a přispět k dalšímu výzkumu a inovacím v tomto oboru.

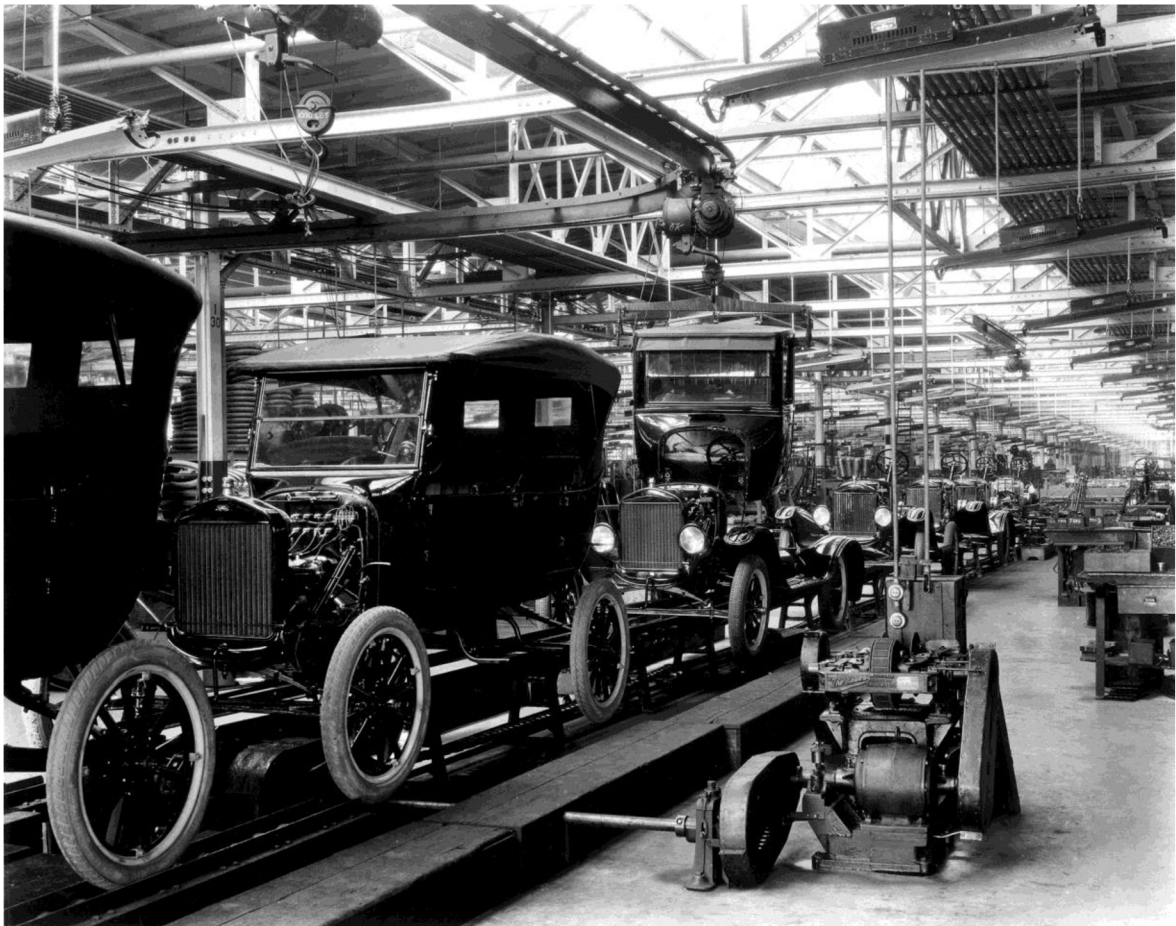
# 1 Historie a současnost automobilové techniky a konektorů

Nic neprošlo tak velkým vývojem za posledních pár let jako je automobilový průmysl a auto jako takové. Každý na planetě Zemi autem někdy jel a ví, co se mu vybaví, když slyší slovní pojem automobil. Jsou to ve většině případů čtyři kola a volant. Nicméně první pokusy o automobil se už datují od konce 18. století. Tyto první pokusy byly většinou osazeny parním pohonem, říkalo se jím parovůz. První vůz poháněný spalovacím motorem byl Benz-patent wagen. Dalším výrazným milníkem v historii automobilového průmyslu byla poprvé využitá sériová produkce modelu Ford Model T.

Významný přelom v konektorech a elektrického zapojení jednotlivých komponent nastal a doslovně kopíroval jednotlivé průmyslové revoluce. To se samozřejmě projevilo do automobilové techniky, polovodičů a dalších komponent používaných v automobilovém průmyslu i těchto historických milníků.

## 1.1 FORD

Automobilka, která se řadí do těch nejstarších podle roku založení. Velkým milníkem v době 20. stol. Byla, poprvé využita sériová produkce modelu Ford Model T (viz obrázek 1). Společnost Ford Motor Company byla založena Henry Fordem 16. června roku 1903. Velkou revoluci právě způsobila jeho pásová výroba, která dokázala zrychlit výrobu jednoho automobilu až na takt 1 auto za 3 minuty. Montáž vozu trvala neuvěřitelných 93 minut. Na tu dobu to byl obdivuhodný výkon, zapříčinilo to masovou výrobu vozidel, jak je to známo již dnes. V dnešní době se to dá považovat za jeden z největších milníků automobilového průmyslu. Výrobní proces je součástí každého produktu a obzvláště důležitý je při výrobě automobilu (Bellis, 2019).



Zdroj: (Templeofspeed, 2022)

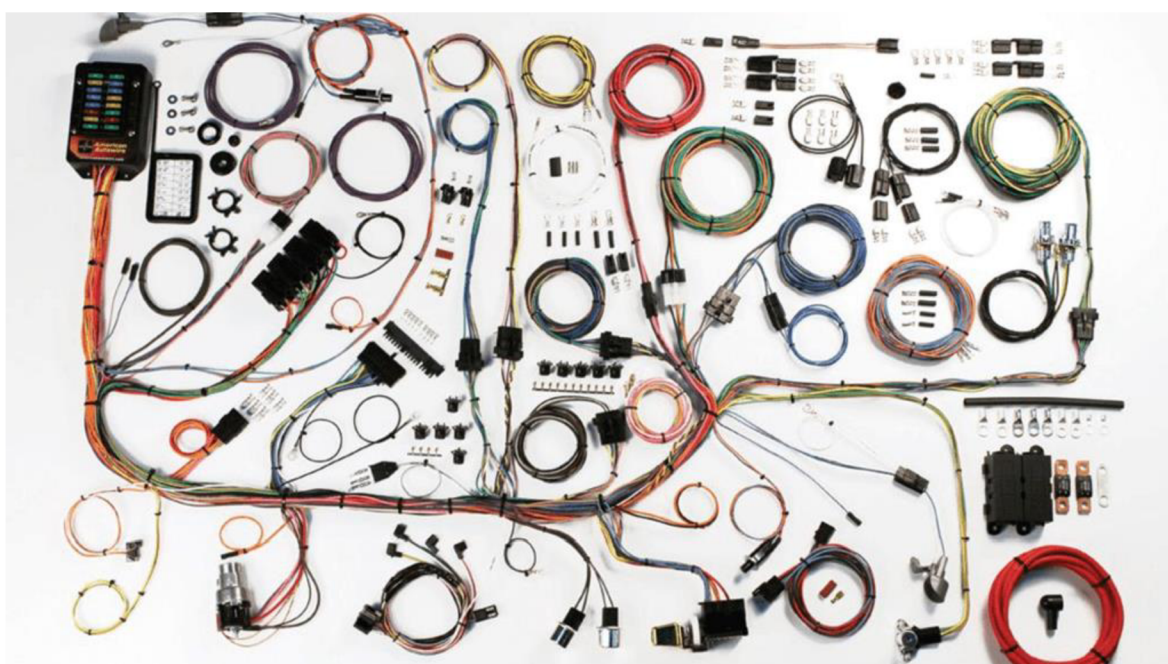
***Obr. 1 Výroba modelu T v továrně v americkém Detroitu***

## **1.2 Elektrické zapojení**

Automobil jako takový je sestaven z tisíce komponent, aby tyto komponenty fungovali v automobilu správně, musí být správně zapojeny pomocí konektorů. Z hlediska bezpečnosti, ať už řidiče automobilu nebo dalších pasažérů, jsou konektory pro automobilový průmysl velmi významné a důležité. Konektory se v automobilech za poslední dekádu výrazně změnila a komponenty v autech na číslech jen rostly a tím taky narostly požadavky na jejich spolehlivost a bezpečnost.

V historii se elektrické zapojení nejprve používalo jen v motorech. S postupným vývojem došlo na zapojení, dnes už nezbytné bezpečnostní systémy automobilu jako např.: Antiblokovací systém brzd (ABS). V poslední době se už elektronika a zapojení systémů rozrostla na asistenční systémy a prvky jako jsou např.:

Infotainment, komunikace v autě, komunikace řídicích jednotek a mikroprocesorů. Také složitost zapojení se výrazně posunula na jinou úroveň, než tomu bylo před desítkami let. Dnes už jednotlivé systémy nepracují na principu samostatné jednotky, ale systémy operují mezi sebou vzájemně, taktéž informace jsou přenášeny mezi jednotlivými systémy. Na elektrické zapojení automobilu Ford Mustang z roku 1968 (viz obrázek 2) stačilo několik metrů kabelů a propojení. V dnešní době se jedná o propojení více jak 100 řídicích jednotek pomocí několika kilometrů kabelů v podobě kabelových svazků, záleží však na modelu (Riley, 2021).



Zdroj: (Lectriclimited, 2022)

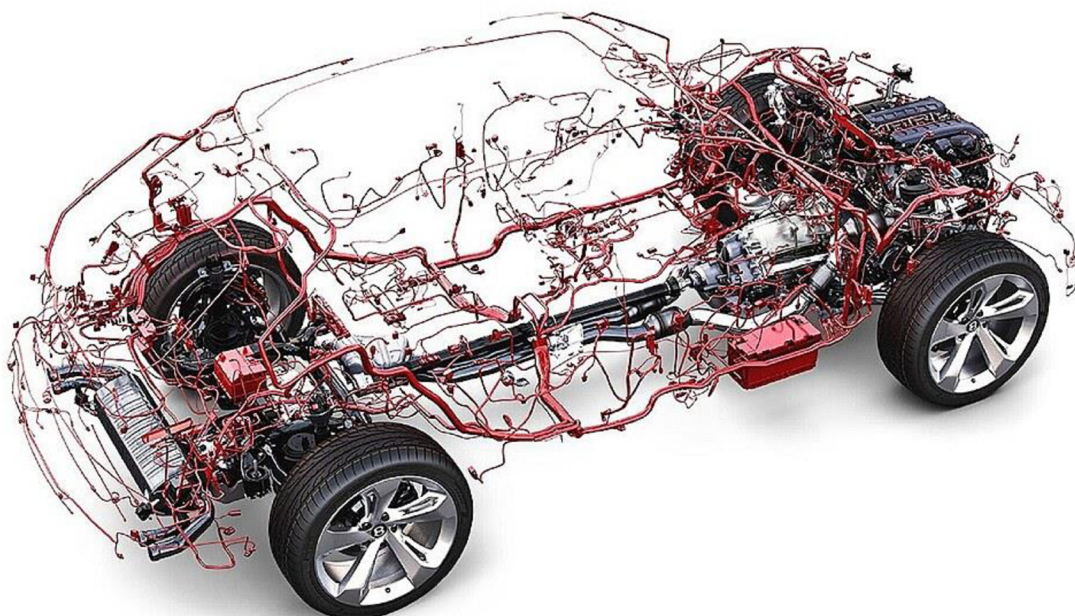
**Obr. 2 Kompletní zapojení Fordu Mustang z roku 1968**

S každým zapojením konektoru se zvyšuje riziko přerušení kontaktu a přívod elektrické energie nebo signálu k elektrickému systému. Proto velice záleží na designu daného konektoru, velkým průkopníkem v oblasti konektorů je společnost TE, která vyrábí automobilové konektory podle normy EU ELV 200/53/EC.

Součástí elektrického zapojení komponentů jsou také kabelové svazky (viz kapitola 2 Kabelové svazky), které jsou sestaveny z kabelů a konektorů (viz kapitola 3 Konektory). V automobilu slouží pro přenos elektrické energie a informací mezi elektronickými prvky (řídicí jednotky, senzory, akční členy). Můžou obsahovat

speciální kabely a kontakty a konektory pro připojení. Kabely jsou ve svazku spojeny a chráněny proti pohybu. Součástí kabelového svazku jsou také materiály, které drží svazek pohromadě a prvky pro ochranu proti poškození (teplu, vlhkosti, prodření) (Hudec, 2020).

Současné zapojení kabelových svazku je velmi komplexní a záleží na výbavě automobilu. Kabelové svazky tak výrazným způsobem ovlivňují hmotnost vozidla, mohou přidat až desítky kilogramu hmotnosti navíc. Konkrétně u luxusního modelu Bentley Bentayga (viz obrázek 3) až 50 kg, záleží však na výbavě daného vozidla. (King, 2016).

