



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Konstrukce jednomístného automobilu typu cyclekart

Lukáš Brousil

Gymnázium, Praha 2, Botičská 1

Konstrukce jednomístného automobilu typu cyclekart

Lukáš Brousil
Hlavní město Praha

Praha 2024

Konstrukce jednomístného automobilu typu cyclekart

Construction of a cyclekart type single-seater car

Autoři: Lukáš Brousil

Škola: Gymnázium, Praha 2, Botičská 1, Botičská 424, 128 01 Praha 2

Kraj: Hlavní město Praha

Konzultant: Mgr. Eva Kotrčová

Praha 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto odbornou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Evy Kotrčové. Dále prohlašuji, že jsem práci vypracoval pomocí legálního programového vybavení a že jsem uvedl veškeré použité zdroje informací.

Praha 3. března 2024

.....

Lukáš Brousil

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mě jakýmkoliv způsobem podpořili při psaní této odborné práce.

Za trpělivé mentorské vedení v praktické části této práce a za spoustu předaných zkušeností děkuji svému dědovi a externímu školiteli Tomáši Kudrnovi. Rád bych též poděkoval za finanční podporu projektu svému otci Petru Brousilovi.

Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Evě Kotrčové za obětavou a dlouhodobou podporu při tvorbě praktické i písemné části práce. Děkuji paní magistře též za spoustu praktických a odborných rad v oblasti psaní odborné práce.

Celé rodině děkuji za celoživotní podporu v oblasti vzdělávání, rovněž také za poskytování důležitého materiálního a citového zázemí.

Anotace

Automobil je nejpoužívanějším dopravním prostředkem na světě. Navzdory trendu elektronizace a neustálému zesložitování je stále možné automobil sestavit za využití běžně dostupných dílenských technologií a bez jakékoliv předchozí projektové dokumentace.

Ve své studii se konkrétně zabývám konstrukcí jednomístného automobilu ve stylu prvorepublikové formule. Nejsložitějšími technologiemi, které jsem při stavbě použil jsou sváření a soustružení. Pro konstrukci jsem nenalezl žádný návod nebo plány a rozhodl jsem se je tedy v rámci této práce vypracovat a umožnit tím komukoliv opětovné sestavení.

Navzdory technickým obtížím jsem nakonec sestavil plně pojízdný jednomístný automobil. Součástí práce je rovněž kompletní projektová dokumentace jednotlivých částí vozu.

Klíčová slova

Jednomístný automobil; konstrukce; sváření; soustružení; projektová dokumentace

Abstract

Traveling by car is the most common way of traffic in the world. Despite the trend of electrification and constant assembly, it is still possible to build a car using only commonly available workshop technologies and without any previous plans.

In my professional thesis, I specifically deal with the construction of a single-seater car in the style of the old Formula cars. The most complex technologies I used during construction were welding and using a lathe. I couldn't find any instructions or plans for the construction, so I decided to create them as a part of this thesis and allow anyone to rebuild it.

Despite the technical difficulties, I assembled a fully functioning single-seater. The work also includes complete blueprints of individual parts of the car.

Keywords

Single-seater car; construction; welding; lathe; blueprints

Obsah

1	Úvod	7
1.1	Cíl práce	7
1.2	Způsob konstrukce	7
2	Přehled literatury	8
2.1	Historie	8
2.2	Konstrukce	8
2.3	Ústrojí a hlavní části silničních vozidel	9
2.4	Uspořádání osobního automobilu.....	9
2.4.1	Motor vpředu a pohon zadních kol	9
2.4.2	Motor vpředu s pohonem předních kol.	10
2.4.3	Motor vzadu a pohon zadních kol.....	10
2.5	Spalovací motor.....	10
2.5.1	Pístové spalovací motory	11
2.6	Rozdělení pístových motorů.....	12
2.6.1	Dle druhu paliva	12
2.6.2	Dle způsobu zážehu palivové směsi.....	13
2.6.3	Dle konstrukčních úprav/účelu	13
2.7	Čtyřdobý zážehový motor	13
2.7.1	Pevné části motoru	14
2.7.2	Pohyblivé části	15
2.7.3	Příslušenství motoru.....	16
2.7.4	Pracovní fáze čtyřdobého motoru	18
2.8	Převodové ústrojí.....	19
2.8.1	Automatická převodovka	19
2.8.2	Manuální převodovka.....	19
3	Metodika	20
3.1	Postup konstrukce	20
3.2	Rám konstrukce.....	20
3.3	Zadní náprava	20
3.4	Kola	21
3.5	Unašeče kol	21
3.6	Brzdové jednotky	21
3.7	Rozeta.....	22
3.8	Příčky pro uchycení sedačky	23
3.9	Motor a jeho uchycení	23
3.10	Rám pro uchycení filtru sání a palivové nádrže	24

3.11	Úprava přední části rámu	26
3.12	Rám pro uchycení pedálů.....	26
3.13	Rám pro uchycení volantového hřídele a přístrojové desky	27
3.14	Uchycení volantového hřídele.....	27
3.15	Nosník/výkyvná náprava.....	28
3.16	Řídicí klouby přední nápravy	29
3.17	Pouzdro na baterii	31
3.18	Tlumič výfuku.....	32
3.19	Výfukové potrubí	33
3.20	Napínák řetězu	33
3.21	Řazení.....	34
3.22	Brzdová táhla	34
3.23	Plynové táhlo.....	35
3.24	Plány konstrukce	36
4	Výsledky a diskuse	37
4.1	Rám konstrukce.....	37
4.2	Pohon automobilu	37
4.3	Brzdový systém.....	38
4.4	Zadní kola.....	38
4.5	Přední náprava.....	39
4.6	Tlumič výfuku.....	39
4.7	Pouzdro na baterii	39
4.8	Řízení	39
4.9	Seřízení karburátoru	40
4.10	Automatická spojka.....	40
4.11	Změna sekundárního převodu	40
4.12	Vibrace motoru.....	40
4.13	Řetěz.....	40
5	Závěr.....	42
6	Seznam literatury	43
7	Přílohy	44

1 ÚVOD

Cyclekarting je typ motoristického sportu vyskytující se zejména na půdě Spojených států. Pro provozování tohoto druhu zábavy si každý sportovec sestavuje vlastní cyclekart. Cyclekart je jednomístné, čtyřkolé vozidlo poháněné spalovacím motorem. Rozměry a výkon těchto strojů jsou omezeny.

Jak již bylo řečeno, každý řidič si sestavuje vlastní vozidlo. Cyclekarty jsou neprodejné, jejich stavba je součástí tohoto sportu. Každé vozidlo by mělo odrážet charakter svého majitele, proto není postup a typ konstrukce jednoznačně stanoven. V cyclekartingu hraje velkou roli dobrý pocit z provozování tohoto sportu, a tak není vítána nadměrná soutěživost nebo komerčnost.

Přínosem tohoto mikro motosportu je, že se nesnaží o úspěch na komerční úrovni, ale poskytuje široké veřejnosti možnost stát se jeho součástí. Hlavní myšlenkou tohoto sportu je propojovat jednotlivé lidi se zájmem o techniku a tento typ motosportu.

Vznik sportu není přesně datován. Cyclekarting vychází z prvních sportovních automobilů které vznikaly na počátku 20. století ve snaze vyplnit mezeru na trhu s automobily a motocykly. Ve velkém se tato závodní auta začala vyrábět po první světové válce, konkrétně mezi 20. a 30. lety. Dalo by se tak říci, že cyclekarts jsou zmenšeninami většinou jednomístných závodních automobilů ze 30. let.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je zkonstruovat jednomístný čtyřkolý automobil – cyclekart a popsat způsob konstrukce. Součástí práce je podrobný popis řešení jednotlivých konstrukčních problémů. Vzhledem k omezeným zdrojům je celý automobil konstruován bez předchozí projektové dokumentace. Dalším cílem práce je tak vytvořit kompletní projektovou dokumentaci, podle které bude moci kdokoliv mnou vyrobený cyclekart (automobil) znovu zkonstruovat.

1.2 Způsob konstrukce

Nejprve jsem odhadem určil rozměry základního rámu kostry. Svařil jsem základní rám. Na rám byla pomocí ložiskových jednotek připevněna osa zadní nápravy, která je poháněna motorem. Na osu zadní nápravy jsem upevnil brzdy a rozet. Následně jsem konstrukci osadil koupeným čtyřtákním benzínovým motorem. Po připevnění motoru byla namontována sedačka pro řidiče. Dále jsem konstrukci rozšířil o rám nesoucí nádrž na benzín a filtr sání. Následně jsem ke kostře automobilu přidal výkyvnou přední nápravu s řízením. Poté jsem vyrobil pedály a konstrukci k jejich uchycení. Poslední částí konstrukce bylo propojení plynového pedálu s pohonnou jednotkou a zapojení brzdového pedálu.

2 PŘEHLED LITERATURY

Cyclekart je jednomístný čtyřkolý automobil. Jedná se o automobil jednoduché konstrukce se spalovacím motorem. Jde o druh motoristického sportu. V současné době nejsou tato vozidla určena k provozu na pozemních komunikacích. Získat oprávnění k pohybu s vozidlem tohoto typu v provozu je legislativně velmi složité.