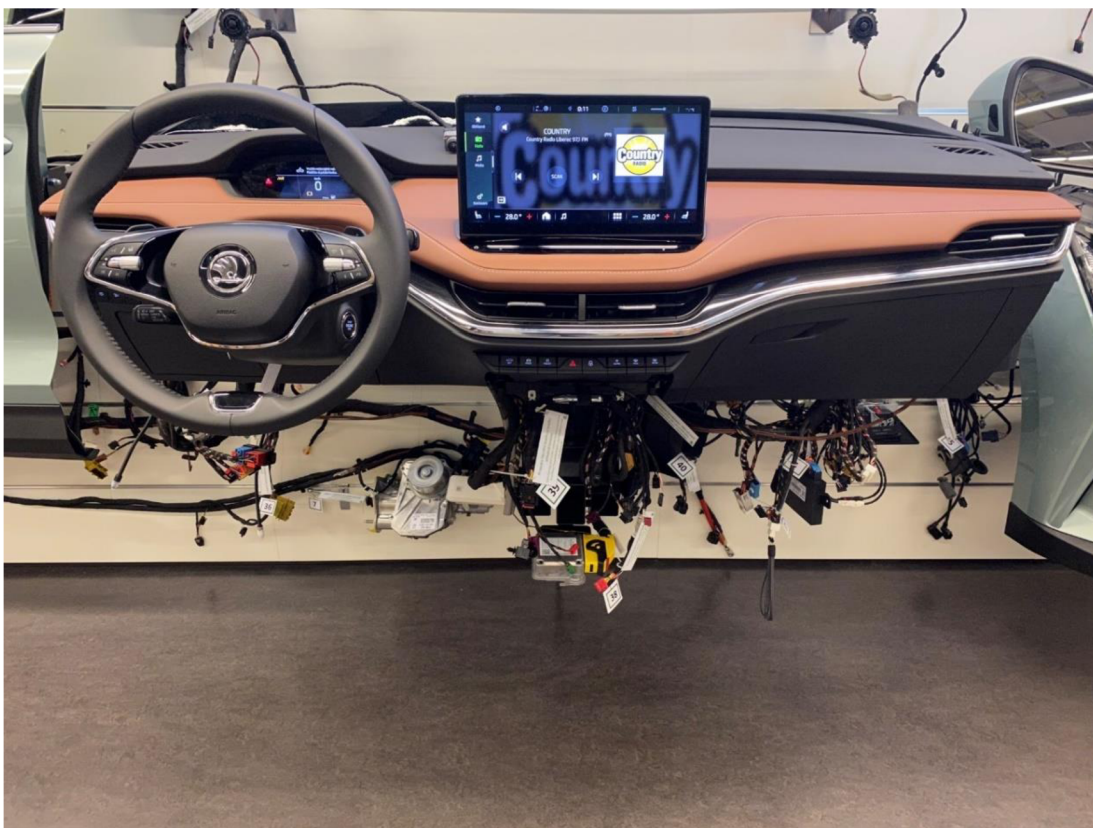


Zdroj: (Uk.motor1, 2016)

**Obr. 3 Kabelové svazky v Bentley Bentayga**

## 2 Kabelové svazky

Vlivem vývoje automobilového průmyslu, je potřeba také vyvíjet konektory a kabelové svazky (viz obrázek 4), aby vyhovovali požadavkům moderního automobilu. Kabelové svazky jsou tvořeny vodiči a konektory. Vodiče dělíme na silové vodiče (viz kapitola 2.1.) a komunikační vodiče (viz kapitola 2.2). Kabelové svazky musí splňovat požadavky na vlhkost, teplotu, odolnost vůči ostatním materiálům, vibraci a v neposlední řadě musí splňovat požadavek na životnost a cenu. Materiálem pro kabelové svazky je z větší míry zastoupen mědi nebo hliníkem (Jakub Zeman, 2012). Není obvykle, aby se v současných automobilech měnily kabelové svazky, protože jsou na tolik komplexní, jsou konstruovány tak, aby vydrželi celý životní cyklus automobilu, cca 300 000 km. Kabelové svazky jsou pečlivě testovány, aby se zjistila jejich funkčnost. Testy se provádějí pomocí HIL simulátorů, kde je elektronika vozu zapojena na specializovaný software. Tyto testy pomáhají odhalit a opravit chyby, předtím, než bude výrobek uvolněn do produkce (Hudec, 2020).



Zdroj: (Marek Bova (EDULAB), 2022)

**Obr. 4 Kabelové svazky z přístrojové desky**

## 2.1 Silové vodiče

Silové vodiče slouží k přenosu elektrické energie a jejich materiál pro elektrovodné jádro bývá nejčastěji hliník nebo měď, které jsou dobře vodivé a odolné proti korozi. Tyto kabely mohou mít pevné drátové jádro nebo lankové jádro s několika třídami, které určují počet a průřez drátků v lankovém jádru (Zeman, 2012).

Silové vodiče dělíme na nízkonapěťové vodiče (viz obrázek 5) (FLRY) a vysokonapěťové vodiče (LgYS).

Jedna z možných aplikací v automobilovém průmyslu jsou automotive vodiče pro nízké napětí s menší tloušťkou izolace (dále jen FLRY). Tyto vodiče jsou izolovány polyvinylchloridem (dále jen PVC). V případě této izolace, která se vyznačuje menší tloušťkou se docílí snížení celkové tloušťky kabelového svazku a tím i celkové hmotnosti. V důsledku tenčí izolace je jmenovité napětí vodičů 60 V. Zatížení proudem závisí na průřezu vodiče. V případě teploty jsou schopny odolat vodiče teplotě pohybující se v rozmezí od -40 do 105 °C. Na rozdíl od vysokonapěťových vodičů LgYS, jejichž teplotní odolnost se pohybuje v rozmezí od -40 do 90 °C a především z tohoto důvodu jsou tyto vodiče často používány v motorovém prostoru pro kabeláž spalovacích motorů. Tyto vodiče mají větší teplotní odolnost a volí se pro instalaci již ve fázi konstrukce vozidla (Bqicable, 2023).



Zdroj: (kablovrchlabí, 2023)

**Obr. 5 Automobilový silový vodič FLRY**

## 2.2 Komunikační vodiče

V poslední době se začali hojně využívat komunikační kabely k usnadnění komunikace a také to zapříčinilo výrazné zkrácení celkové délky vodičů. Zkrácení vodičů mělo za výsledek také snížení hmotnosti u současných automobilů. Komunikační vodiče slouží k přenosu informačních signálů s nízkými hodnotami



energie a frekvencí, což vyžaduje jemné jádro kabelu s průměrem nejčastěji do 1 mm. Tyto vodiče se často používají v automobilovém průmyslu kvůli nástupu datové sběrnice CANBUS. Vlivem nástupu vodičů se sběrnici CANBUS (viz kapitola 2.2.1) a vodičů s optickými vlákny (viz kapitola 2.2.2) se přenos informací mezi řídicími jednotkami automobily výrazně zrychlil. Tento parametr dokázal udělat systém mnohem sofistikovanější, ale taky umožnil nasazení nových technologií k poskytnutí většího komfortu řidiči automobilu (David, 2018).

Typickým typem kabelů pro přenos signálu je takzvaná kroucená dvojlinka (viz obrázek 6). V kabelu jsou dráty stočeny do párů s definovaným kroucením, z nichž je vytvořen výstelka kabelu. Dráty jsou stočeny do párů s různou délkou, aby bylo sníženo vzájemné elektromagnetické působení a rušení mezi páry. Přesto však vyšší kategorie vyžadují další opatření, jako například stínění párů samostatně fólií PET s hliníkovou vrstvou (Zeman, 2012).



Zdroj: (kablovrchlabí, 2023)

**Obr. 6 Automobilový komunikační vodič**

### **2.2.1 Vodiče se sběrnici CANBUS**

V automobilovém průmyslu se komunikační kabely používají k propojení řídicích jednotek prostřednictvím sběrnice CANBUS. CANBUS je sériová sběrnice, která nahrazuje klasickou kabeláž více vodičů. Tyto kabely (viz obrázek 7) umožňují rychlou komunikaci mezi jednotlivými řídicími jednotkami a senzory na jedno nebo dvouvodičové síti s rychlostí až 1 Mbps. Datová sběrnice CANBUS používá dva vodiče pro přenos signálu, označené jako CAN H a CAN L, které jsou propojeny přes rezistory. Na sběrnici jsou zapojeny jednotlivé komunikační uzly. Norma definuje maximální délku vedení a maximální počet uzlů.

První auto s CANBUS sběrnici bylo uvedeno na trh v roce 1986 a bylo to BMW 850 coupe. Využitím sdělovacích kabelů se snížila celková hmotnost automobilu o více než 50 kg a počet potřebných konektorů se zmenšil na polovinu. (Zeman, 2012).



Zdroj: (kablovrchlabí, 2023)

**Obr. 7 Automobilový komunikační vodič pro CANBUS sběrnici**

## 2.2.2 Vodiče s optickými vlákny

S přibývajícím komplexností systému v automobilech je zapotřebí i rychlý přenos informací ve větším objemu dat. V současných nových vozech je ve většině případech standardní infotainment, který řidiči předává určité informace o stavu vozidla, informace o polohových systémech jako je navigace. V poslední době také slouží jako kompletní ovládaní vzducho-techniky a dalších systémů v automobilu (viz obrázek 8).

Tyto vlákna jsou schopna přenášet elektromagnetické vlnění po své délce a jsou pružná, což jim umožňuje být použita pro kabelovou instalaci. Optické kabely jsou odolné proti elektromagnetickému rušení a mají nižší útlum signálu než kovové kabely. Pro dálkové přenosy se používají jedno vidová vlákna a pro kratší vzdálenosti více vidová vlákna. Tyto kabely se vyznačují vysokou přenosovou rychlostí a velkou kapacitou, což je činí vhodnými pro náročné komunikační sítě, kde klasické kabely nepostačují. Optické vodiče se používají v systému optické sběrnice v nejnovějších automobilech, typickým příkladem jsou vozy s elektrickým pohonem. Optické kabely jsou schopné přenášet vysoké objemy dat a to až 5,6Mbit/s, vlivem toho jsou používány v komunikační a navigační technice a také v audiotechnice (David, 2018).



Zdroj: (Marek Bova (EDULAB), 2023)

**Obr. 8 Kabelový svazek ve voze ŠKODA AUTO Enyaq**

## 3 Konektory

Konektory v automobilovém průmyslu jsou součástí kabelových svazků a propojují jednotlivé kabely navzájem, které jsou dále připojeny do řídicích jednotek, senzorů zase pomocí konektorů. Na současném trhu najdeme desítky typů konektorů, ve vozidle jsou pak instalovány stovky konektorů. Tradiční trendy konektorů v automobilovém průmyslu jsou miniaturizace konektoru, která je úzce spojená s rostoucími požadavky Evropské Unie na osazení elektronického systému na palubě automobilu. Dalším trendem je snižování proudů a napětí, protože využití senzorů je daleko větší než v historii.

Automobilové elektrické konektory jsou určeny pro použití v automobilových elektrických systémech a jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky na výkon a spolehlivost. Díky pokroku v elektronice a řízení vozidel se dnes automobilové elektrické systémy staly složitějšími a propojenějšími, což vyžaduje kvalitní a spolehlivé elektroinstalace a elektrické konektory. Při výběru konektorů do vozidla je nutné zohlednit jejich jmenovitý proud, hustotu obvodu, velikost drátu, napětí, konfiguraci a pevnost zapojení. Typickým známým konektorem v automobilech je Universal serial bus (dále jen USB) (viz kapitola 3.3.1). Další známým konektorem v automobilovém průmyslu je On-Board Diagnostics (dále jen OBD) (viz kapitola 3.3.2).

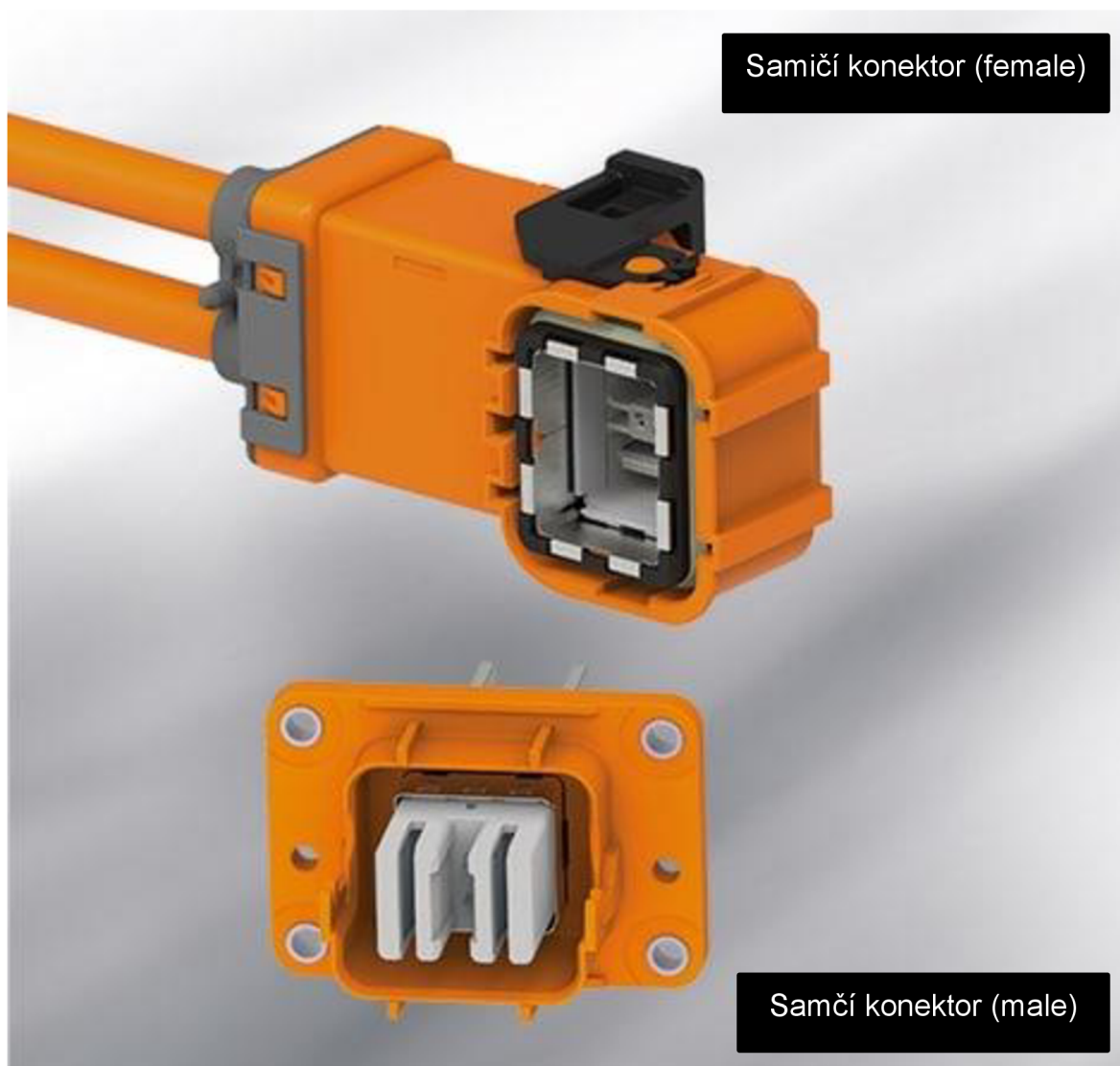
### 3.1 Základní konstrukce konektoru

Konektor funguje jako přemostění elektrického proudu mezi dvěma kabely. K tomu, aby toto přemostění dobře fungovalo musí být správně navržen samotný konektor. Konektor se skládá ze základních 4 stavebních struktur, které pak umožňují stabilní chod vozidla. Mezi stavební struktury řadíme: kontaktní prvky, plášť konektoru, izolátory, příslušenství.