2.1 Historie

Vše odstartoval masivní rozvoj automobilového průmyslu na počátku 20. století. Bylo třeba vyplnit mezeru na trhu mezi automobily a motocykly, a tak vznikly cyclecars. Cyclecars byla jednomístná až dvomístná motorová vozidla se třemi nebo čtyřmi koly. Ve srovnání s automobily byly levnější a lehčí. Tomuto odvětví se brzy začaly věnovat firmy z celé Evropy (zejména ve Velké Británii a Francii) i zámoří. V Československu se cyclecars objevily pod značkou Aero. Jednalo se například o závodní typ Aero Monopost. V prosinci roku 1912 proběhla konference Federation Internationale des Clubs Moto Cycliste, kde bylo rozhodnuto o administrativním členění cyclecars. Vozidla byla rozdělena do dvou kategorií dle následující tabulky:

Tabulka 1 Rozdělení cyclecars [1]

Cyclecars větší třídy	Maximální hmotnost	355 kg
	Maximální zdvihový objem válce	1100 ccm
	Maximální rozměr pneumatik	60 mm
Cyclecars malé třídy	Minimální hmotnost	150 kg
	Maximální hmotnost	300 kg
	Maximální zdvihový objem válce	750 ccm
	Maximální rozměr pneumatik	55 mm

Všechna vozidla tohoto typu navíc musela obsahovat spojku a umožnit změnu rychlostních stupňů [1]. Cyclecars jako takové se dnes již prakticky nevyrábí, protože byly dnešními automobily konstrukčně překonány. Na místo toho se vytvořilo nového odvětví – cyclekarting. Cyclekarting je druh motoristického sportu provozovaný zejména na půdě Spojených států a Velké Británie. Součástí sportu je i stavba cyclekartu. Designem se cyclekart snaží napodobit původní cyclecar. Tato vozidla již nejsou nijak konkrétně technicky specifikována. Ve velké většině případů se však jedná o čtyřkolé, jednomístné a spalovacím motorem poháněné vozidlo.

2.2 Konstrukce

Konstrukčně se dnešní cyclekarty od cyclecars (původní dvomístné automobily) samozřejmě liší, jelikož se je snaží napodobit pouze vzhledově. Většinou je odpružena pouze přední náprava, někdy není odpružení součástí konstrukce vůbec. Dle Transactions (Society of Automobile Engineers) Vol. 9, PART I (1914) musí cyclecars poskytovat možnost změny rychlostních

stupňů. Pro zjednodušení konstrukce je manuální řazení u cyclekarts vynecháno a je nahrazeno variátorem. Variátor je typ převodovky se spojitě proměnným převodovým poměrem. Samozřejmě je použit modernější motor, který je ovšem rovněž vzduchem chlazený (nejčastěji jde o dvoudobý nebo čtyřdobý spalovací motor). Co se naopak nezměnilo je karoserie. Nejčastějšími materiály je obdobně jako u cyclecars dřevo nebo plech. K výrobě karoserie je však také možné použít modernější materiály jako je například sklolaminát. Tento materiál je cenově dostupnější, lehčí a pro mnoho lidí i jednodušší na zpracování.

2.3 Ústrojí a hlavní části silničních vozidel

Jednotlivé druhy motorových vozidel se od sebe značně liší konstrukčním uspořádáním jednotlivých mechanismů a provedením hlavních částí. Řídí se to účelem, k jakému je motorové vozidlo určeno. Tak např. automobil má být lehký a rychlý, traktor zase pomalý a těžší, aby měl dostatečnou tažnou sílu. [2]

Každé motorové vozidlo má tyto hlavní části

1. Kostra
 - a) Podvozek (rám s odpružením, nápravy, kola, brzdy, řízení a příslušenství)
 - b) Poháněcí ústrojí – převodné ústrojí (spojka, převodovka, spojovací a kloubový hřídel, převod na hnací nápravy, diferenciál) – motor a jeho příslušenství
2. Karosérie
3. Příslušenství a výstroj motorového vozidla
 - c) Kostra motorového vozidla se skládá z části nosné a hnací. Kostru tvoří podvozek, na kterém je upevněno poháněcí ústrojí (motor a převodná ústrojí s příslušenstvím i se zařízením potřebným pro samostatný pohyb vozidla, řízení, brzdy aj.). Kostra sama o sobě umožňuje přesun celého vozidla.
 - d) Karoserie vytváří prostor pro přepravu nákladu nebo osob. [2]

2.4 Uspořádání osobního automobilu

Osobní automobil je nejčastější motorové vozidlo. Při rozhodování o uspořádání automobilu se řídíme vzájemnou polohou motoru, převodovky a hnací nápravy. V dnešní době jsou ustáleny tři základní dispoziční verze. [3]

2.4.1 Motor vpředu a pohon zadních kol

Toto uspořádání je nazýváno tzv. klasickým uspořádáním. Konstrukčně je propracované, nejrozšířenější a v automobilech se vyskytuje v následující podobě: motor, spojka, převodovka, kloubový hřídel, rozvodovka a poháněná zadní náprava. Tato koncepce má hned několik výhod, například rovnoměrné zatížení přední i zadní nápravy, dobrou přístupnost k jednotlivým dílům motoru a možnost dostatečně velkého úložného prostoru. Nevýhoda tohoto uspořádání tkví v kloubovém hřídeli, který je mezi převodovkou a zadní hnací nápravou a zabírá v prostoru pro

přepravu osob (nebo nákladu) místo. [3] Příkladem vozů s tímto uspořádáním jsou BMW X3 sDrive 18d, Mercedes GLC 200d nebo Jaguar F-Type.

2.4.2 Motor vpředu s pohonem předních kol.

Jednotlivé díly jsou zapojeny v následujícím pořadí: motor, spojka, převodovka, a poháněná přední náprava, přičemž tyto součásti tvoří jeden montážní celek. Kloubového hřídele zde není třeba. Výhodou tohoto umístění motoru je větší prostor uvnitř vozu. Zpravidla má automobil s tímto uspořádáním také lepší jízdní vlastnosti než automobil s klasickou koncepcí. Zatačky může takový automobil projíždět větší rychlostí, protože poháněná přední kola vůz „táhnou“ a minimalizují tak nebezpečí smyku. Díky této bezpečnostní výhodě se tato koncepce prosazuje (např.: Škoda Superb). Nevýhodou uspořádání je složitější konstrukce a malá přístupnost k jednotlivým dílům. Když je automobil plně zatížen, je obvykle více zatížena přední náprava, což se negativně projevuje hlavně při jízdě vozidla do kopce a na kluzké vozovce, kde vznikají podmínky k prokluzování předních kol. [3] Tento způsob koncepce automobilu je dnes častější než tzv. klasický způsob.

2.4.3 Motor vzadu a pohon zadních kol

Poslední uspořádání je poměrně dost rozšířené. I zde jako v předešlém případě je motor, spojka, převodovka, rozvodovka a poháněcí zadní náprava tvořena jedním montážním celkem bez kloubového hřídele. Představitelem uspořádání je například Škoda 1000 MB, Škoda 100/110, Tatra 603 atd. Výhodou uspořádání je vnitřní prostor, přední náprava je pouze řídicí, což umožňuje stavbu nízké a krátké přední části vozu, takže řidič vidí téměř před vůz. Nevýhodou uspořádání je větší složitost konstrukce a velké zatížení zadní hnací nápravy. [3]

V odborné literatuře se často vedou diskuze, které uspořádání je nejvýhodnější. Každé má jisté výhody i nevýhody. Záleží jen na tom, jak se podařilo konstruktérům nedostatky určitého uspořádání odstranit. V podstatě však každý výrobce navazuje na určitou tradici v konstrukci a tu rozvíjí. [3]

2.5 Spalovací motor

K pohonu silničních motorových vozidel lze používat motorů spalovacích, parních i elektrických. Převážně se však zatím používá motorů, u nichž se chemická energie paliva mění přímo ve spalovacím motoru v energii tepelnou, a tu přemění motor na mechanickou práci. Ve spalovacím motoru se spaluje vhodná směs paliva se vzduchem v takovém poměru, aby po zapálení rychle a pokud možno bezzbytku shořela. U pístových spalovacích motorů směs paliva a vzduchu nejdříve píst nasaje do pracovního prostoru válce, pak ji stlačí. Ve vhodném okamžiku je směs zapálena. Vlivem uvolněné tepelné energie prudce stoupne tlak a objem plynů. Vzniklý tlak plynů tlačí píst pohybující se ve válci motoru, jehož posuvný pohyb je klikovým ústrojím převeden na pohyb otáčivý. [3]

Spalovací motory lze definovat jako tepelné hnací stroje, v nichž se tepelná energie mění přímo v energii mechanickou. Liší se od jiných energetických tepelných strojů tím, že jedině v nich jsou hnacím médiem přímo zplodiny spalování. Žhavé zplodiny spalování zužitkujeme tím, že je necháme působit buď staticky – tlakem na píst motoru, nebo dynamicky – rychlostí na oběžné kolo turbíny. [4]

Podle toho dělíme spalovací motory:

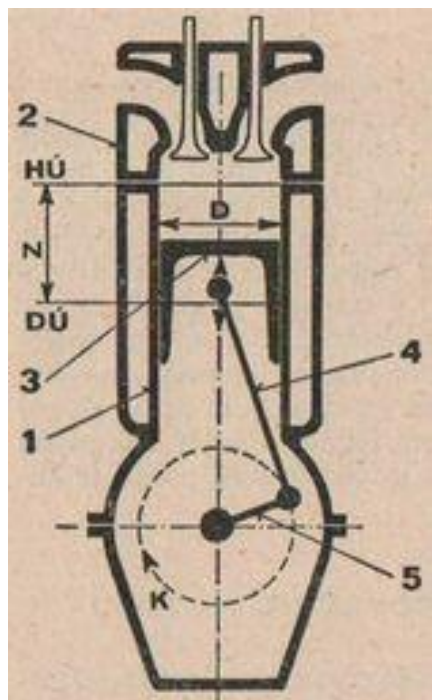
1. na motory lopatkové
2. na motory pístové
3. na kombinace obou