#### 3.1.1 Kontaktní prvky

Kontaktní prvky jsou důležité pro přenos elektrického proudu v automobilových konektorech. Tyto prvky se skládají ze samčího a samičího kontaktu, které se spojí,

aby vytvořily elektrický spoj. Samčí konektor je tuhá část, většinou ve tvaru cylindrickém, plochém nebo čtvercovém, samičí kontaktní část je pak zástrčka v různých tvarech, do které pak přesně pasuje tuhá část samčího konektoru. Příklad samičí (female) kontaktní části a samčí (male) kontaktní části konektoru, konkrétně automobilových konektoru pro vysokonapěťové systémy (viz obrázek 9). Oranžová barva konektorů označuje použití pro vysoko napěťovou soustavu. Na trhu konektorů však najdeme i další stovky typů s jinými druhy zástrčky nebo pinů. Vlivem zasunutí samčí kontaktní části do samičí kontaktní části, dojde k propojení a díky elastické deformaci se generuje pružná síla a dochází tak k těsnému kontaktu (Kynix, 2022).



Zdroj: Upraveno dle (Bova, 2023)

**Obr. 9 Vysokonapěťové konektory pro automobil s elektrickým pohonem**

### **3.1.2 Plášť konektoru**

Plášť konektoru je vnější stavba konektoru, která zároveň určuje tvar konektoru a poskytuje mechanickou ochranu. Konektory pro použití v komerčních a terénních vozidlech musí být robustní, proto mají termoplastové kryty, které vydrží požadované podmínky. Jsou navrženy tak, aby odolaly drsnému prostředí a vysokým vibracím. Těsnění poskytuje krytí IP67 proti prachu a vodě. Tato robustní konstrukce zajišťuje vysokou odolnost, spolehlivost a dlouhodobé použití (TEconnectivity, 2023).

### **3.1.3 Izolátory**

Izolátory jsou používány u konektoru k ochraně a izolaci elektrického proudu mezi piny a socketem. Socket funguje jako organizátor kontaktu podle požadované polohy a rozteče a zajistit izolační parametry spolu s pláštěm. K izolaci kontaktu mezi piny a socketem se používá silikon, který má dobré izolační parametry (ISO 8092, 2005).

### **3.1.4 Příslušenství**

Příslušenství se dělí na konstrukční a montážní. Konstrukční doplňky zahrnují pojistné kroužky, kolíky, kroužky, spojovací prvky a těsnění. Montážní příslušenství zahrnují šrouby, matice a pružinové kroužky. Tyto díly jsou standardní a obecné (ISO 8092, 2005).

## **3.2 Požadavky na konstrukci**

Konstrukce automotive konektoru se odráží podle toho, k jakému účelu je konektor určen. Konektory v automotive průmyslu se řídí podle norem ISO a norem IEC.

Automobilové konektory mohou být klasifikovány různě. Pro příklad je uvedena v normě ISO 10487 klasifikace, která definuje 4 typy audio konektorů (Dfliq, 2023):

1. Skupina A – Tyto konektory jsou napájecí, připojují hlavní jednotku automobilu ke zdroji, spínačům a ovladačům hlasitosti a speciálním komponentům jako je anténa.
2. Skupina B – Tento typ konektorů se používá pro připojení jednotlivých reproduktorů.

3. Skupina C – Konektory určené k připojení externích komponent, které nebývají součástí standardní výbavy vozidla jako např. zesilovače, dálkové ovládání.
4. Skupina D – Konektory určené pro připojení satelitních navigačních systémů.

Konektor musí fungovat za veškerých provozních podmínek do kterých se automobil dostane. Automobilové konektory by měli splňovat tyto požadavky na konstrukci (Kynix, 2022):

1. Materiál kontaktů konektoru je stabilní a spolehlivý.
2. Stabilita kladné síly.
3. Napětí a proud obvodu jsou stabilní.
4. Požadavky na teplotu jsou ve specifikovaném rozsahu, včetně okolní teploty a vlastního nárůstu teploty.
5. Robustnost.
6. Musí být schopen spolehlivě fungovat v náročných podmínkách.
7. Síla vložení konektoru: pod 20,5 kg.
8. Přídržná síla konektoru 2,5 kg nebo více.
9. Tepelná odolnost od -40 do 120°C.

### **3.3 Příklady konektorů**

Existuje množství typů konektorů, konektory rozdělujeme na: napájecí konektory, diagnostické konektory, konektory pro senzory, konektory pro infotainment, konektory pro autonomní jízdu a ovládací konektory.

#### **3.3.1 Napájecí konektory**

Tyto konektory (viz obrázek 10) se používají pro nabíjení elektrických a hybridních vozidel a mohou být klasickými zástrčkami jako např. konektor USB-C pro nabíjení

zařízení nebo bezdrátovými nabíječkami v případě umístění v interiéru. Více informací o napájecích konektorech (viz kapitola 5.3).



Zdroj: (evse.com, 2023)

**Obr. 10 Příklady napájecích konektorů**

## USB konektor

Jeden konektor, který změnil celý svět v roce 1996, kdy byl poprvé použit pro připojení komponent k procesoru. Od té doby se USB konektor stále vylepšuje a nabízí větší rychlosti a větší kapacity pro přenos dat. USB 3.0 a USB-C jsou příklady těchto inovací a jsou nyní široce používány pro připojení různých zařízení, jako jsou externí disky, flash disky, telefony a další. USB konektor (viz obrázek 11) byl vynalezen společností Intel.

Konektory USB v interiéru vozidla jsou v dnešních vozidlech běžné. První konektor v rozhraní USB, který se v autě objevil byl v konceptu od výrobce KIA v roce 2006. Velký pokrok v oblasti konektorů v interiéru vozidla zapříčinila hudba (Tuxera, 2020).





Zdroj: (Cars, 2020)

*Obr. 11 USB – C konektor pro nabíjení zařízení*

### **3.3.2 Diagnostické konektory**

Tyto konektory slouží pro diagnostiku a údržbu automobilů a umožňují připojení diagnostických nástrojů k automobilovým systémům.

#### **OBD konektor**

OBD (On-Board Diagnostics) konektory (viz obrázek 12) se standardizovaly v rámci emisních předpisů a většina nových vozidel již tento konektor má. Tyto konektory se nacházejí na palubní desce vozidla a technik může použít diagnostický přístroj zvaný OBD skener, aby získal informace o stavu automobilu, jako jsou chyby motoru, emise a další. Tyto informace mohou být použity k identifikaci a opravě problémů.



Zdroj: (Barreto, 2020)

**Obr. 12 OBD konektor pod palubní deskou**

### 3.3.3 Konektory pro senzory

Tyto konektory (viz obrázek 13) slouží k propojení senzorů s jinými systémy vozidla a zahrnují například konektory pro kamerové systémy, radary a GPS.



Zdroj: (Marek Bova (EDULAB), 2022)

**Obr. 13 Automobilový konektor pro senzory**

### 3.3.4 Konektory pro infotainment

Tyto konektory (viz obrázek 14) slouží k propojení infotainmentových systémů, jako jsou audio a navigace, s ostatními systémy vozidla.

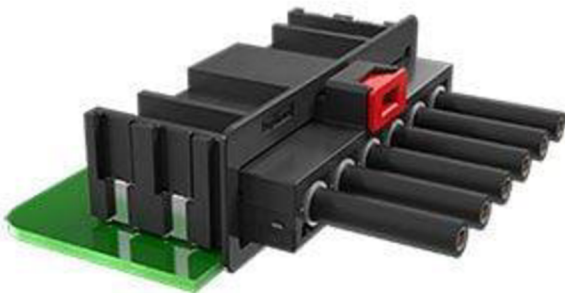


Zdroj: (te.com, 2023)

**Obr. 14** Vysokorychlostní konektory pro infotainment

### 3.3.5 Konektory pro autonomní jízdu

Tyto konektory (viz obrázek 15) slouží k propojení autonomních systémů, jako jsou radary a kamery, s jinými systémy vozidla a infrastrukturou.

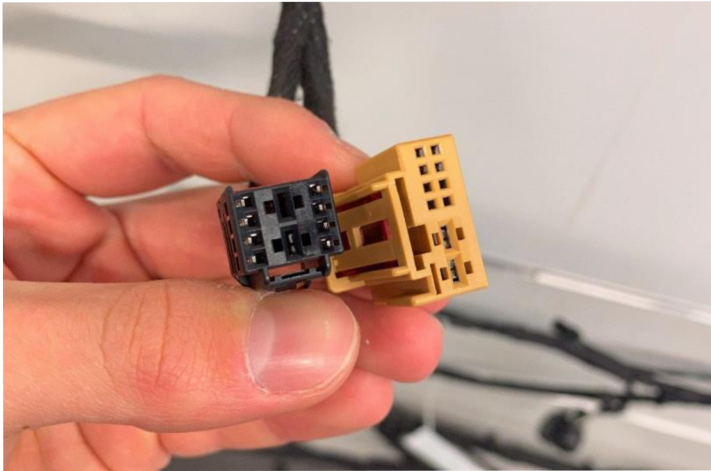


Zdroj: (amphenol-cs.com, 2023)

**Obr. 15** Ethernetový konektor pro autonomní systémy

### 3.3.6 Ovládací konektory

Tyto konektory (viz obrázek 16) se používají k propojení volantu, pedálů a dalších ovládacích prvků s automobilovými systémy. Všechny tyto konektory musí být odolné, spolehlivé a schopné přenášet velké množství dat a proudů v různých automobilových aplikacích.



Zdroj: (Marek Bova (EDULAB), 2022)

**Obr. 16 Příklad ovládacích konektorů**

## 4 Návrh nabíjecího systému v modelu automobilu

### 4.1 Akumulátor a baterie

Akumulátor je zařízení, které dokáže uchovávat elektrickou energii a uvolňovat ji později, když je potřeba. Akumulátory se skládají z jednoho nebo více elektrochemických článků, které umožňují uchování energie v chemické formě a její následné uvolnění v elektrické formě. Rozdíl mezi baterií a akumulátorem je v rámci nabíjení, baterie už není schopná nabít po vyčerpání uchované energie, kdežto akumulátor lze opakovaně nabíjet, a tedy uchovávat energii.

Každý elektrochemický článek se skládá z anody (elektroda, na které dochází k oxidaci), katody (elektroda, na které dochází k redukci) a elektrolytu (chemické látky, které umožňují pohyb iontů mezi anodou a katodou). Když jsou elektrody spojeny vnějším obvodem, proud může proudit mezi anodou a katodou, což uvolňuje energii, která byla uchována v chemické formě.

Akumulátory jsou široce používány v mnoha různých zařízeních, jako jsou mobilní telefony, notebooky, vozidla, letadla, lodě a mnoho dalších. Existuje mnoho různých typů akumulátorů, z nichž každý má své vlastní výhody a nevýhody v závislosti na specifických potřebách použití.

## 4.2 Typy akumulátorů

Existuje mnoho různých typů akumulátorů, pro účely této práce budou popsány akumulátory, které jsou často používané v automobilovém průmyslu. Nejčastěji používané akumulátory v automobilech jsou:

1. Olověné akumulátory
2. Nikl-kadmiové akumulátory
3. Nikl-metal-hybridní akumulátory
4. Lithium-polymerové akumulátory
5. Lithium-iontové akumulátory

### 4.2.1 Olověné akumulátory

Francouzský fyzik Gaston Planté objevil v roce 1859 první nabíjecí baterii pro komerční použití, kterou byl olověný akumulátor. I přes svou dlouhou historii jsou akumulátory na bázi olova stále hojně využívány díky své spolehlivosti a relativně nízké ceně na watt. Tyto akumulátory jsou obvykle těžké a mají nízkou energetickou hustotu ve srovnání s moderními akumulátory, ale jsou stále velmi užitečné pro mnoho aplikací, jako jsou spouštění vozidel, záložní zdroje energie a solární systémy. Olověné akumulátory se skládají z olovněné anody, olovněné katody a elektrolytu síranu olovnatého. Když jsou akumulátory nabíjeny, elektrický proud způsobuje, že kladné ionty se pohybují směrem k olovnaté katodě, zatímco záporné ionty se pohybují směrem k olovnaté anodě. Tento proces ukládá elektrickou energii do akumulátoru v chemické formě. Když je akumulátor vybitý, proces se obrací a energie je uvolňována v elektrické formě (Oze.tzb-info.cz, 2017).

Nejčastější dnes známá aplikace olověného akumulátoru je pro spouštění vozidel. Tyto akumulátory mají schopnost poskytnout krátkodobý vysoký výkon. 12V akumulátor (viz obrázek 17) je nejčastěji používaným typem akumulátoru v automobilech. Jedná se o olovenou baterii s kapacitou obvykle mezi 40 a 80 ampérhodinami, která zajišťuje napájení elektrických součástí vozidla a spouští motor. Při jízdě vozidla se akumulátor nabíjí pomocí alternátoru, který generuje elektrický proud při pohybu motoru. Další technické parametry olověného akumulátoru jsou hustota energie atd. (viz tabulka 1).

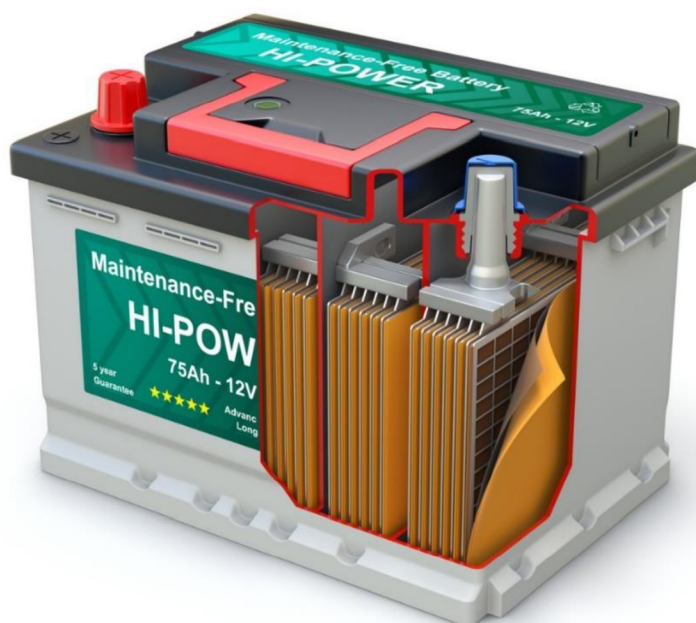
**Tab. 1 Technické parametry Olověného akumulátoru**

<b>Konstrukce</b>	olovněná anoda, olovněné katoda, elektrolyt síranu olovnatého
<b>Jmenovité Napětí [V]</b>	12
<b>Jmenovitá Kapacita [Ah]</b>	35–100
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	30–50
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	400-500
<b>Cena</b>	Nízká
<b>Toxicita</b>	Vysoká

Zdroj: Upraveno dle (krajiczech.cz, 2023)

Automobilové akumulátory se skládají ze šesti olověných článků, které jsou spojeny sériově tak, aby akumulátor mohl dodávat napětí 12 V. Každý článek obsahuje více plátků záporné elektrody z olova a kladné elektrody z oxidu olovičitého, které jsou vzájemně spojeny paralelně, aby se maximalizovala plocha a tím snížil vnitřní odpor  $R_i$ . Díky tomu mohou být odebírány proudy ve stovkách ampérů, i když jen v řádu jednotek sekund. Startovací autoakumulátory jsou citlivé na hluboké vybití, což urychluje rozklad elektrod. Dlouhodobé setrvání akumulátoru ve vybitém stavu také způsobuje rychlou a nevratnou sulfataci, která vzniká v řádu několika dnů. Sulfatace spočívá v tvorbě krystalů síranu olovnatého na elektrodách, což snižuje napětí a proud dodávaný akumulátorem a zvyšuje jeho vnitřní odpor. (Hlinovský, 2013)

Existují také speciální typy olověných akumulátorů, jako jsou ventilované akumulátory, hromadné akumulátory a gelové akumulátory, které jsou určeny pro specifické použití. Olověné akumulátory se snadno recyklují, což z nich činí ekologicky šetrné řešení. Nicméně, olověné akumulátory obsahují toxické kovy a správná likvidace je klíčová pro zabránění kontaminace životního prostředí. (Oze.tzb-info.cz, 2017)



Zdroj: (Oze.tzb-info.cz, 2017)

**Obr. 17 Konstrukce moderního 12 V akumulátoru**

#### **4.2.2 Nikl-kadmiové akumulátory (NiCd)**

Na konci 19. století byl objeven NiCd akumulátor, na který byl v roce 1899 udělen patent W. Jungrovi. Tento akumulátor (viz obrázek 18) se skládá z elektrod s vysokou porézností a co největším povrchem, aby byl snížen vnitřní odpor. Má vysokou životnost a může dodávat vysoké proudy, podobně jako olověný akumulátor. V NiCd akumulátorech nedochází k přenosu materiálu mezi elektrodami během nabíjecích a vybíjecích reakcí, což zajišťuje dlouhou životnost aktivních materiálů elektrod. Kladná elektroda obsahuje hydroxid oxidu niklu NiO (OH) a záporná elektroda obsahuje kadmium. Elektrody jsou odděleny separátorem. (Matějka, 2018).

Tyto akumulátory mají většinou technické parametry závislé na počtu článků (viz tabulka 2). Pro příklad jeden článek má jmenovitou hodnotu napětí 1,2 V, pokud sériově zapojíme více článku, bude jmenovité napětí stoupat.



**Tab. 2 Technické parametry Nikl-Kadmiového akumulátoru**

<b>Konstrukce</b>	Anoda hydroxid niklu, katoda hydroxid kadmia, elektrolyt hydroxid draselný
<b>Jmenovité Napětí [V]</b>	1,2
<b>Jmenovitá Kapacita [Ah]</b>	Záleží na člancích např. 4-5 Ah akumulátory typ D
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	45-80
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	1500
<b>Cena</b>	Nízká
<b>Toxicita</b>	Vysoká

Zdroj: Upraveno dle (krajiczech.cz, 2023)

Hlavním problémem však je ekologická zátěž při jeho likvidaci kvůli obsahu toxického a těžkého kovu kadmia v jedné z elektrod. Z těchto důvodů se např. ve vozidlech s elektrickým pohonem od NiCd akumulátorů upustilo a nahradily je modernější nikl-metal hydridové akumulátory, které z tohoto typu vychází (Matějka, 2018).



Zdroj: (cs.wikipedia.org, 2022)

**Obr. 18 Nikl-kadmiový akumulátor**

### 4.2.3 Nikl-metal-hybridní akumulátory (NiMH)

Nikl-metal hybridní akumulátory (NiMH) (viz obrázek 19) jsou typem nabíjecích baterií, které kombinují vlastnosti nikl-kadmiových (NiCd) a olovených baterií. Jsou vyráběny s vysokým obsahem niklu a malým množstvím kadmia, nebo ho úplně neobsahují, což zajišťuje snížení množství toxických kovů v bateriích.

NiMH akumulátory mají oproti NiCd bateriím vyšší kapacitu a nižší toxicitu, což z nich činí ekologické řešení pro mobilní aplikace a elektromobily. Navíc NiMH akumulátory mají větší hustotu energie (viz tabulka 3) než olovené akumulátory a díky tomu mohou být použity v aplikacích vyžadujících vysoký výkon.

NiMH akumulátory mají vysokou účinnost při nabíjení a vybíjení, mají vysokou životnost a mohou být nabíjeny rychleji než olovené akumulátory. Mezi nevýhody patří vyšší cena a možné ztráty výkonu při vyšších teplotách. NiMH akumulátory jsou však stále oblíbenou volbou pro mobilní aplikace a elektromobily (battex.info, 2023).

**Tab. 3 Technické parametry Nikl-metal-hybridního akumulátoru**

<b>Konstrukce</b>	Anoda hydroxid niklu
<b>Jmenovité Napětí [V]</b>	1,2
<b>Jmenovitá Kapacita [Ah]</b>	Záleží na člancích. Akumulátory typ D mají více jak 10 Ah
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	60-120
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	300-500
<b>Cena</b>	Střední
<b>Toxicita</b>	Střední

Zdroj: Upraveno dle (krajiczech.cz, 2023)



Zdroj: (bch-battery.cz, 2022)

**Obr. 19 Nikl – metal hybridový akumulátor**

#### **4.2.4 Lithium-polymerové akumulátory (Li-Po)**

Lithium polymerové akumulátory (Li-Po) jsou typem nabíjecích baterií, které používají polymerový elektrolyt k přepravě iontů mezi elektrodami. Tyto akumulátory jsou často používány v mobilních telefonech, tabletech, digitálních fotoaparátech, RC modelech a dalších elektronických zařízeních.

Li-Po akumulátory mají výhodu oproti jiným typům baterií, jako jsou například nikel-kadmiové akumulátory (NiCd) nebo nikel-metal-hybridní akumulátory (NiMH), v tom, že mají vysokou hustotu energie (viz tabulka 4) a mohou být vyráběny v různých tvarech a velikostech. To umožňuje výrobcům vyrábět tenčí a lehčí zařízení.

Další výhodou Li-Po baterií je to, že mají vysokou rychlost nabíjení a nízkou úroveň samovybíjení. Na druhé straně mají však také několik nevýhod, jako například menší životnost v porovnání s jinými typy baterií a vyšší náklady na výrobu.

Je důležité si uvědomit, že Li-Po akumulátory jsou náchylné k poškození, pokud nejsou správně používány nebo skladovány. Pokud se Li-Po akumulátory přehřejí nebo jsou poškozeny, mohou způsobit požár nebo dokonce výbuch. Proto je důležité dodržovat bezpečnostní pokyny a používat pouze certifikované nabíječky a příslušenství pro Li-Po akumulátory (battex.info, 2023).

**Tab. 4 Technické parametry Li-Po akumulátoru**

<b>Konstrukce</b>	Katoda LiCoO <sub>2</sub> , LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , LiFePO <sub>4</sub> , anoda grafit nebo jiný uhlíkový materiál, gelový elektrolyt
<b>Jmenovité Napětí článku [V]</b>	3,7
<b>Jmenovitá Kapacita [Ah]</b>	1,5 – 350+ (až 200kWh)
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	150–250 (300)
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	500-2000
<b>Cena</b>	Střední
<b>Toxicita</b>	Nízká

Zdroj: Upraveno dle (krajiczech.cz, 2023)

#### **4.2.5 Lithium-iontové akumulátory (Li-Ion)**

Elektromobily obvykle používají lithium-iontové akumulátory (Li-Ion) (viz obrázek 20). Tyto akumulátory jsou vysoce energetické a mají vysokou kapacitu (viz tabulka 5), což umožňuje elektromobilům jezdit delší vzdálenosti na jedno nabití.

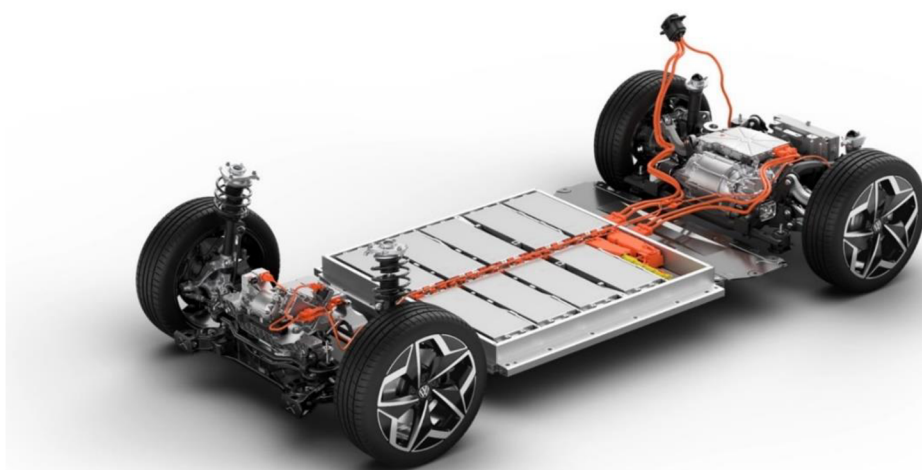
Li-Ion akumulátory se vyrábějí v různých velikostech a tvarech a mohou být přizpůsobeny specifickým požadavkům daného elektromobilu. Tyto akumulátory se skládají z jednoho nebo více modulů, které jsou umístěny v podvozku nebo v jiných částech vozidla. Li-ion baterie se používají v širokém spektru aplikací, jako jsou chytré telefony, notebooky, elektrická vozidla, drony, RC modely, a mnoho dalších zařízení.

**Tab. 5 Technické parametry Li-Ion akumulátoru**

<b>Konstrukce</b>	Katoda $\text{LiCoO}_2$ , $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , $\text{LiFePO}_4$ , anoda grafit nebo jiný materiál, kapalný nebo gelový elektrolyt
<b>Jmenovité Napětí [V]</b>	3,6-3,7
<b>Jmenovitá Kapacita [Ah]</b>	1,5-350+ (až 200 kWh)
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	100-250 (300)
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	500-2000
<b>Cena</b>	Střední
<b>Toxicita</b>	Nízká

Zdroj: Upraveno dle (krajiczech.cz, 2023)

V posledních letech se také objevují další typy baterií, které se používají v elektromobilech, jako jsou například lithium-polymerové akumulátory (Li-Po) a akumulátory s pevným elektrolytem (SFE). Tyto akumulátory mají výhody v oblasti hustoty energie a bezpečnosti, přesto Li-Ion akumulátory jsou stále nejrozšířenějším typem uložení energie v elektromobilech (battex.info, 2023).



Zdroj: (auto.cz, 2020)

**Obr. 20 Li-Ion akumulátor na platformě MEB od značky Volkswagen**

## 4.2.6 Materiály a cena akumulátorů

Materiály a přibližné ceny různých typů akumulátorů se mohou lišit v závislosti na konkrétním modelu, značce, kapacitě a regionální dost. Li-ion, Li-Po, olověné akumulátory, NiCd a NiMh akumulátory představují několik běžně používaných technologií akumulátorů na trhu. Při výběru akumulátoru je důležité zohlednit i další parametry nejen cenu.