2.5.1 Pístové spalovací motory

Těmto motorům bych rád věnoval více prostoru, jelikož jsou pro automobilový průmysl a tím pádem i pro mou práci nejdůležitější. [4]

Na Obrázek 1 je schéma pístového spalovacího motoru s klikovým ústrojím, které tvoří jeho podstatu. Ve válci 1, jehož horní konec je uzavřen hlavou 2, se pohybuje píst 3. Ojnice 4 spojuje píst s klikovým hřídelem 5. Píst se pohybuje ve válci nahoru a dolů, tedy přímočaře a vratně. Jeho posuvný pohyb se přenáší ojnicí na klikový hřídel 5 a mění se v pohyb otáčivý. Klikový hřídel je hnacím hřídelem motoru. Otáčky klikového hřídele se přenášejí dále přes spojku, převodovku a rozvodovku na hnací kola motorového vozidla. [3] Píst, pístní kroužky, pístní čepy, ojnice a klikový hřídel tvoří dohromady celek, kterému říkáme klikové ústrojí motoru. [4]

Krajní polohy pístu ve válci se nazývají úvratě, a to horní úvrat' (HÚ) a dolní úvrat' (DÚ). Vzdálenost mezi oběma úvratěmi je zdvih pístu (z – udává se v milimetrech). Píst koná za jednu otáčku klikového hřídele dva zdvihy. Průměr válce je průměr dutiny válce motoru a nazývá se vrtání válce (d – udává se rovněž v milimetrech). Kružnice k , kterou opisuje střed čepu klikového hřídele, nazýváme klikovou kružnicí. Tuto kružnici dělíme na 360 dílků – stupňů. Počítáme vždy od horní polohy kliky (HÚ) ve směru otáčení (tj. vpravo). Na toto rozdělení pak vztahujeme činnost všech ústrojí motoru, pokud je jejich pohyb vázán s klikovým hřídelem (například otevírání a zavírání ventilů, okamžik zážehu atd.)



Obrázek 1 Schéma spalovacího motoru [3]

Hlavní předností pístových motorů je, že u nich dosahujeme nejdokonalejšího využití paliva ze všech tepelných motorů. Palivo je ovšem často poměrně drahé, což tuto výhodu hospodářsky paralyzuje. Vysoké tepelné účinnosti se dosáhne tím, že jejich otevřený pracovní cyklus probíhá s maximálními teplotami přímo v pracovním válci motoru, aniž by střední teplota cyklu, která je rozhodující pro namáhání jeho součástí, překročila přípustné meze. Zvláště důležité je to, že vysoké tepelné účinnosti, tj. malé spotřeby paliva, dosáhneme také u motorů malých rozměrů i výkonů. [4]

2.6 Rozdělení pístových motorů

1. dle druhu paliva
2. dle způsobu tvoření směsi
3. dle postupu plnění pracovního válce (výměna náplně válce)
4. dle způsob zážehu palivové směsi
5. dle konstrukčních úprav/účelu
6. další možnosti dělení

2.6.1 Dle druhu paliva

V motorech spalujeme přímo paliva kapalná a plynná. Obecně je nutno nejdříve uvést, že jako palivo motoru se prakticky uplatňuje pouze uhlík a vodík, respektive jejich sloučeniny a směsi sloučenin. Kyslík potřebný pro spalování paliva odebíráme přímo z atmosférického vzduchu.

Motorové palivo musí snadno tvořit se vzduchem dobrou směs a nesmí obsahovat látky, které by mohly poškozovat motor mechanicky nebo chemicky. Plynná paliva jsou teoreticky

nejvýhodnější, protože se vzduchem tvoří snadno dobrou směs. Jejich nevýhodou je složitější uskladnění a rozvádění.

Kapalná paliva nejsou teoreticky tak dobře použitelná, protože se se vzduchem nemísí tak snadno jako plyny. V průběhu vývoje spalovacích motorů se podařilo problém zvládnout, a tak jsou dnes motory na kapalná paliva nejčastějším typem motorů. [4]

2.6.2 Dle způsobu zážehu palivové směsi

V současné době se používají dva způsoby k zapálení směsi paliva:

1. umělé zažehnutí (vnějším zdrojem)
2. samočinné zažehnutí (kompresní)

Motory využívající umělé zažehnutí nazýváme zážehovými motory (někdy též benzínové). Zážeh je proveden pomocí elektrické jiskry, kterou přímo ve válci vytvoří svíčka. [3]

Samočinné neboli kompresní zažehnutí nalezneme u motorů vznětových (též dieselových nebo naftových). Do válce motoru se nasaje vzduch, jeho stlačením vznikne teplota potřebná ke vznícení paliva. Do takto zahřátého vzduchu se před ukončením kompresního zdvihu vstříkne rozprášené palivo – nafta. Tímto způsobem se vytvoří zápalná směs, která se vznítí. [3]

2.6.3 Dle konstrukčních úprav/účelu

Každý motor může mít různý počet válců. Podle toho rozlišujeme motory jednoválcové a víceválcové. Pracovní válce mohou být usazeny v různých polohách:

1. Stojaté
2. Šikmé
3. Ležaté

Další kritérium, podle kterého je možné motory dělit, je uskupení válců:

1. Řadové
2. Vidlicové (válce uspořádány do písmene V)
3. Protilehlé
4. Hvězdicové
5. Bubnové
6. Vějířové

2.7 Čtyřdobý zážehový motor

Ve své práci dávám větší prostor motoru zážehovému čtyřdobému, který bude použit k pohánění mého automobilu.

Každý motor se skládá z část pevných, z částí pohyblivých a z příslušenství. Blíže popsány jsou nejdůležitější části.

1. Části pevné
 - a) Kliková skříň
 - b) Válec
 - c) Hlava válce
 - d) Víka a kryty
2. Části pohyblivé (pouze hlavní)
 - a) Klikové ústrojí
 - i. Píst
 - ii. Pístní kroužky
 - iii. Pístní čep
 - iv. Ojnice
 - v. Klikový hřídel
 - b) Setrvačník
 - c) Pojistka pístního čepu
3. Příslušenství motoru
 - a) Rozvodové ústrojí
 - i. Ventil
 - ii. Ventilová pružina
 - iii. Váčkový hřídel
 - b) Karburátor
 - c) Chladicí ústrojí
 - d) Mazací ústrojí
 - e) Elektrické příslušenství (zapalování)

2.7.1 Pevné části motoru

Pevné části motoru tvoří kostru, do které se pak upevňují části pohyblivé a příslušenství, bez kterého motor nemůže fungovat. [3]

Kliková skříň

může být technicky provedena různě. Často je rozdělena vodorovnou rovinou na svršek klikové skříně a spodek klikové skříně. V této části motoru jsou uložena ložiska, klikový hřídel, vačkový hřídel a mazací soustava motoru. Na vnější straně klikové skříně se nachází lůžka pro uchycení dynama a spouštěče. [3]

Válec

je těleso kruhovitého průřezu. Vede píst, který jím prochází plynutěsně díky pístním kroužkům. Válec musí mít naprosto hladký vnitřní povrch, který zajišťuje snadný průchod pístu a umožňuje tak dosahovat maximálních výkonů. Rozlišujeme válec a hlavu válce.

Hlava válce

je snímatelná část válce, k válci je připevněna svorníky s maticemi. Má v sobě otvory pro výfukový a sací ventil. Vyrobená je často z dobře tepelně vodivé a lehké slitiny kovů. [2]

2.7.2 Pohyblivé části

2.7.2.1 Klikové ústrojí

je hnacím ústrojím motoru. Točivý moment je zde předáván přes spojku, převodovku, spojovací hřídel a rozvodovku až na hnací kola automobilu.

2.7.2.1.1 Píst

Píst je velmi namáhanou součástí pístového motoru, protože přenáší energii uvolňovanou z paliva za vysokých teplot. Píst je duté válcovité těleso. Horní část pístu je zakončena dnem a spodní část je otevřená. Dna pístů mohou být tvarována různě. Zhruba v polovině pístu uvnitř bývá vytvořeno pístní pouzdro pro pístní čep. Přes pístní čep je píst spojen s ojnící. Po obvodu hlavy pístu jsou drážky pro vložení pístních kroužků. Píst je zpravidla vyroben z lehkých slitin, aby setrvačnost byla co nejdelší. [3]

2.7.2.1.2 Pístní kroužky

Hlavním úkolem pístních kroužků je z jedné strany zabránit pronikání plynů ze spalovacího prostoru a z druhé strany pronikání nadměrného množství oleje, který je třeba k mazání válce. Materiál pístních kroužků musí být pečlivě zvolen, aby při vysokých teplotách neztrácel pružnost a nepodléhal deformacím. Povrch kroužků se pro zlepšení vlastností upravuje různými metodami (například chromováním, cínováním, stříbřením, fosfátováním a sulfatizací – protikoroziční metody). [4]

2.7.2.1.3 Pístní čepy

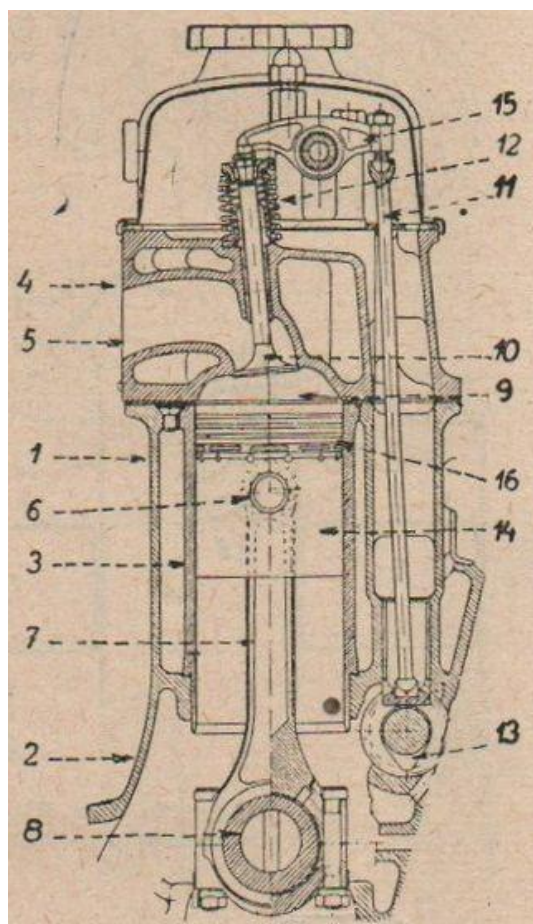
Pístní čepy zajišťují uchycení pístu na ojnici. Čep může být v pístu uložen různými způsoby. Důležité je, dodržet stanovené hodnoty vůlí. Vzhledem k tomu, že čep je často vyroben z materiálu odlišného od materiálu pístu, mají tyto součásti i jinou tepelnou roztažnost, proto musí být vůle přesně dodržena.

2.7.2.1.4 Ojnice

Ojnice zajišťuje spojení pístu s klikovým hřídelem. Převádí posuvný pohyb pístu na otáčivý pohyb klikové hřídele. [2]

2.7.2.1.5 Klikový hřídel

Klikový hřídel soustřeďuje všechny posuvné pohyby pístů v jediný pohyb otáčivý. Tento díl je vystaven velkému namáhání. Hlavním rizikem je jeho nesprávný ohyb nebo kroucení. Na klikovém hřídeli je zpravidla upevněno rozvodové kolo, které zajišťuje správný chod ventilů. [4]



Obrázek 2 Příčný řez motorem Škoda 1102 [2]

1 – chladič pláště, 2 – kliková skříň, 3 – vložený válec, 4 – hlava válce, 5 – kanál sací, 6 – pístní čep, 7 – ojnice, 8 – klikový hřídel, 9 – kompresní prostor, 10 – ventil, 11 – rozvodová tyčka, 12 – pružina ventilu, 13 – vačka, 14 – píst, 15 – vahadlo ventilu, 16 – pístní kroužky

2.7.3 Příslušenství motoru

2.7.3.1 Rozvodové ústrojí

Rozvodové ústrojí má za úkol co nejlépe rozvádět směs paliva a vzduchu a zároveň vypouštět spaliny z pracovního prostoru válců. Tyto procesy musí probíhat přesně ve stanovený čas a po přesně stanovenou dobu. Správné fungování rozvodového ústrojí je podmínkou pro správné fungování motoru. Přívod paliva a odchod spalin může být zajištěn buď ventily – u čtyřdobých motorů nebo pístem – u dvoudobých motorů. [3]

2.7.3.1.1 Ventil

Ventil má dvě části, talíř a dřík. Talíř zajišťuje uzavření a utěsnění otvorů a dřík slouží k vedení ventilu v hlavě válce. Ventily zavírají a opět otevírají sací a výfukové otvory. Většina motorů má pro každý válec jeden ventil výfukový a jeden ventil sací. Ventily se otevírají vačkou vačkového hřídele a zavírají se ventilovou pružinou. Pro maximalizaci těsnění dosedá ventil kuželovou plochou do tzv. sedla. Ventil je do sedla stále tlačěn pružinou upevněnou na dříku.

2.7.3.1.2 Ventilová pružina

Ventilová pružina obstarává uzavírání ventilu. Vačka uzavírání vzhledem k rychlému opotřebení obstarávat nemůže.

2.7.3.1.3 Vačkový hřídel

Vačkový hřídel nese svůj název podle vaček, které jsou na něm upevněny. Vačky jsou neokrouhlé kotouče. Vačky svým tvarem a rychlostí otáčení určují frekvenci zvedání ventilů. U čtyřdobých motorů se vačkový hřídel otáčí polovičním počtem otáček než klikový hřídel, který zajišťuje jeho otáčení. [2]

2.7.3.2 Karburátor

Karburátor připravuje směs paliva a vzduchu, kterou poté propouští do pracovního prostoru válce. Směs paliva je závislá na otáčkách a zatížení motoru a musí vždy dojít k jejímu dokonalému spálení. Pro správné fungování karburátoru je zapotřebí dokonalého mechanického stavu motoru a palivového ústrojí. Teoretický směšovací poměr paliva a vzduchu je 15:1. Nejjednodušším typem karburátoru je tzv. jednotrýskový. Palivo se do karburátoru dá přivádět buď vlastním spádem nebo tlakem za pomoci čerpadla. Hadička přivádějící palivo do karburátoru ústí do plovákové komory *V*. V plovákové komoře plove plovák, který pomocí jehlového ventilu reguluje přítok paliva a udržuje v karburátoru jeho stálou hladinu. Palivo je poté vedeno do rozprašovače *S*. Jehlový ventil karburátoru musí být dobře průchozí, jinak se karburátor palivem přehltí. Palivo by poté teklo mimo karburátor a vzniká zde riziko požáru vozidla. Dále pokračuje palivo do trysky *D*. Množství paliva jdoucí do válce je možno regulovat škrtkicí klapkou *F* (využíváno u automobilů) nebo šoupátkem (častěji u motocyklů). [2]

2.7.3.3 Chladicí ústrojí

Chladicí ústrojí pomáhá motoru zbavovat se tepla, které přešlo v důsledku spalování do pístu a válce. Chladit můžeme motor buď vzduchem nebo kapalinou. Pro chlazení motoru vzduchem jsou na hlavě válce připevněna žebra. [4]

2.7.4 Pracovní fáze čtyřdobého motoru

2.7.4.1 Sání

Píst ve válci se pohybuje směrem dolů do dolní úvratí (nejnižší poloha pístu) a při tom je nasávána palivová směs přes otevřený sací ventil.

2.7.4.2 Stlačení (komprese)

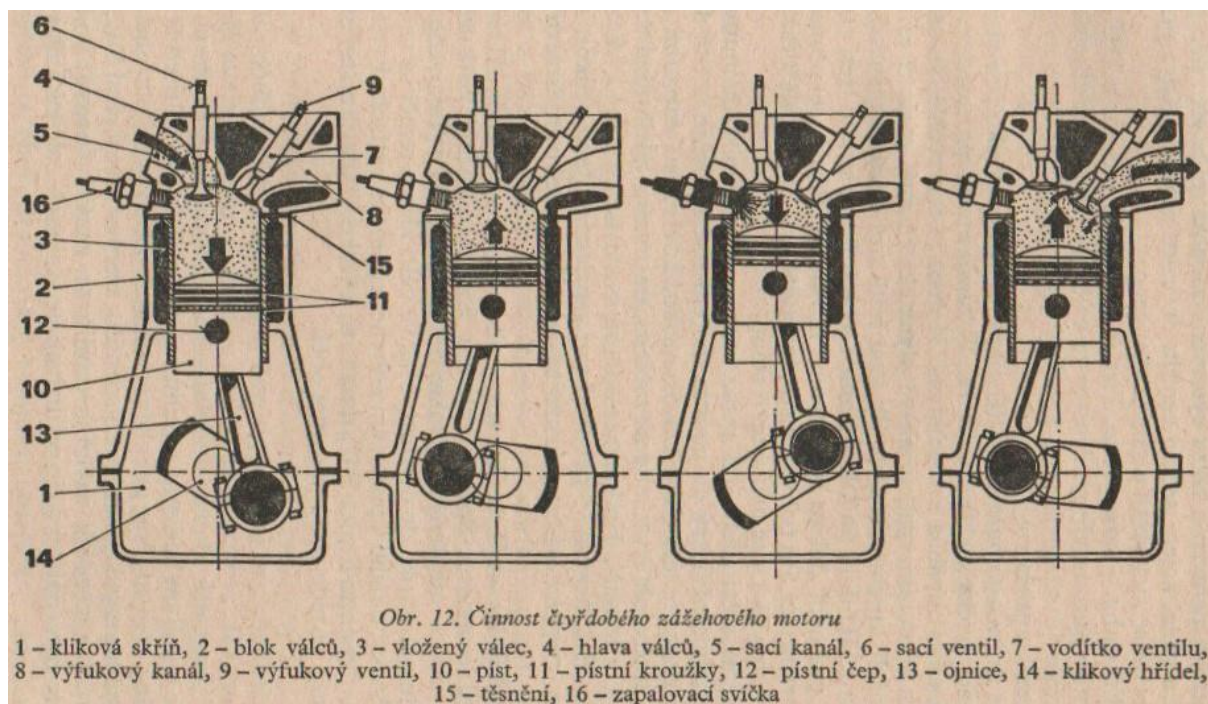
Při této fázi se píst ve válci pohybuje nahoru do horní úvratí (nejvyšší poloha pístu ve válci). Sací a výfukový ventil jsou uzavřeny, a tak píst stlačí nasáté palivo. Při procesu zmenšování objemu paliva se zvyšuje tlak a teplota směsi.