### 1. Olověné akumulátory:

Olověné akumulátory mají nižší energetickou hustotu a vyšší hmotnost než Li-ion a Li-Po baterie, ale jejich cena je obecně nižší. Jsou vhodné pro aplikace, kde není hmotnost kritickým faktorem, jako jsou záložní zdroje energie a solární energetické systémy. Jejich hlavní nevýhodou je vysoká toxicita olova.

### 2. NiCd baterie:

NiCd baterie mají nižší energetickou hustotu než Li-ion a Li-Po baterie a trpí paměťovým efektem, který může snižovat kapacitu baterie při častém používání. Nicméně, jejich cena je obecně nižší. Kvůli vysoké toxicitě kadmia a nižší energetické hustotě, než u novějších technologií se jejich používání postupně omezuje.

### 3. NiMh baterie:

NiMh baterie nabízejí lepší energetickou hustotu než NiCd baterie. Jejich cena je střední, podobně jako u Li-ion baterií, ale jejich energetická hustota je nižší. NiMh baterie jsou méně toxické než NiCd baterie, což je činí ekologičtější alternativou. Tyto baterie se často používají v běžných spotřebičích, jako jsou fotoaparáty, hračky a nabíjecí baterie pro domácí použití.

### 4. Li-Po baterie:

Li-Po baterie mají podobné vlastnosti jako Li-ion baterie, ale jsou obvykle lehčí a flexibilnější. Jejich cena je také střední a srovnatelná s Li-ion bateriemi.

### 5. Li-ion baterie:

Li-ion baterie nabízejí vysokou energetickou hustotu, dlouhou životnost a nízké samovybití. Jejich cena je střední, což znamená, že jsou dražší než olověné,

NiCd a NiMH baterie. Nicméně, jejich cena se snižuje s rozvojem technologií a širokým využitím, což je činí stále dostupnějšími pro širokou škálu aplikací.

### **4.3 Akumulátory srovnání**

Existuje mnoho různých typů baterií, každá s odlišnými technickými parametry. V této práci byly popsány olovené, NiCd, NiMH, Li-Po, Li-Ion akumulátory. Pro naši aplikaci budeme hlavně srovnávat podle následujících technických parametrů: energetická hustota, toxicita, počet cyklů (při 80% vybití) a cena a další parametry.

V rámci používání pro běžné lidi, musíme zajistit požadovanou bezpečnost. Z tohoto důvodu řadíme toxicitu baterie na první místo v rámci výběru. Nejvyšší toxicitu mají olovené akumulátory a NiCd akumulátory (viz tabulka 6), proto výběr této baterie i v rámci velikosti, co se týče olovených akumulátorů ihned zamítáme. Co se týče NiCd akumulátoru, velikosti vyhovují, nicméně mají v porovnání s novějším typem baterie malou hustotu a taktéž trpí na vysokou toxicitu. Tyto baterie jsou již také na ústupu a nahrazují je modernější NiMH akumulátory, které z nich prakticky vycházejí, které mají sice vyšší energetickou hustotu, ale stále nedosahují kvalit moderních akumulátorů Li-Ion a Li-Po.

Nejnižší toxicitu nabízí moderní akumulátory Li-Po a Li-Ion, nabízí také nejvyšší počet cyklu při 80 % vybití, a tedy dobrou výdrž. Moderní baterie tedy mají větší výdrž díky vyšší energetické hustotě.

**Tab. 6 Porovnání akumulátorů**

	Olověné akumulátory	NiCd	NiMH	Li-Po	Li-Ion
<b>Energetická hustota [Wh/kg]</b>	30–50	45-80	60-120	150-250	100-250
<b>Počet cyklů (při 80% vybití)</b>	400-500	300-500	1500	500-2000	500-2000
<b>Cena</b>	Nízká	Nízká	Střední	Střední	střední
<b>Toxicita</b>	Vysoká	Vysoká	Střední	Nízká	Nízká

Zdroj: (Bova, 2023)

Navzdory toho, že cena hraje také roli, moderní baterie jsou stále mnohem oblíbenější, a proto jejich náklady na pořízení klesají. Pokud si srovnáme všechny tyto technické parametry, vychází nejlépe lithiové akumulátory Li-Po, Li-Ion.

Cena akumulátorů na bázi lithia se pohybuje na základě velikosti baterie a cenových podmínek na trhu jednotlivých obchodů a dalších parametrů.

#### **4.3.1 Vybraný akumulátor pro použití**

V dnešní době se nejčastěji používají Li-On akumulátory, proto volíme tento akumulátor i na základě jeho technických parametrů (viz tabulka 6). Tento typ akumulátoru má skvělé technické vlastnosti pro aplikaci při nabíjení. Nejenom, že má dlouhou výdrž, se kterou souvisí i energetická hustota, ale také není toxický a rychle se nabíjí.



## 5 Návrh konektoru v modelu automobilu

Navrhování konektoru v rámci této práce zahrnuje několik důležitých kroků.

1. Vize v automobilových konektorech
2. Definování zadání a požadavků na jeho vlastnosti
3. Současné řešení konektorů
4. Navrhované řešení konektoru – prototyp: Vytvořit fyzický model konektoru, který bude navrhnut ve 3D datech a poté pomocí 3D tiskárny vytisknut.
5. Porovnání současného a navrhovaného řešení

### 5.1 Vize v automobilových konektorech

Buducnost automobilových konektorů a současné trendy ukazují na 5 klíčových faktorů, a to jsou miniaturizace, konektivita a rychlost, odolnost, bezpečnost a inteligentní konektory. Výrobci konektorů usilují o vývoj konektorů tak aby dosahovali co nejlepšího poměru mezi parametry a cenou. Výrobci musí stále dodržovat mezinárodní standardy v podobě norem.

V poslední době velkého rozmachu vozidel s elektrickým pohonem je trend miniaturizace konektorů jeden z hlavních. Menší konektory uspoří místo a také umožňují snadnější instalaci. Dalším výhodou miniaturizace je také uspoření hmotnosti, která je u automobilů s elektrickým pohonem zásadní. Dalším trendem je vyšší rychlost a větší konektivita konektorů, s neustále rostoucím počtem elektrických a elektronických systémů v automobilech je zapotřebí propojovat systémy efektivněji. S rozvojem bezdrátových technologií, jako je Bluetooth, Wi-Fi a 5G, se vyžadují vysokorychlostní bezdrátové konektory pro automobily. Tyto konektory umožňují bezdrátovou komunikaci mezi různými systémy vozidla a zároveň zajišťují spolehlivou a bezpečnou komunikaci. Mezi další trendy také zařazujeme zvýšenou odolnost, s neustále zvyšujícími se nároky na konektory je zapotřebí, aby dokázali stabilně odolávat podmínkám, jako jsou vibrace, nárazy a teplotní změny. V současné době není také výjimkou, stále častější používání bezdrátových konektorů, které výrazným způsobem snižují fyzickou potřebu kabelových svazků, s tím také souvisí úspora hmotnosti. Posledním trendem v oblasti automobilových konektorů je bezpečnost. S rostoucím trendem autonomní jízdy se vyžaduje více konektorů pro senzory a komunikaci s dalšími vozidly a

infrastrukturou. Tyto konektory musí být schopny přenášet velké množství dat a zároveň zajišťovat spolehlivou a rychlou komunikaci pro autonomní řízení vozidla. Tyto trendy ukazují, že konektory musí být kompaktní, rychlé, odolné, spolehlivé a hlavně bezpečné (Kynix, 2022).

## **5.2 Definování zadání a požadavků na jeho vlastnosti**

Prototyp konektoru musí být navržen podle současných platných norem, s důrazem na inovaci, tak aby byl možný použit i v následujících letech. V kapitole 5.1, kde jsou popsány vize automobilových konektorů se klade důraz na miniaturizaci, konektivitu, rychlost, odolnost, bezpečnost a v neposlední řadě inteligence konektorů.

Pro návrh konektoru byl zvolen napájecí konektor a z důvodu aktuálnosti rozvoje elektromobility a s ní související budování infrastruktury stanic pro nabíjení jejich akumulátor.

Dalším důvodem je současná různorodost napájecích konektorů pro různé značky elektromobilů.

Návrh prototypu konektoru bude vycházet ze stávajících typů konektorů a na základě popisu a analýzy těchto konektorů (viz dále) budou stanoveny parametry a návrh funkčnosti prototypu konektoru.

## **5.3 Současné řešení konektorů**

Jak již bylo výše uvedeno, v souvislosti s nabíjením a navrhnutím konektoru je také nutno v této práci zmínit již současné řešení konektorů pro nabíjení EV, které jsou nejpoužívanější v současné době v Evropě. Mezi tyto konektory můžeme zařadit Type 2 – Mennekes, CHAdeMO, CCS2, Tesla Supercharger. Ve světě existuje více konektorů sloužících k nabíjení, ale pro účely této práce budou vysvětleny pouze výše zmíněné. Pro evropský trh jsou to především tyto konektory, které jsou již nyní standardem na každé nabíječce:

1. Type 2 (Mennekes): Type 2 konektor je standardem pro střídavé (AC) nabíjení v Evropě a některých dalších zemích. Je kompatibilní s jednofázovým i třífázovým nabíjením a umožňuje proudy až 63 A.

2. CCS (Combined Charging System): CCS je standard pro kombinované nabíjení, který zahrnuje střídavé (AC) i stejnosměrné (DC) nabíjení v jednom konektoru.
3. CHAdeMO: Tento standard byl vyvinut v Japonsku a je používán pro stejnosměrné (DC) rychlonabíjení. Běžně se používá v Asii a je kompatibilní s některými evropskými a americkými vozidly. CHAdeMO konektory umožňují rychlonabíjení s proudy až 200 A a napětím až 500 V.
4. Tento konektor je vyvinut společností Tesla a používán pro stejnosměrné (DC) rychlonabíjení vozidel Tesla. V Severní Americe a Asii používá Tesla modifikovaný Type 1 konektor, zatímco v Evropě používá modifikovaný Type 2 konektor.

Důležité je také zmínit, jaké máme dle norem režimy nabíjení. Režimy označují technické vlastnosti a možnosti nabíjení. Především se jedná o komunikaci mezi EV a nabíječkou a také kapacitu a v poslední řadě bezpečnost. Režimy 1,2,3 využívají nabíjení prostřednictvím AC proudu a Režim 4 využívá nabíjení DC proudem. Pro naši pozdější praktickou práci využijeme Režim 1, který je nejjednodušší a není kladen velký důraz na bezpečnost ani komunikaci. U všech režimů nabíjení musí být požadován proudový chránič, které jsou definované v normě v IEC 61008-1 nebo IEC 61009-1 nebo IEC/ TR 60755, ve spojení s nadproudovou ochranou.

### **5.3.1 Režim 1 (AC)**

Tento režim se vyznačuje tím, že EV je napájeno z běžné zásuvky 230 V / 50 Hz nebo z třífázové zásuvky 400 V / 50 Hz. Jedná se tedy o napojení se střídavým proudem s použitím standardizovaných zásuvek s max. 16 A. Absence komunikace mezi vozidlem a elektrickou sítí je také důvod omezení na maximální nabíjecí výkon 2,3 kW (1f, 10 A) nebo až 11 kW (3f, 10 A), podle normy IEC 61851-1 (Lang, 2020).

### **5.3.2 Režim 2 (AC)**

Tento režim také jako režim 1 představuje napájení střídavým proudem, ale je povoleno větší napětí, a to do maximální hodnoty 32 A, tím dosáhneme větší rychlosti nabíjení pomocí až 22kW. Rychlejší nabíjení zredukuje čas, který je

potřeba k nabíjení elektricky poháněného vozidla, uživatel, tak může EV používat více a častěji vlivem dosažení nižších časů nabíjení. Oproti režimu 1, zde je nutná už komunikační jednotka, která komunikuje s autem. Komunikace mezi autem a elektrickou sítí je v režimu 2 např. pomocí univerzální nabíječky s vyměnitelnou koncovkou (viz obrázek 21) pro 3fázovou nebo 1fázovou zásuvku (Lang, 2020).



Zdroj: (eshop.skoda-auto.cz, 2023)

**Obr. 21 Nabíječka s vyměnitelnou koncovkou od značky ŠKODA AUTO**

### 5.3.3 Režim 3 (AC)

Režim 3 stejně tak, jako režim 1 a 2 pracuje se střídavým proudem. Tento režim se vyznačuje plynulým řízením nabíjení a také danou koncovkou přímo určenou pro daný model auta. V tomto režimu je využito taktéž 230 V / 50 Hz nebo 400 V / 50 Hz zásuvky. Jeden z příkladů využívající tento režim je Wallbox (viz obrázek 22), který si každý výrobce vyrábí sám. Tyto wallboxy dokážou také komunikovat vzdáleně, ať už pomocí připojené sítě Wi-Fi nebo datové sítě LTE. Komunikace mezi vozidlem a wallboxem je posunuta na vyšší úroveň, díky napájecímu vybavení pro elektromobil – řídicí jednotka. Vybavení zvyšuje bezpečnost a komfort díky možnému nastavení času nabíjení a maximálnímu příkonu nabíjení (Lang, 2020).



Zdroj: (audi-zentrum-essen-shop.deauto.cz, 2023)

**Obr. 22 Wallbox ŠKODA iV**

#### **5.3.4 Režim 4 (DC)**

Poslední režim, který se vyznačuje hlavně tím, že stejnosměrný proud (AC) je dodáván přímo do akumulátoru a obchází tak palubní nabíječku v EV. Toto nejen výrazně zkrátí potřebný čas k nabití EV. Dalším výrazným znakem režimu 4 je veřejné umístění z důvodů výkonu, který je možné na těchto dobíjecích stanicích dosáhnout, a to až nabíjecí výkon o hodnotě 400 kW. Bezpečnost a distribuční síť je důležitá, a proto se tyto nabíjecí stanice v tomto režimu nachází jenom na veřejných místech. Digitální komunikace mezi vozidlem a nabíjecí stanicí musí být zajištěna (Lang, 2020). Příklad nabíjecí vysokorychlostní veřejné stanice od společnosti IONITY (viz obrázek 23).