2.7.4.3 Zážeh (expanze)

Expanze neboli zážeh je proveden pomocí elektrické jiskry. Ta je vytvořena zapalovací svíčkou. Zapalovací svíčka se stává z vnější a střední elektrody a je upravena pro zašroubování do hlavy válce viz Obrázek 3. Zážeh a následné vzplanutí směsi dodá pístu energii pro pohyb do dolní úvratí, píst koná práci.

2.7.4.4 Výfuk

Píst se pohybuje směrem z dolní úvratě, výfukový ventil je otevřen a píst vytlačuje spaliny z pracovního prostoru válce do výfukového systému. (Šimík 1969)



Obrázek 3 Činnost čtyřdobého zážehového motoru [3]

2.8 Převodové ústrojí

Převodovka je zařízení, které zajišťuje přenos točivého momentu z motoru na nápravu. Toto zařízení je složeno z více převodových/rychlostních stupňů, které jsou měněny v závislosti na zátěži, které je vozidlo vystaveno.

2.8.1 Automatická převodovka

Automatická převodovka je u automobilů termín, kterým se označuje typ převodovky, která samočinně mění rychlostní stupně během jízdy. Tento systém má výhodu v tom, že nemusí obsahovat spojkový pedál. Rozjezd je zajištěn stlačením pedálu akcelérátoru.

2.8.2 Manuální převodovka

Manuální převodovka je oproti převodovce automatické závislá na obsluze. Nutná je k přeřazení spojka a spojkový pedál. Spojka zajišťuje odpojení hnací hřídele od motoru. Po odpojení je možné zařadit jiný rychlostní stupeň. [4]

3 METODIKA

3.1 Postup konstrukce

Před konstrukcí cyclekartu jsem neměl k dispozici žádné konkrétní plány, musel jsem tedy nejdříve rozvrhnout jakým způsobem budu při konstrukci postupovat. Rozhodl jsem se začít výrobou hlavního rámu, na který budu poté pasovat další nezbytné komponenty jako např.: přední nápravu, motor, zadní nápravu, řízení atd. Kostru cyclekartu jsem rozdělil na tři hlavní části: přední část (přední náprava a řízení), střední část (místo pro řidiče a ovládací prvky vozidla) a zadní část (zadní náprava, motor a nádrž). Při konstruování vozidla jsem postupoval od zadní části k přední a jednotlivé prvky jsem vyráběl a upevňoval v pořadí, které odpovídalo důležitosti jednotlivých prvků, tzn. komponenty dříve umístěné předurčovaly umístění později vyrobených dílů.

3.2 Rám konstrukce

Pro sestavení rámu konstrukce jsem nakoupil tři druhy ocelových profilů. Na samotný rám jsem použil profil o rozměrech průřezu 30×50 mm. Tento druh profilu jsem zvolil, protože rám bude nejvíce namáhanou částí kostry a musí být tím pádem nejpevnější. Tloušťka stěny ocelového profilu je 2 mm. Po nákupu materiálu jsem určil vnější rozměry rámu, 2300×650 mm. Pro nařezání materiálu jsem použil ruční úhlovou brusku s příslušným řezným kotoučem. Ocelové profily jsem k sobě svařoval delšími stranami. Aby bylo spojení ještě pevnější, seřízl jsem konce profilů pod úhlem 45 °, tím jsem také zabránil tomu, aby se otevřela cesta do dutého prostoru uvnitř ocelových profilů. Materiál jsem spojoval za využití sváření v ochranné atmosféře CO₂. Při svařování jednotlivých ocelových profilů jsem musel dát pozor na teplotní roztažnost, která se u delšího sváru projeví. Případně vzniklé mezery jsem poté musel vyvařit, tj. zaplnit spáry svárem, aby neohrožovaly pevnost spojení. Po svaření jsem ruční úhlovou brusku s brusným kotoučem zabrousil sváry, které by později mohly vadit při pasování dalších dílů.

3.3 Zadní náprava

U cyclekartu jsem se rozhodl aplikovat uspořádání s motorem vzadu s pohonem zadních kol. Tuto koncepci jsem zvolil zejména kvůli bezpečnosti a jednodušší konstrukci. Nejdříve jsem zakoupil materiál na hnací hřídel – ocelová kulatina o průměru 15 mm. Hřídel jsem se rozhodl upevnit ke kostře ložiskovými jednotkami. Ložiskové jednotky zajišťují dokonale hladký otáčivý pohyb osy. Pro jejich přichycení k rámu konstrukce jsem musel navařit speciální příčky. Jednu příčku, ze stejného materiálu jako je rám konstrukce (ocelový profil o rozměrech průřezu 30×50 mm), jsem navařil dovnitř a kolmo k rámu ve vzdálenosti 600 mm od kratší strany rámu určující šířku kostry. Další dvě příčky (ocelové profily o rozměrech průřezu 40×25 mm) jsem navařil k rámu souběžně s jeho delšími stranami. Pro dostatečný odstup kol od rámu jsem navařil k delším stranám rámu upravené jekly o rozměrech průřezu 40×50 mm. Tyto speciální

díly zároveň slouží k upevnění krajních ložiskových jednotek (celkem jsme použili 4). Jejich vystrčením na kraj kostry se zabrání nadměrné páce, která by jinak působila na hřídel.

3.4 Kola

Kola jsem vybral podle několika kritérií jako byl vzhled, technický stav, dostupnost a cena. Kola jsem koupil na burze náhradních dílů, původně jsou určena jako originální kola pro motocykl typu Jawa 50 Pionýr. Po obdržení kol jsem musel provést jejich renovaci. Prvním krokem bylo odstranění starých a poničených plášťů a duší z ráfků. Při sundávání plášťů jsem postupoval klasickou metodou používanou pro výměnu duše u motocyklu typu Jawa. V jednom případě jsem musel plášť rozřezat, protože jeho drátěná ocelová výztuž nedovolovala jeho sundání normálním postupem. Poté jsem kola umyl vysokotlakým čističem, abych byl schopen lépe posoudit jejich technický stav. Ráfků byly místy narezlé, ale splňovaly technické a bezpečnostní požadavky. Některé paprsky jsem musel vyměnit. Jeden ráfek jsem kvůli špatnému technickému stavu paprsků musel vyplést celý znovu. Do všech kol bylo třeba koupit nové duše.

3.5 Unašeče kol

Pro uchycení kol na hnací hřídel jsem vyrobil tzv. unašeče kol. Unašeče si můžeme představit jako dva špunty, které do sebe přesně zapadají. Tyto špunty jsem vyrobil na soustruhu z ocelové kulatiny o průměru 40 mm. Vnější část unašeče má délku 24 mm a vnitřní 53 mm. Oba špunty mají přitom 3 části s rozdílným průměrem. Skrz celý špunt je vyvrtán otvor pro osu o průměru 15 mm. Pro uchycení unašeče kola na ose jsem vyvrtal do vnitřní části unašeče 9 otvorů pro šrouby se závitem M6. Aby do sebe oba špunty pasovaly a nedocházelo k protáčení kol, vyvrtal jsem do styčné plochy vnitřní části unašeče 3 otvory o průměru 3 mm s hloubkou 5 mm. Do těchto otvorů jsem poté silou natlačil 3 kusy ocelové kulatiny o průměru 3 mm s délkou 10 mm. Aby tato část vnitřního unašeče dokonale zapadla do části unašeče vnější, vyvrtal jsem do styčné plochy vnější části unašeče 3 otvory s průměrem 3 mm o hloubce 5 mm. Po správném nasazení do sebe pak části zapadnou a jejich stažením k sobě se zajistí otáčení kol.

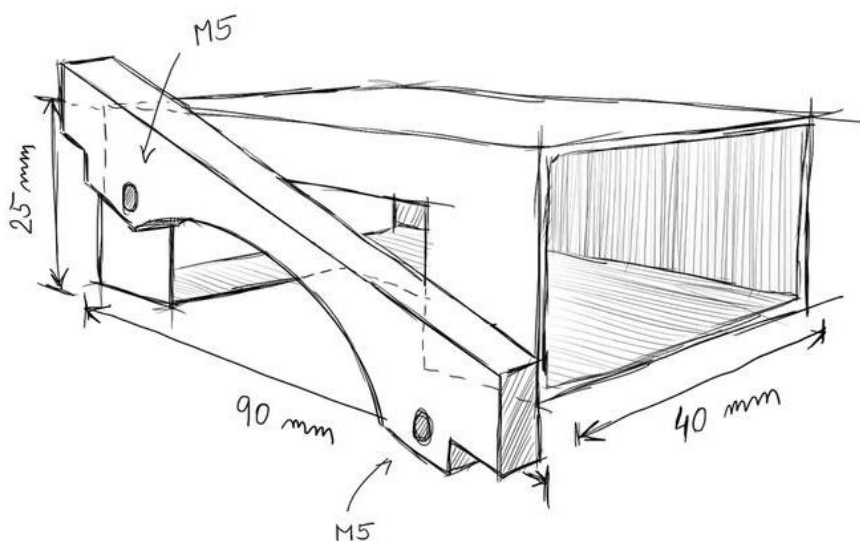
3.6 Brzdové jednotky

Pojmem brzdová jednotka se rozumí konstrukční provedení držáku na třmen brzdy, brzda samotná a brzdový kotouč s unašečem brzdového kotouče. Jako vhodné brzdy (na hnací hřídeli budou dvě) jsem zvolil brzdy původně určené jako kotoučové brzdy k jízdnímu kolu. Vzhledem k odhadované hmotnosti automobilu a rychlosti, kterou se bude pohybovat by brzdná síla měla být dostatečná. Unašeč brzdového kotouče drží kotouč pevně na poháněné ose automobilu tak, aby stisknutím čelistí brzdy došlo ke zpomalení rotace poháněné osy.

Na výrobu unašeče brzdového kotouče jsem použil ocelovou kulatinu o průměru 30 mm. Z kulatiny jsem uřízl válec dlouhý 25 mm a na soustruhu ho zbavil ostrých hran. Poté jsem do válce na soustruhu vyvrtal otvor pro osu, na které bude unašeč upevněn. Nejprve jsem vyvrtal menší otvor, aby se poté větším vrtákem o průměru 15 mm lépe vrtalo a nehrozilo jeho zaseknutí. Při

vrtání jsem musel dbát na důkladné chlazení vrtáku, který se velmi rychle zahřívá v důsledku čehož dojde k jeho opotřebení. Poté, co jsem měl hotovou válcovitou část unašeče, jsem na váleček navařil čtvercový ocelový plech o tloušťce 2 mm. Celou součást jsem upnul do soustruhu válcovitou částí a plech osoustružil na kruhový tvar o průměru 60 mm. Tento postup jsem zvolil, protože jako jediný v mých technických podmínkách umožňuje vyříznutí přesného kruhu. Poté jsem jen prodloužil otvor o průměru 15 mm ve válcovité části i do plechu, aby se celý unašeč dal nasadit na osu. Do plechové části jsem potom vrtákem M6 vyvrtal 6 shodných děr se středy ve vzdálenosti 22,5 mm od středu plechového kotouče se stejnou vzdáleností mezi sebou. Pomocí těchto děr jsem připevnil brzdový kotouč k brzdové jednotce. Pevné spojení unašeče s poháněnou osou zajišťují tři šrouby M6, které procházejí válcovitou částí unašeče a jsou pevně přitaženy až k ose.

Přípravek pro upevnění čelistí brzdy na rámu vozidla jsem vyrobil z ocelového profilu o rozměrech průřezu 40×25 mm. Z tohoto profilu jsem odřízl kus o délce 90 mm. Do tohoto kusu jsem vyřízl otvor tak, aby se tam brzda vešla. K namontování brzdy jsem musel na menší stranu ocelového profilu diagonálně navařit kus pásové oceli o průřezu 20×10 mm. Po přivaření jsem do pásové oceli vyvrtal 2 otvory se závitem M5, kterými se upevní třmen brzdy k rámu. Na třmen brzdy se poté upevní brzda samotná. Tvar této součásti je upraven libovolně tak, abych do něho mohl napasovat konkrétní typ brzdy.



Obrázek 4 Přípravek pro uchycení brzdy na rámu vozidla (není-li uvedeno jinak, obrázek autor)

3.7 Rozeta

Rozeta je ozubené kolo řetězem spojené s ozubeným kolem motoru a zajišťuje tak přenos otáček motoru na poháněnou osu. Rozetu jsem koupil. Při jejím vybírání jsem musel zohlednit zejména rozměry a cenu. Nejprve jsem si musel ujasnit, ve kterém terénu se můj automobil bude pohybovat. Jestliže bude automobil jezdit převážně po rovině, a nikoliv v příkrém terénu, může být rozeta menší. Tímto způsobem vlastně určujeme základní převod. Rozhodl jsem se pro rozetu střední velikosti s průměrem 190 mm. Tyto rozměry mi poskytují výhodu. Protože

rozeta není moc velká, nemusím konstruovat žádné ochranné prvky. K upevnění rozety na zadní osu jsem musel vyrobit unašeč rozety.

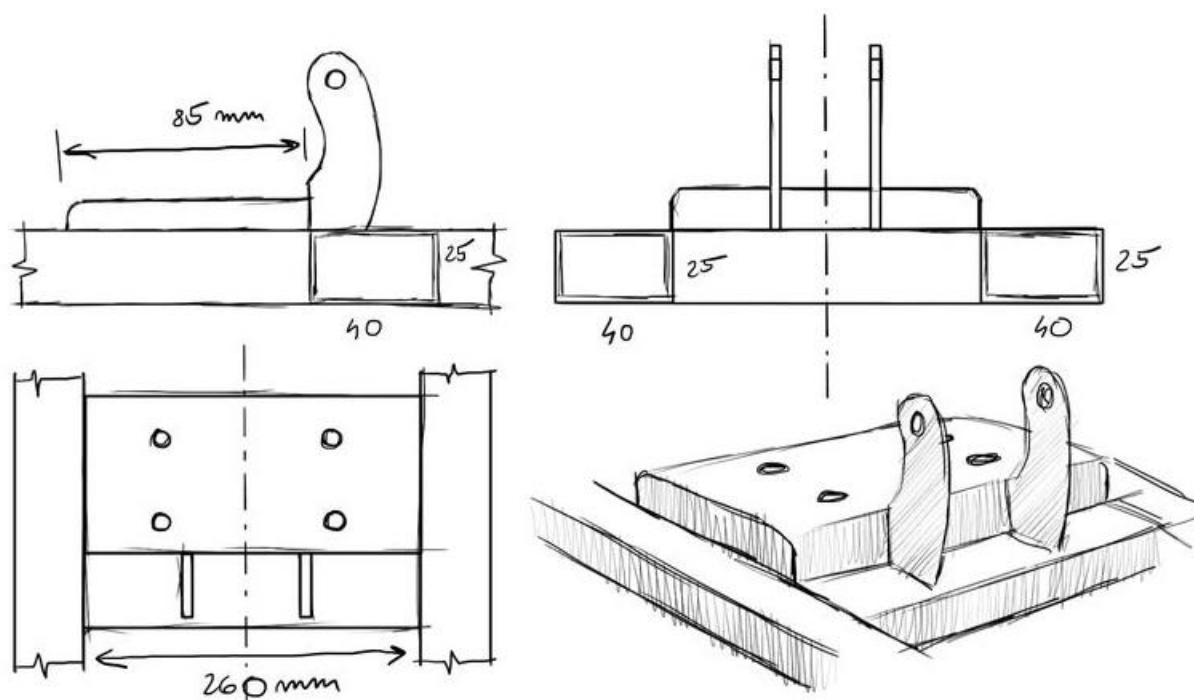
Tělo unašeče jsem vysoustružil z ocelové kulatiny. Vzniklý díl jsem opatřil otvorem pro osu a otvory pro šrouby držící rozetu. Vnější průměr válcovité části unašeče rozety je 30 mm. Pro uchycení na osu jsem do této části vyvrtal z každé strany závity pro šrouby M6.

3.8 Příčky pro uchycení sedačky

Pro sezení jsem vybral sedačku ze zahradního sekacího traktoru. Sedačka umožňuje regulovat polohu dopředu a dozadu pomocí ližin, které jsou pevně přichyceny na konstrukci a zároveň drží sedačku na místě. Přesné umístění sedačky bylo určeno polohou motoru, který se nachází těsně za ní. Pro uchycení ližin jsem na rám navařil rovnoběžně dva slabší ocelové profily o rozměrech 35×20×586 mm. Následně jsem musel změřit rozteč ližin. Podle rozteče jsem vyvrtal v profilech díry o průměru 8,2 mm (v každém 2). Posuvné ližiny jsem poté pomocí šroubů o průměru 8 mm připevnil k navařeným příčkám (vůle 0,2 mm byla ponechána pro snazší manipulaci se šrouby, tato rezerva nijak neohrožuje pevnost spojení).

3.9 Motor a jeho uchycení

Jako vhodný pohon našeho automobilu jsem zvolil čtyřtákní benzínový motor o obsahu válce 125 ccm 3+1 (se třemi rychlostmi vpřed a jednou rychlostí vzad) s poloautomatickou převodovkou. Při umístění motoru na konstrukci jsem musel uvážit bezpečnostní rizika a rozměry motoru, mohlo by se totiž stát, že si neuváženým umístěním zkomplikuji další cestu při konstrukci. Každý takový motor svou konstrukcí umožňuje připevnění ke kostře (v případě automobilu) nebo k rámu (v případě motocyklu) za využití konstrukčních prvků k tomu určených. Abych mohl motor připevnit na kostru svého automobilu, musel jsem nejdříve vyrobit sedlo, na které je možné motor napasovat a přichytit. Poté jsem vyrobil ještě třmeny, které uchycení motoru podporují a stabilizují celý systém. Pro vytvoření sedla jsem použil ocelový profil o rozměrech 40×25×260 mm a plech z demontovaného sekacího traktoru o tloušťce 35 mm. Nejdříve jsem navařil jekl dlouhý 260 mm mezi ocelové profily již dříve navařené a nesoucí dvě ložiskové jednotky. Tuto příčku jsem upevnil svárem ve vzdálenosti 350 mm od vnitřní strany jecku tvořícího rám kostry. Poté jsem pracoval s plechem. Nejdříve jsem nařezal ruční úhlovou brusku potřebné části a poté jsem je svařil dohromady. Celý takto vzniklý díl jsem přivařil k navařené příčce o šířce 260 mm a dvěma již navařeným ocelovým profilům.