Zdroj: (hybrid.cz, 2020)

**Obr. 23** Vysokorychlostní stanice pro nabíjení elektromobilu od firmy IONITY

### 5.3.5 Type 2 – Mennekes konektor

Konektor tohoto typu je evropským zástupcem pro nabíjení střídavým proudem (AC). Tento konektor (viz obrázek 24) byl vyvinut v roce 2009 německou firmou Mennekes. V roce 2014 byl schválen Evropskou Unií jako standard pro pomalé nabíjení. Type 2 – Mennekes je jednofázový nebo třífázový s napětím 230 V pro 1 fázi a 400 V pro 3 fáze s proudy pohybující se od 16 do 63 A. Tento konektor je schopný nabíjet výkonem až 44 kW (viz tabulka 7), nicméně většina elektricky poháněných vozidel zvládne nejčastěji kolem 11 kW a maximálně až 22 kW vlivem omezení výkonosti palubní nabíječky v automobilu (Lang, 2020).

**Tab. 7 Technické parametry Type – 2 Mennekes konektoru**

Displej / Tlačítko	NE / NE
LED kontrolka	NE
Odolnost	IP54
Rychlost (Max. nabíjecí výkon) [kW]	44
Bezpečnost	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Upraveno dle (Ráček, 2023)

Další faktor, který usnadnil schválení a je považován za standard je, že tento konektor je využíván většinou evropských výrobců elektromobilu jako jsou např.: Audi, BMW, Porsche, Volkswagen, Volvo, Mercedes – Benz, a další společnosti, které budují síť nabíjecích stanic. Konektor potažmo nabíjecí kabel je dodáván jako sériová výbava každého elektrického vozu (Ráček, 2017).



Zdroj: (kelengy.com, 2023)

**Obr. 24 Konektor Mennekes 2**

### 5.3.6 CCS2 konektor

Combined charging system 2 dále jen CCS2 konektor (viz obrázek 25) využívá pro nabíjení stejnosměrný proud. Jedná se o konektor, kde byly přidány navíc ke standardizovanému konektoru Type 2 – Mennekes další 2 kolíky pro nabíjení stejnosměrným proudem (DC), konkrétně DC+ a DC-. Tento konektor umí přenést výkon nabíjení až 350 kW (viz tabulka 8). Tento konektor využívá režimu 3 a režimu

4 nabíjení. Tento typ konektoru je v široké míře používán v Evropě a v nejbližší budoucnosti má sloužit jako náhrada za konektor CHAdeMO. (Ráček, 2017).

**Tab. 8 Technické parametry CCS2 konektoru**

Displej / Tlačítko	NE / NE
LED kontrolka	NE
Odolnost	IP54, IP55 a IP65
Rychlost (Max. nabíjecí výkon) [kW]	350
Bezpečnost	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Upraveno dle (Ráček, 2023)

Celý konektor CCS2 Combo je navržen tak, aby byl kompatibilní se širokou škálou elektrických vozidel vyráběných v Evropě a dalších zemích. Jeho použití je čím dál tím více rozšířené a stává se jedním z nejrozšířenějších standardů pro rychlonabíjení elektrických vozidel na trhu (Lang, 2020).



Zdroj: (caranddriver.com, 2012)

**Obr. 25 Konektor CCS**



### 5.3.7 CHAdeMO konektor

Charging de move konektor (viz obrázek 26) dále jen CHAdeMO je jedním z prvních světových DC rychlonabíjecích standardů. Vytvořen byl v roce 2010 společnostmi Tokyo Electric Power Company a Fuji Heavy v Japonsku. Další tři společnosti, Nissan, Mitsubishi a Toyota, se později přidaly k tvorbě standardu. CHAdeMO je také zahrnut do normy IEC61851 (Chademo, 2023). Existují tři typy CHAdeMO:

1. 1.0, který využívá napětí 500 V, proud 125 A,
2. 2.0 s napětím 500 V, proudem 400 A a výkonem až 200 kW a
3. 3.0, který byl vytvořen ve spolupráci s čínskou společností Rada Číny pro elektřinu (CEC), s maximálním dosažitelným výkonem 900 kW (při 600 A, 1,5 kV, pouze demonstrace a test). Proudem 350–400 A a napětím 1 kV se dosáhlo nabíjení o výkonu 350-400 kW (viz tabulka 9).

Všechny typy CHAdeMO používají pro komunikaci mezi EV a nabíjecí stanicí sériovou sběrnici CAN BUS. CHAdeMO je nejvíce používaným standardem na světě, co se týče počtu nabíjecích poplatkových míst, k datu 13.3.2020 jich bylo 27 800, nejvíce v Evropě, Japonsku, Asii a USA. Tento standard používají například výrobci vozidel Nissan, Mitsubishi, Peugeot a Citroen a společnosti budující nabíjecí stanice, jako například Skupina ČEZ a Innogy v České republice (Chademo, 2023).

**Tab. 9 Technické parametry CHAdeMO konektoru**

Displej / Tlačítko	NE / NE
LED kontrolka	NE
Odolnost	IP56
Rychlost (Max. nabíjecí výkon) [kW]	350–400
Bezpečnost	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Upraveno dle (Ráček, 2023)



Zdroj: (kelengy.com, 2023)

***Obr. 26 Chademo nabíjecí konektor***

### **5.3.8 Tesla Supercharger konektor**

Tesla Inc. v roce 2012 vyvinula typ konektoru nazvaný Supercharger (viz obrázek 27). Společnost Tesla se zabývá výrobou elektromobilů a budováním celosvětové sítě nabíjecích stanic. V prosinci 2022 se tato síť skládala z 4 470 nabíjecích stanic s 40 342 nabíjecími stojany pro elektrická vozidla, která využívají standard Supercharger. Tento konektor byl vytvořen pro potřeby rychlého dobíjení EV vlastní výroby společnosti Tesla v její síti nabíjecích stanic. Prvním modelem byl Supercharger V1 o výkonu 120kW určený pro vozidlo Model S, následoval novější model V2 s výkonem až 150kW a posledním modelem v této sérii je V3 představený v roce 2019 s možností nabíjení až 250kW. Všechny tyto modely komunikují po síti PLC (Programmable logic controller). Plánuje se uvedení modelu V4 schopného dodávat výkon až 350kW (viz tabulka 10) (Lang, 2020).

**Tab. 10 Technické parametry TESLA Supercharger konektoru**

Displej / Tlačítko	NE / ANO
LED kontrolka	NE
Odolnost	IP 55
Rychlost (Max. nabíjecí výkon) [kW]	350
Bezpečnost	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Upraveno dle (Ráček, 2023)

Tesla Supercharger je jedním z nejvýkonnějších nabíjecích standardů, avšak jeho nevýhodou je, že lze použít pouze v síti nabíjecích stanic Tesla. Proto byly evropské nabíjecí stanice společnosti Tesla doplněny o standard CCS2 a také vozidla Model 3 prodávaná na evropském trhu (Lang, 2020).



Zdroj: (tesla.com, 2022)

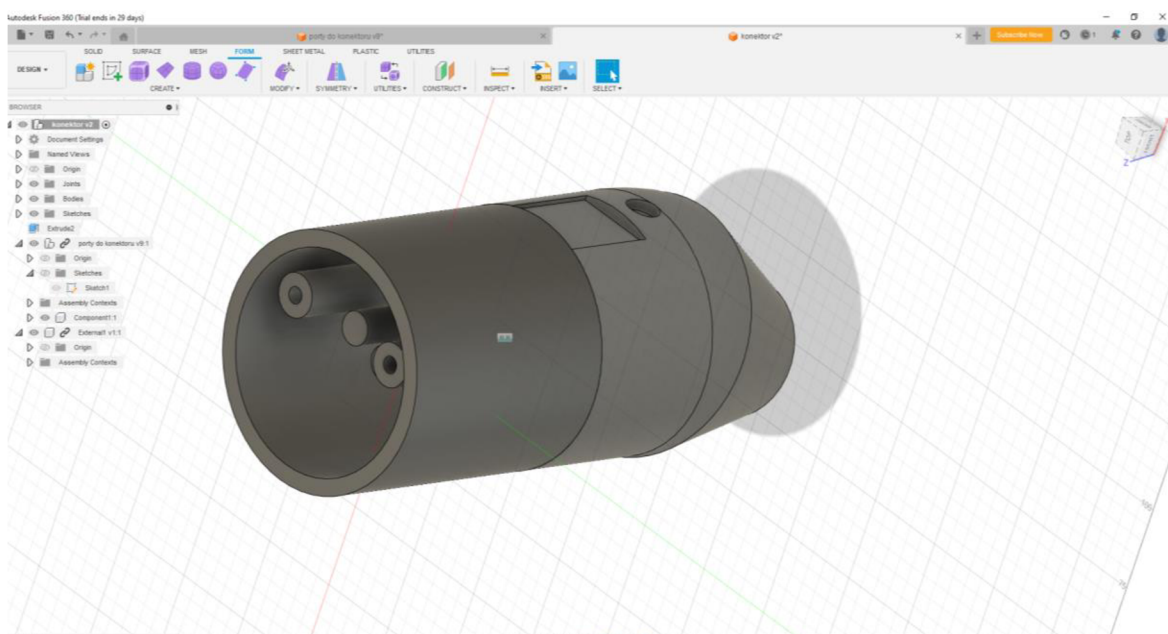
**Obr. 27 Konektor společnosti Tesla**

## 6 Navrhované řešení konektoru – prototyp

Při návrhu 3D dat konektoru byl použit CAD program Autodesk FUSION 360 (viz obrázek 28) a SOLIDWORKS 2020. Poté byl konektor vytisknutý na 3D tiskárně Prusa i3 MK3S & MK3S+. Pro lepší představu byly také vytvořeny renderované snímky konektoru v programu Fusion 360 (viz obrázek 30)

### 6.1 Návrh 3D modelu prototypu konektoru

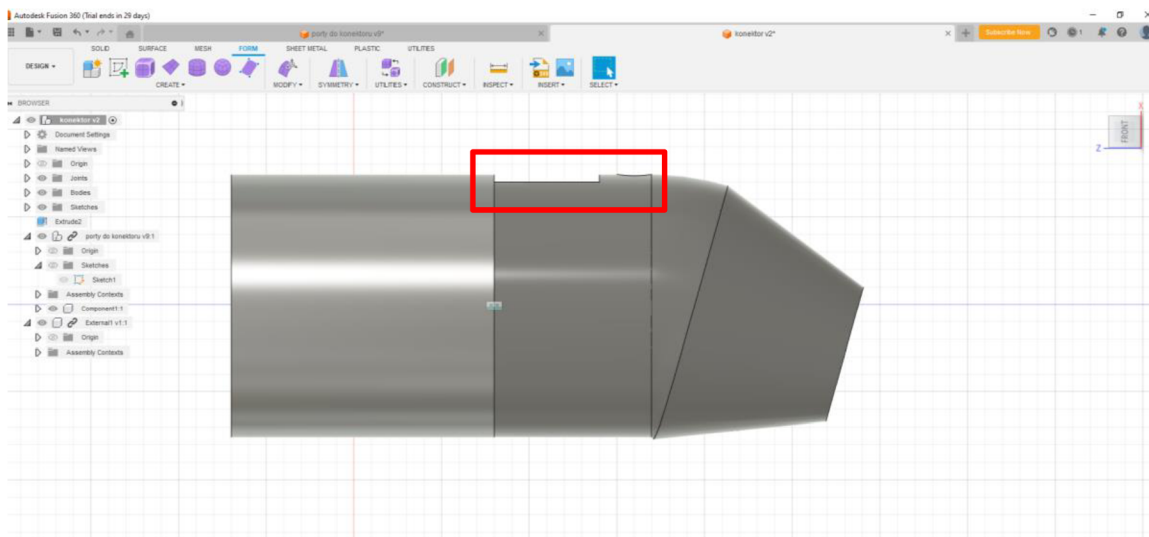
Prototyp konektoru byl navržen v CAD programu od společnosti AUTODESK, FUSION 360. Konektor je navržený tak, aby splňoval všechny podmínky a požadavky pro provoz k určené aplikaci (viz kapitola 5.2).



Zdroj: (Bova, 2023)

**Obr. 28 Autodesk FUSION 360, návrh modelu prototypu konektoru**

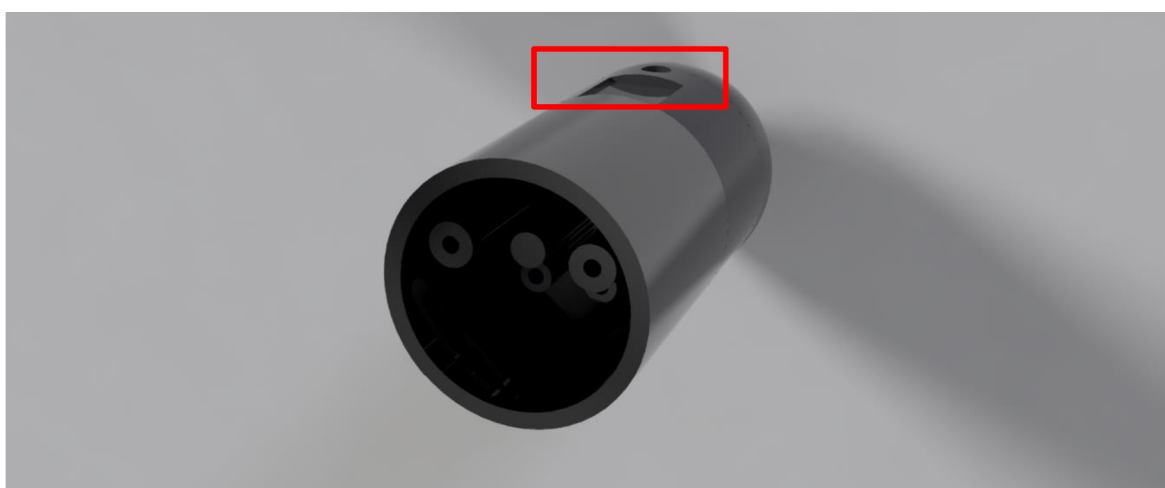
V rámci návrhu byl kladen důraz na to, aby byl konektor osazen displejem a LED diodou, vyřez pro tyto přidané komponenty jsou na vrchní straně konektoru (viz obrázek 29,30).