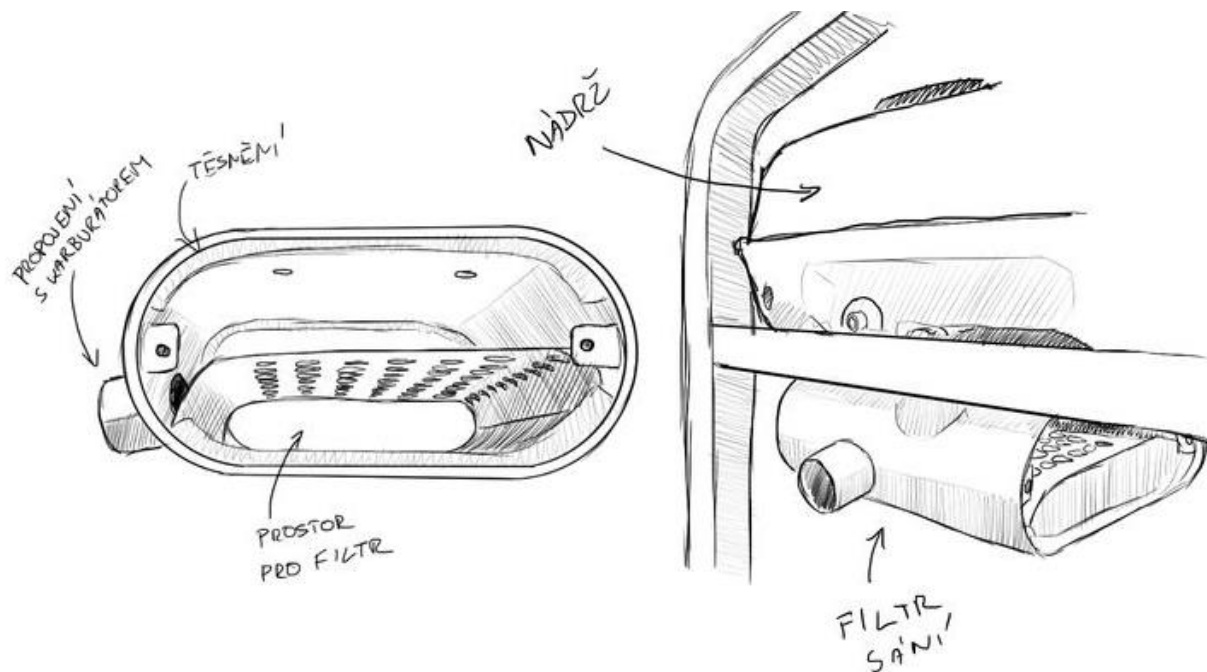


Obrázek 5 Náskres uchycení motoru na rámu vozidla

3.10 Rám pro uchycení filtru sání a palivové nádrže

Nezbytnou součástí automobilu je i palivové ústrojí. Palivo jde většinou z nádrže přívodním systémem do karburátoru, ze kterého je vstřikováváno společně se vzduchem do motoru. Při umisťování nádrže jsem musel zohlednit hned několik kritérií. Nejprve jsme se zabýval tím, jak chci do karburátoru benzín přivést. Možnosti jsem měl dvě. Buď samospádem nebo přes čerpadlo. Samospád je konstrukčně daleko jednodušší, a tak jsem tento systém zvolil. Bylo tedy třeba nádrž upevnit nad motor tak, aby její nejnižší bod byl výše než přívod do karburátoru (jinak by neodtéká z nádrže všechn benzín). Abych mohl nádrž upevnit nad motor do této výšky, musel jsem zkonstruovat rám, na kterém budou nádrž a filtr sání upevněny. Jako materiál rámu jsem zvolil opět ocelové profily o rozměrech průřezu 20×40 mm a 35×20 mm. Ze silnějšího profilu jsem vyrobil rám a ze slabšího příčku do rámu, na které je upevněn zároveň filtr sání a nádrž. Zaoblení v místech spojení dvou profilů jsem vytvořil z plechu o tloušťce 2 mm. Nejdříve jsem určil, jak velký oblouk chci a poté jsem z plechu ruční bruskou vyřízl příslušné části, které jsem svařil k sobě. Nakonec jsem z každé strany takto vzniklé zaoblené spojky navařil již přímé jelekly. Po svaření jsem bruskou zahladil sváry. Aby byla vnitřní strana oblouku, kterou jsem ohýbal ve svěráku co nejhladší, použil jsem na její dotvarování tmel. Tmel jsem zabrousil pod vodou. Poté jsem do rámu přivařil příčku ze slabšího profilu. Na tuto příčku jsem přivařil předem upravený kus plechu o síle 3 mm, který nádrž ponese. Část nádrže je zkosená, a tak i část plechu musela být navařena ke zbytku pod odpovídajícím úhlem 25°. Nádrž má vývod v dolní stěně, a tak jsem musel do plechu vyvrtat odpovídající díru, kterou projde hadička vedoucí z nádrže do karburátoru. Nádrž jsem přichytil k plechovému držáku pomocí tří šroubů – dva procházejí zkosenou částí plechu a jeden je na straně (šrouby byly součástí koupené nádrže). Pro boční šroub jsem musel na držák navařit ještě menší součástku, která umožní přišroubování

nádrže všemi třemi šrouby. Abych co nejvíce omezil vibrace nádrže při jízdě, snažil jsem se nádrž umístit co nejblíže vytvořenému rámu – tím se omezí působení síly plné nádrže a při jízdě nebude celý systém tolik vibrovat. Mezi nádrž a plechový držák jsem také vložil molitanové pásky, které rovněž pomáhají redukovat vibrace.

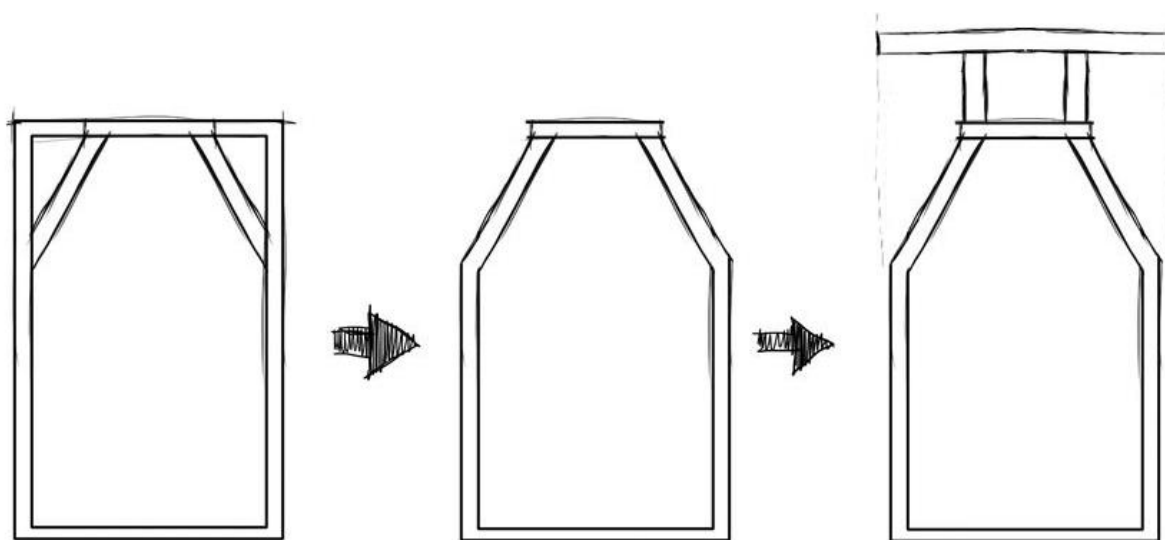


Obrázek 6 Nákres filtru sání (vlevo) a palivové nádrže s filtrem sání na rámu

Filtr sání je nedílnou součástí pro správný chod motoru. Filtr zajišťuje, aby se s nasávaným vzduchem do karburátoru nedostaly větší částice. Filtr se dá běžně koupit, ale já jsem se rozhodl filtr vyrobit, aby lépe odpovídal mým požadavkům. V mém případě je filtr uložen v pouzdře, které je připevněno na příčce v rámu nesoucího nádrž těsně pod nádrží. Pouzdro musí být co nejlehčí a zároveň dostatečně pevné. Jako materiál na výrobu jsem vybral sklolaminát. Určil jsem rozměry pouzdra na filtr. Dle rozměrů jsem vytvořil kopyto z PVC trubek pro nanášení sklolaminátu. Postupně jsem na kopyto nanesl 4 vrstvy sklolaminátu. Takto vzniklý základ jsem zbrousil a ořezal přebytečné kousky laminátu. Do pouzdra jsem z plechu o tloušťce 0,5 mm vytvořil přepážku. Nakonec jsem na každou stranu pouzdra vyrobil ze sklolaminátu ještě víčka, aby se celý prostor uzavřel. Do pouzdra jsem poté vyvrtal kruhový otvor o průměru 30 mm. K otvoru jsem připevnil trubku, na kterou se nasadí hadička propojující filtr s karburátorem. Aby filtrem mohl procházet vzduch, tak jsem do spodní strany pouzdra ještě vyvrtal kruhové otvory. Na jednu stranu přepážky jsem poté do pouzdra vložil oříznutý kus molitanového filtru. Abych zamezil vtékání vzduchu do pouzdra jinými cestami než otvory na spodní straně, vlepil jsem pod hrany víček kousky molitanu, které po dotažení víček k pouzdru malé škvíry dokonale utěsní.

3.11 Úprava přední části rámu

Přední část rámu jsem musel zúžit, aby se vytvořil prostor pro vytáčení kol. Zároveň bylo třeba připravit část rámu pro připevnění přední nápravy vozu. Při této úpravě jsem postupně odstranil část původních ocelových profilů. Nejdříve jsem však na přední část rámu navařil dva rovnoběžné ocelové profily (30×50 mm) s vnitřní vzdáleností 320 mm a délkou 140 mm. Poté jsem přední stranu rámu spojil s bočními stranami rámu tak, že jsem diagonálně přivařil dva ocelové profily (30×50 mm) do vnitřku hranatého rámu. Takto vzniklé „přebývajících“ rohy rámu jsem uřízl. Postup viz Obrázek 7.