Zdroj: (Bova, 2023)

**Obr. 29** Pohled z boku na konektor a výřez pro displej.

Program FUSION 360 od společnosti AUTODESK umožňuje vidět, jak může reálný produkt vypadat (viz obrázek 30). Renderování je funkce obsažena v programu, která umožňuje vytváření reálných obrazů z počítačových modelů. Program umožňuje např. nastavení osvětlení, polohy modelu a dalších užitečných věcí tak, aby byl výsledek snímku co nejlepší.



Zdroj: (Bova, 2023)

**Obr. 30** Render prototypu konektor

## 6.2 3D tisk a tiskárna

3D tisk (také známý jako aditivní výroba) je technologie, která umožňuje vytvořit fyzický objekt z digitálního modelu tím, že tenké vrstvy materiálu jsou postupně nanášeny nebo spojovány, dokud nevznikne konečný produkt. Proces tisku probíhá postupným přidáváním materiálu na základě digitálních instrukcí a vrstva po vrstvě vytváří celkový tvar objektu. Nejčastěji používanou technologií je FFF (Fused Filament Fabrication), kde se tiskárna skládá z trysky, která zahřívá a taje plastový materiál a postupně ho nanáší na stůl v požadovaném tvaru a vrstvě. Vrstvy materiálu se přidávají, dokud není hotový celý objekt. Pro tisk byla použita tiskárna od společnosti Prusa Research, konkrétně předchozí model před Prusa Mk.4 (viz obrázek 31), a to model Mk3S+ (Prusa, 2019).



Zdroj: (prusa3d.com, 2023)

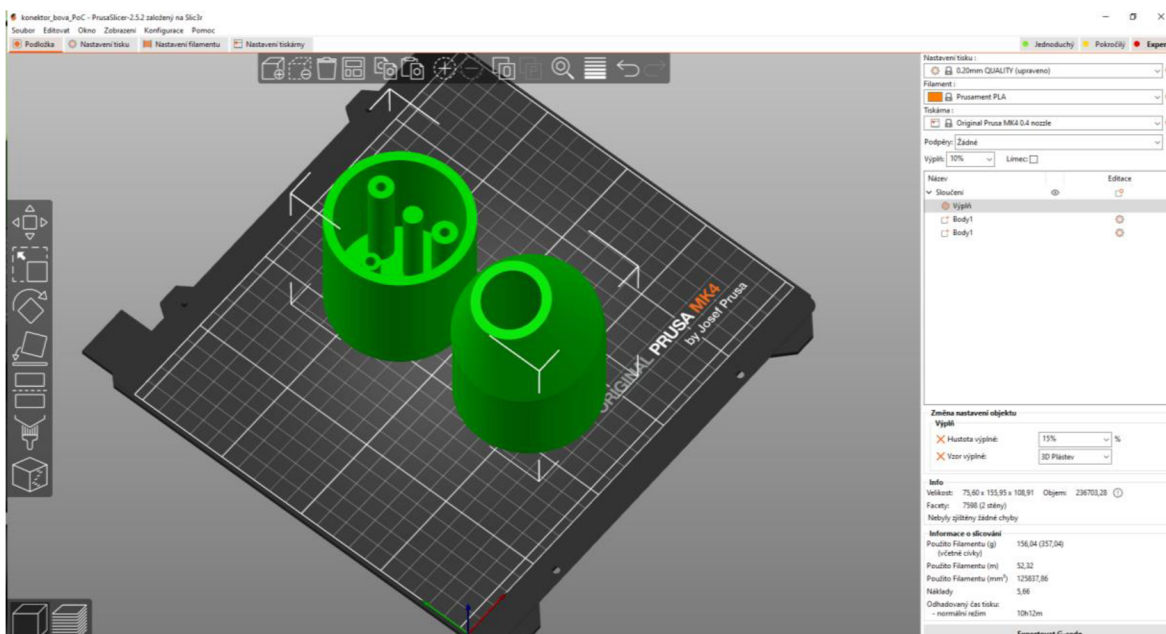
**Obr. 31 Tiskárna Prusa Mk.4**

## 6.3 Parametry 3D tisku

Parametry 3D tisku bylo nutné upravit, aby se požadovaný prototyp modelu konektoru vytiskl kvalitně a aby neměl velké časové nároky. V programu Prusa Slicer (viz obrázek 32), který je originálním programem od výrobce pro všechny 3D tiskárny od společnosti Prusa Research byly upraveny následující parametry:

1. Výška vrstvy 0,3 mm
2. Byla zvolena tryska o průměru 0,6 mm
3. Hustota výplně byla nastavena na 30% Pláštěv
4. Maximální rychlost objemového průtoku filamentu byla omezena na 11,5 mm<sup>3</sup>/s
5. U modelu byl proveden řez tak aby nebyly nutné žádné podpěry

Všechny tyto parametry dokázali snížit čas tisku na konečnou hodnotu 10 h. 42 min. Pro tisk byl použit materiál PLA Prusa v barvě Stříbrná.



Zdroj: (Bova, 2023)

**Obr. 32 Program Prusa Slicer**

## 6.4 Prototyp konektoru

Konektor byl vytištěn na 3D tiskárně podle upravených parametru (viz kapitola 5.4.3). Prototyp konektoru bude součástí této práce jako praktická příloha. Prototyp konektoru je zmenšený návrh pro ukázkou, jak by to mohlo vypadat u reálného prototypu. Konektor je zmenšený tak, aby se dal vytisknout v požadované kvalitě a rychlosti.

### 6.4.1 Popis konektoru a jeho vlastností

V této kapitole budou popsány funkce displeje a LED diody umístěné na svrchní části konektoru (viz obrázek 30), dále taky materiál a jeho technické parametry.

### 6.4.2 Materiál

Nabíjecí konektory jsou vyrobeny z několika materiálů, které mají zajistit odolnost, bezpečnost a dobrý elektrický kontakt. Při výrobě nabíjecích konektorů je důležitým aspektem také jejich design a standardizace. Prototyp konektoru v dalších vývojových fázích obsahuje další materiály jako jsou např.: kovy, plasty, pryžové materiály a kovové slitiny. Pro elektrické kontakty se používají kovy s vysokou vodivostí, proto byla zvolena měď, která má výbornou vodivost elektrického proudu. Ke zlepšení antikoročních vlastností a životnosti se také použije tenká vrstva zlata (Dsm.com, 2023).

Pro izolaci a ochranu konektoru se většinou používají většinou odolné plasty, jako jsou polyamidy (PA6), polykarbonáty nebo jiné termoplasty (PA66). V budoucím vývoji prototypu a sestavení téměř sériového prototypu konektoru se využije termoplast s označením PA66. Využije se pro vnější tělo, protože tento typ materiálu má schopnost odolávat vysokým teplotám, mechanickému namáhání a chemickému napadení. Pro další odolnost a pevnost konektorových částí se používají slitiny hliníku, mosazi, nebo nerezové oceli (Dsm.com, 2023).

Pro budoucí vývoj je také počítáno s ochranou IP 65. Tato ochrana poskytuje, že bude konektor plně chráněn proti prachu a jiným částicím, zároveň bude chráněn proti vodě. Aby dosáhl konektor požadovanou ochranu, je nutné využít pryžových materiálů. Většinou se používá speciální silikon nebo pryžový materiál s označením



EPDM (ethylen-propylen-dienová pryž). Tyto materiály budou také využity v případě prototypu konektoru (Dsm.com, 2023).

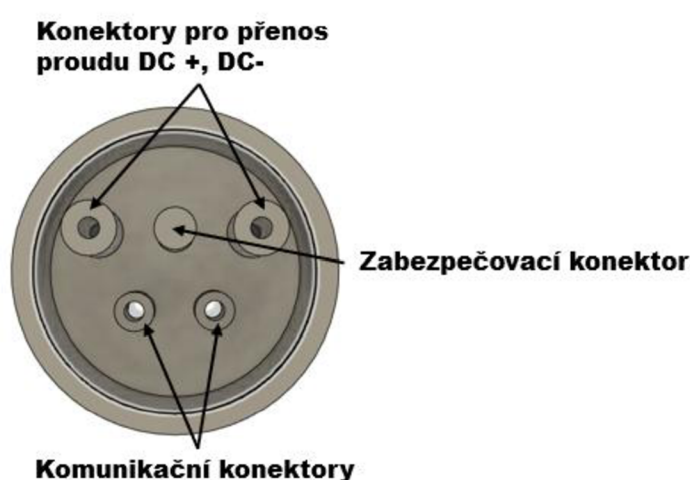
### 6.4.3 Technické parametry

Tento konektor bude konstruován na režim 4, což je režim, který využívá nabíjení stejnosměrného proudu, tedy DC. Tento konektor bude mít maximální nabíjecí výkon až 350 kW. Tento konektor je samčí a má celkem 5 kolíků, 2 pro komunikaci, 2 pro přenos proudu a 1 bezpečnostní (viz obrázek 33). Bude poskytovat ochranu IP 56, která je dostatečná pro naši aplikaci. Konektor bude bezpečný a bude mít mechanickou a komunikační ochranu, taktéž jako ochranu osob a ochranu proti přehřátí.

**Tab. 11 Technické parametry CHAdeMO konektoru**

Displej / Tlačítko	ANO / NE
LED kontrolka	ANO
Odolnost	IP56
Rychlost (Max. nabíjecí výkon) [kW]	350
Bezpečnost	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Bova (2023)



Zdroj: Upraveno dle (Wandisplay.com, 2023)

**Obr. 33 Přední pohled na jednotlivé konektory**

#### 6.4.4 Displej

Malý displej o velikosti 1,5 palce a disponuje rozlišením 128 x 128 pixelu, bude umístěn na svrchní části konektoru. Tento displej disponuje panelem TFT a disponuje vysokým kontrastem i při venkovním použití. Displej bude umístěn pod odolným ochranným plastem, který nedegraduje při venkovním použití (Wandisplay.com, 2013).



Zdroj: Upraveno dle (Wandisplay.com, 2023)

#### ***Obr. 34 Informace o nabíjení na displeji***

Funkce displeje a zobrazení se rozděluje na 4 části:

1. První část zobrazuje stav nabití baterie v procentech (viz obrázek 34 – pozice 1), může nabývat hodnoty 0 až 100 %. State of Charge (SoC) je termín používaný převážně v kontextu akumulátorů, zejména u lithiových akumulátorů, a odkazuje na úroveň nabití nebo vybití akumulátoru. SoC se obvykle vyjadřuje v procentech, kde 0 % znamená úplně vybitý akumulátor a 100 % znamená úplně nabitý akumulátor (Goran, 2020).

2. Druhá část bude ukazovat ikonou (viz obrázek 34) současný stav nabití baterie a v případě dalších ikon (viz obrázek 35) bude ukazovat, že je baterie v procesu nabíjení nebo již plně nabitá.



Zdroj: Upraveno dle (MS Powerpoint, 2023)

**Obr. 35 Ikona pro stav baterie**

3. Třetí část bude ukazovat, čas od začátku nabíjení.
4. Čtvrtá oblast bude ukazovat datum a čas

### 6.4.5 LED Dioda

Návrh konektoru bude obsahovat LED diodu (Light Emitting Diode). Tato dioda emituje světlo ve 3 barvách (viz obrázek 36) a upozorňuje uživatele na možné situace, které mohou nastat. Každá barva označuje jinou situaci:

1. Zelená – značí, že se plně nabíjí a konektor je správně připojen k vozidlu
2. Jantarová – značí poruchu a nenabíjení, ale uživatel je schopný řešit tuto poruchu
3. Červená – značí, že existuje kritická porucha na konektoru



Zdroj: (superbrightleds.com, 2023)

**Obr. 36 Barevná LED dioda emitující světlo ve 3 barvách**

## 6.5 Porovnání současného a navrhovaného řešení

V této kapitole bude srovnání současného řešení konektorů oproti navrhovanému řešení, prototypu konektoru ŠAVŠ01 (viz Tab. 12). V tabulce je možné vidět, že navrhovaný konektor disponuje displejem a LED diodou, oproti současnému řešení. To přináší inovativnost uživateli nabíjecích konektorů. Ze současného řešení tak lze považovat za inovativní jedině konektor Tesla Supercharger, který disponuje tlačítkem.

**Tab. 12 Technické parametry navrhovaného konektoru a současných konektorů**

Konektor	Displej / Tlačítko	LED kontrolka	Odolnost	Max. Rychlost nabíjení [kW]	Bezpečnost
Mennekes	NE / NE	NE	IP 54	44	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí
CCS2	NE / NE	NE	IP 54, IP 56, IP 65	350	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí
CHAdeMO	NE / NE	NE	IP56	350-400	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí
Tesla Supercharger	NE / ANO	NE	IP55	350	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí
Prototyp ŠAVŠ01	ANO / NE	ANO	IP56	350	Mechanická, Komunikační, Ochrana osob, Ochrana proti přehřátí

Zdroj: Bova (2023)

## Závěr

V první části této práce bylo nahlédnuto do historie kabelových svazků a konektorů. V dnešní době na palubě automobilu se nachází několik kilometrů kabelových svazků, které propojují jednotlivé řídicí jednotky k různým funkcím v interiéru a exteriéru vozu. Z pohledu historie a porovnání, byl uveden obrázek elektrického zapojení automobilu Ford Mustang, který obsahoval jen pár metrů kabelových svazků.

V druhé části této práce byly popsány kabelové svazky, které jsme si dále rozdělily na silové a komunikační vodiče. Z důvodu komplexnosti kabelových svazků není možné, aby se měnili, a proto jsou důkladně testovány tak aby vydrželi celý životní cyklus automobilu.

Ve třetí části práce byly podrobně představeny automobilové konektory. Byla představena konstrukce konektoru, z jakých materiálů a jaké technické parametry musí splňovat. Je důležité, aby automobilové konektory vydržely každý stav, do kterého se může auto dostat. Zároveň musí dojít ke splnění podmínek technických norem.

S nabíjením a konektory, také souvisí, co se bude nabíjet. V rámci toho byla provedena rešerše současných řešení baterií. Ve srovnání všech baterií, které se v současné době používají vyšla nejlépe baterie Li-Ion, která disponuje dobrými parametry pro současné aplikace. Jeden z důležitých parametrů bylo i hodnocení, jak moc je baterie toxická. Náš vybraný typ baterie a tj. baterie Li-Ion má nejmenší toxicitu a není tak nebezpečná pro člověka a jeho okolí. Zároveň disponuje skvělými vlastnosti jako je energetická hustota, počet cyklů nabíjení. Tato baterie může být mírně dražší, v rámci snižování nákladů a častějšího používání, cena této baterie klesá a může si ji dovolit mnohem více lidí.

Hlavní část diplomové práce je zaměřena na napájecí konektory, kde byla provedená rešerše jejich současného řešení z důvodu neustále rostoucího trhu s elektromobily a s tím související infrastrukturou. Součástí rešerše bylo také

porovnání nabíjecích konektorů v rychlosti, odolnosti, bezpečnosti, inovativnosti a jestli jsou konektory inteligentní nebo ne.

V praktické části, byl vykonstruován a navržen prototyp ŠAVŠ01 (viz příloha 1) a poté byl prototyp vytištěn na 3D tiskárně. Ke konci práce se tento prototyp nabíjecího konektoru porovnává se současným řešením. Výsledkem srovnání bylo, že současným nabíjecím konektorům chybí inovativnost. Tímto prototypem je nastíněna vize nabíjecích konektorů v souvislosti s neustále rostoucím vývojem elektromobility a napájecí infrastruktury.

## Seznam literatury

RILEY, John. Automotive connectors history. *blog.samtec.com* [online]. 2021, 26.01.2021 [cit. 2022-09-22]. Dostupné z: <https://blog.samtec.com/post/automotive-connectors-history/>

BELLIS, Mary. A History of the Automobile. *Www.thoughtco.com* [online]. 2021, 26.01.2021 [cit. 2022-09-22]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/who-invented-the-car-4059932>

ŠVANDOVÁ, Kateřina. Historie automobilismu. *Autaveskole.jaknahmyz.cz* [online]. 2011, 04.02.2011 [cit. 2022-09-22]. Dostupné z: [http://autaveskole.jaknahmyz.cz/historie\\_automobilismu](http://autaveskole.jaknahmyz.cz/historie_automobilismu)

REDAKCE. Kably: nervová vlákna moderního auta, o která se starají neurologové z Wolfsburgu. *Www.hybrid.cz* [online]. 2017, 15.08.2017 [cit. 2022-09-22]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/kably-nervova-vlakna-moderniho-auta-o-ktera-se-staraji-neurologove-z-wolfsburgu/>

LScablesystems. *Www.lscns.com* [online]. 2023. Dostupné z: <https://www.lscns.com/en/product/solution.asp?searchCate=164>

Automotive Connectors: Car, Truck, Bus, & Off-Road. *Www.te.com* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors.html>

Automotive Electrical Connectors: Fundamentals, Types, and Functioning. *Www.dfliq.net* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.dfliq.net/blog/automotive-electrical-connectors/>

KING, Graham. Bentley Bentayga wiring harness is weirdly beautiful. *Uk.motor1.com* [online]. 2016 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://uk.motor1.com/news/96238/bentley-bentayga-wiring-harness-is-weirdly-beautiful/amp/>

CARBONE, James. New Automotive Electronics Systems Drive Connector Growth. *Www.supplychainconnect.com* [online]. 11.04.2017 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.supplychainconnect.com/market-insights/article/21866664/new-automotive-electronics-systems-drive-connector-growth>

Automotive Electrical Connectors Information. *Www.globalspec.com* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z:

[https://www.globalspec.com/learnmore/electrical\\_electronic\\_components/connectors/automotive\\_electrical\\_connectors](https://www.globalspec.com/learnmore/electrical_electronic_components/connectors/automotive_electrical_connectors)

Connectors for Automotive Ethernet. *Www.erich-jaeger.com* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.erich-jaeger.com/cs/products/product-innovations/automotive-ethernet-connectors-for-data-transmission>

GOETZMAN, Amy. Standards for Automotive Connectors Differ in Europe and the US. *Connectorsupplier.com* [online]. 05.03.2019 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://connectorsupplier.com/standards-automotive-connectors-eu-us/>

KYNIX. Automotive Connectors Basic and Performance Standards Overview. *Www.kynix.com* [online]. 01.11.2022 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.kynix.com/Blog/Automotive-Connectors-Basic-and-Performance-Standards-Overview.html>

COOK, Jeremy. Automotive Electrical Connectors: Standards & Types. *Www.arrow.com* [online]. 12.11.2018 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/intro-to-automotive-grade-electrical-connectors-and-parts>

WILSON, Kevin. Worth the Watt: A Brief History of the Electric Car, 1830 to Present. *Www.caranddriver.com* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.caranddriver.com/features/g15378765/worth-the-watt-a-brief-history-of-the-electric-car-1830-to-present/>

MÁRA, Ondřej. Elektromobily a jejich nabíjení: Znáte nejčastější typy nabíječek a konektorů? *Www.auto.cz* [online]. 03.09.2019 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/elektromobily-a-jejich-nabijeni-znate-nejcastejsi-typy-nabijecek-a-konektoru-130851>

ROSSI, Tiff. A brief history of in-vehicle infotainment and car data storage. *Www.tuxera.com* [online]. 19.07.2021 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.tuxera.com/blog/a-brief-history-of-in-vehicle-infotainment-how-tuxera-fits-in/>

BARRETO, Victor. What is OBDII? History of on-board diagnostics. *Www.geotab.com* [online]. 25.11.2020 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.geotab.com/blog/obd-ii/>

DAVID, Jiří. *ELEKTRICKÉ A ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY AUTOMOBILŮ* [online]. 2018 [cit. 2023-02-05]. ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, o.p.s.



HUDEC, Michal. *NÁVRH KABELOVÉHO SVAZKU PRO STUDENTSKOU FORMULI* [online]. Liberec, 2020 [cit. 2023-02-05]. BP. Technická Univerzita Liberec. Vedoucí práce Jan Koprnický.

ZEMAN, Jakub. *ZPŮSOBY RECYKLACE KABELŮ Z AUTOVRAKU* [online]. Pardubice, 2012 [cit. 2023-02-05]. BP. UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA. Vedoucí práce Roman Graja.

*ISO 8092 - Road vehicles — Connections for on-board electrical wiring harnesses — Part 2: Definitions, test methods and general performance requirements*. 2005.

NEJEDLÝ, Libor. *ELEKTRODY PRO LITHNO-IONTOVÉ BATERIE NA BÁZI KOBALTITANU LITHNÉHO*. Brno, 2011. Diplomová Práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Doc. Ing. MARIE SEDLAŘÍKOVÁ, CSc.

KOLLER, Jiří. *Využití bateríí elektromobilů k ukládání obnovitelné energie*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Technická Univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Petr Novotný, CSc.

KNOTEK, Vojtěch. *Vliv teploty na parametry baterií*. Praha, 2019. DIPLOMOVÁ PRÁCE. České vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Pavel Hrzina, Ph.D.

Bateriové systémy. *Krajiczech.cz* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.krajiczech.cz/content/7-bateriove-systemy>

Hlavní přednosti hermetických lithiových akumulátorů: Abeceda baterií a akumulátorů. *Krajiczech.cz* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <http://www.battex.info/hermeticke-akumulatory/li-akumulatory/zakladni-charakteristiky>

Baterie Elektromobilu. *Devinn.cz* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.devinn.cz/blog/baterie-elektromobilu>

SHEPARD, Jeff. Konektory CCS pro rychlé a bezpečné nabíjení elektromobilů. *Vyvoj.hw.cz* [online]. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/konektory-ccs-pro-rychle-a-bezpecne-nabijeni-elektromobilu.html>

High power. *Chademo.com* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.chademo.com/technology/high-power>

*Jak LED diody fungují* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://eshop.ledsolution.cz/led-diody-technicke-udaje/>

Products TFT display. *Wandisplay.com* [online]. 2023 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.wandisplay.com/products/0.91.htm>

POT, Abel. Manufacturing next-generation EV charging plugs. *Dsm.com* [online]. 2021, 01.03.2021 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: [https://www.dsm.com/engineering-materials/en\\_US/insights/blog/manufacturing-next-generation-ev-charging-plugs.html](https://www.dsm.com/engineering-materials/en_US/insights/blog/manufacturing-next-generation-ev-charging-plugs.html)

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Výroba modelu T v továrně v americkém Detroitu.....	12
Obr. 2 Kompletní zapojení Fordu Mustang z roku 1968.....	13
Obr. 3 Kabelové svazky v Bentley Bentayga.....	14
Obr. 4 Kabelové svazky z přístrojové desky.....	15
Obr. 5 Automobilový silový vodič FLRY .....	16
Obr. 6 Automobilový komunikační vodič .....	17
Obr. 7 Automobilový komunikační vodič pro CANBUS sběrnici .....	18
Obr. 8 Kabelový svazek ve voze ŠKODA AUTO Enyaq.....	19
Obr. 9 Vysokonapěťové konektory pro automobil s elektrickým pohonem .....	21
Obr. 10 Příklady napájecích konektorů .....	24
Obr. 11 USB – C konektor pro nabíjení zařízení .....	25
Obr. 12 OBD konektor pod palubní deskou.....	26
Obr. 13 Automobilový konektor pro senzory.....	26
Obr. 14 Vysokorychlostní konektory pro infotainment .....	27
Obr. 15 Ethernetový konektor pro autonomní systémy .....	27
Obr. 16 Příklad ovládacích konektorů .....	28
Obr. 17 Konstrukce moderního 12 V akumulátoru .....	32
Obr. 18 Nikl-kadmiový akumulátor .....	33
Obr. 19 Nikl – metal hybridový akumulátor.....	35
Obr. 20 Li-Ion akumulátor na platformě MEB od značky Volkswagen.....	37
Obr. 21 Nabíječka s vyměnitelnou koncovkou od značky ŠKODA AUTO .....	44
Obr. 22 Wallbox ŠKODA iV .....	45
Obr. 23 Vysokorychlostní stanice pro nabíjení elektromobilu od firmy IONITY ....	46
Obr. 24 Konektor Mennekes 2.....	47
Obr. 25 Konektor CCS .....	48
Obr. 26 Chademo nabíjecí konektor.....	50
Obr. 27 Konektor společnosti Tesla .....	51
Obr. 28 Autodesk FUSION 360, návrh modelu prototypu konektoru.....	52
Obr. 29 Pohled z boku na konektor a výřez pro displej. ....	53
Obr. 30 Render prototypu konektor .....	53

Obr. 31 Tiskárna Prusa Mk.4.....	54
Obr. 32 Program Prusa Slicer .....	55
Obr. 33 Přední pohled na jednotlivé konektory.....	57
Obr. 34 Informace o nabíjení na displeji.....	58
Obr. 35 Ikona pro stav baterie .....	59
Obr. 36 Barevná LED dioda emitující světlo ve 3 barvách .....	59

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Technické parametry Olověného akumulátoru.....	31
Tab. 2 Technické parametry Nikl-Kadmiového akumulátoru .....	33
Tab. 3 Technické parametry Nikl-metal-hybridního akumulátoru .....	34
Tab. 4 Technické parametry Li-Po akumulátoru.....	36
Tab. 5 Technické parametry Li-Ion akumulátoru .....	37
Tab. 6 Porovnání akumulátorů .....	40
Tab. 7 Technické parametry Type – 2 Mennekes konektoru.....	47
Tab. 8 Technické parametry CCS2 konektoru.....	48
Tab. 9 Technické parametry CHAdeMO konektoru.....	49
Tab. 10 Technické parametry TESLA Supercharger konektoru .....	51
Tab. 11 Technické parametry CHAdeMO konektoru.....	57
Tab. 12 Technické parametry navrhovaného konektoru a současných konektorů	60

## Seznam příloh

Příloha 1 Prototyp konektoru ŠAVŠ01 .....	70
---	----

## Příloha 1 Prototyp konektoru ŠAVŠ01



## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>			
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	Zvolte položku.		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>			
<b>KATEDRA</b>	Zvolte položku.	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	
<b>POČET STRAN</b>			
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>			
<b>POČET TABULEK</b>			
<b>POČET PŘÍLOH</b>			
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	Zaměření, téma, cíl, způsob řešení, hlavní zjištění a závěry v rozmezí 10 až 15 řádků.		

<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	

### ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>			
<b>FIELD</b>	Zvolte položku.		
<b>THESIS TITLE</b>			
<b>SUPERVISOR</b>			
<b>DEPARTMENT</b>	Zvolte položku.	<b>YEAR</b>	
<b>NUMBER OF PAGES</b>			
<b>NUMBER OF PICTURES</b>			
<b>NUMBER OF TABLES</b>			
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>			
<b>SUMMARY</b>			



<b>KEY WORDS</b>	