Obrázek 7 Náčrt úpravy přední části rámu

3.12 Rám pro uchycení pedálů

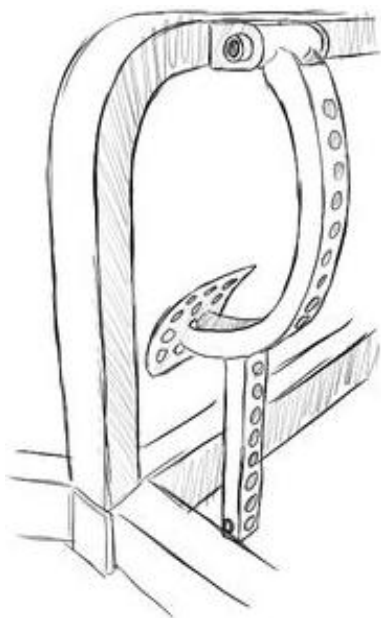
U brzdového a plynového pedálu jsem se rozhodl pro horní uložení. Tato koncepce je konstrukčně jednodušší a můžeme se s ní setkat u většiny automobilů.

Pro uchycení pedálů jsem nejdříve musel zkonstruovat rám, na který se pedály připevní. Pozici rámu pro uchycení pedálů jsem určil tak, aby byly pedály v dobrém dosahu a výšce vzhledem k postavě řidiče a umožňovaly tak pohodlné ovládání vozu. Rám samotný jsem vyrobil obdobně jako rám pro uchycení nádrže a filtru sání, změnil jsem pouze rozměry. K výrobě jsem opět použil ocelové profily o tloušťce stěny 2 mm a rozměrech průřezu 40×25 mm. Výšku rámu jsem stanovil na 270 mm. Zaoblené části, které spojují přímé části ocelových profilů jsem vyrobil s vnitřním poloměrem zaoblení 70 mm. Na horní spojnici rámu jsem přivařil držáky uchycení pedálů. Držáky jsem vyrobil z ocelového plechu o tloušťce 3 mm. Aby se pedály dobře otáčely, vtlčil jsem do místa jejich uchycení silonový váleček, kterým prochází šroub držící pedály na rámu.

Pedály jsem vyrobil z ocelového plechu o tloušťce 2 mm. Pro lepší vzhled pedálů jsem se rozhodl plech proděravět, jedná se pouze o estetický prvek, který nemá na funkci vliv. Tvar pedálů

jsem opět určil dle polohy chodidla řidiče. Nášlapnou plochu pedálu jsem vyrobil z ocelového plechu o tloušťce 2 mm, který jsem opět proděravěl. Tuto plochu jsem před navařením na tělo pedálu mírně prohnul, aby lépe přiléhala k chodidle řidiče při stlačení pedálu.

Pedál jsem dále prodloužil, aby sahal až pod podlahu automobilu, kudy povedou táhla spojující pedály s brzdou a karburátorem.



Obrázek 8 Nákres zavěšeného pedálu

3.13 Rám pro uchycení volantového hřídele a přístrojové desky

Dále jsem se rozhodl vyrobít rám, na který bude možné upevnit volantový hřídel a zároveň přístrojovou desku s dalšími prvky pro ovládání vozu. Výšku rámu jsem určil na 470 mm. Tato výška byla určena dle postavy řidiče, aby byl volant s přístrojovou deskou následně v dobré výšce a dosahu. Tento rám jsem vyrobil z ocelového profilu o rozměrech průřezu 40×25 mm. Šířka rámu odpovídá šířce kostry v místě spojení těchto částí a tedy 640 mm. Zaoblené části rámu, které spojují přímé části ocelových profilů jsem vyrobil s vnitřním poloměrem zaoblení 110 mm. Při výrobě zaoblených částí rámu jsem postupoval obdobně jako při výrobě rámu pro připevnění pedálů. Hotový rám jsem navařil na kostru automobilu ve vzdálenosti 800 mm od rámu pro uchycení filtru sání a palivové nádrže.

3.14 Uchycení volantového hřídele

K uchycení volantového hřídele na rám jsem se rozhodl vyrobít vlastní ložiskovou jednotku, kterou bude hřídel procházet. Tato ložisková jednotka se připevní k rámu pomocí šroubů.

Začal jsem výrobou podstavy pro ložiskovou jednotku. Jako materiál jsem zvolil ocelový plech o síle 3 mm. Uřízl jsem kus o rozměrech 40×92 mm. V podélné ose jsem vyvrtal do plechu dva otvory o průměru 6 mm, každý ve vzdálenosti 22,5 mm od středu osy.

Dále bylo třeba vyrobit vlastní ložisko. Pro výrobu této části jsem vybral dutý ocelový válec o tloušťce stěny 2 mm, vnitřním průměru 20 mm a výšce 50 mm. Do tohoto válce bylo třeba vložit kus silonu, ve kterém se bude volantový hřídel otáčet. Na soustruhu jsem tedy vyrobil další dutý válec, tentokrát ze silonu o výšce 50 mm, vnitřním průměru 10 mm a tloušťce stěny 5 mm. Poté jsem připravený ocelový válec přivařil k podstavě tak, aby svíral s touto podstavou úhel o velikosti 25 °. Tento úhel jsem zvolil na základě měření tak, aby konec volantového hřídele přesně pasoval do předem určeného místa, kde bude později umístěn ozubený hřeben, který přeneseme otáčivý pohyb volantového hřídele na pohyb posuvný a umožní tím ovládání vozu. Kolmá vzdálenost středu ocelového válce od podstavy je přitom 39 mm. Vzdálenost zajišťují dva kusy ocelového plechu o síle 2 mm. Po svaření těchto částí jsem do ocelového válce za využití svěráku vtlačil válec ze silonu. Celý takto vzniklý díl jsem pak připevnil dvěma šrouby se závitem M6 o délce 50 mm k rámu.

3.15 Nosník/výkyvná náprava

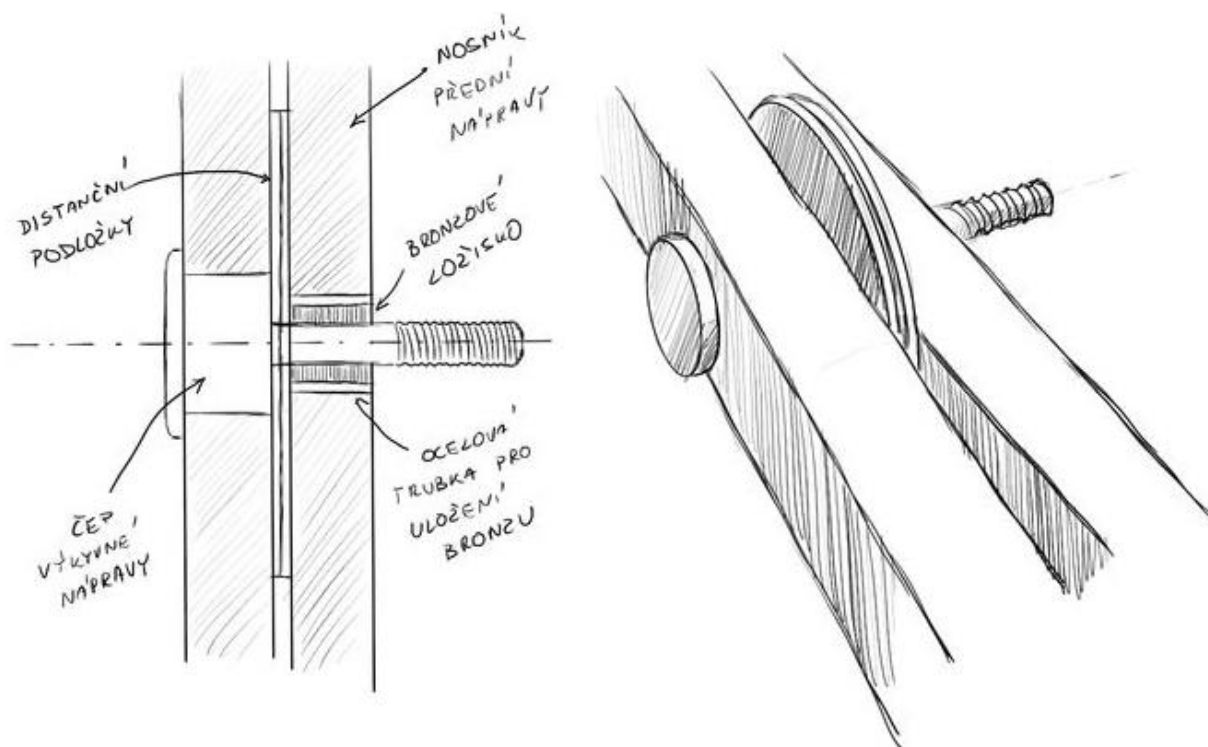
Automobil nemá žádný druh vlastního odpružení, protože by výroba odpružení byla v mých podmínkách velmi náročná. Pro případ, že automobil vjede na nerovný povrch jsem musel zkonstruovat výkyvnou nápravu. Tento druh nápravy nemá zásadní vliv na míru odpružení vozu, ale umožňuje v každém okamžiku kontakt všech čtyř kol se zemí. Kdybych kola připevnil jen na nehybný rám, tak by již na malých nerovnostech došlo ke ztrátě kontaktu jednoho kola se zemí.

Začal jsem výrobou samotného čepu nápravy, který umožňuje částečné otáčení výkyvné nápravy. Kola jsou upevněna řídicími klouby na hlavním nosníku výkyvné nápravy (ocelový profil o rozměrech průřezu 35×50 mm), uprostřed nosníku jsem vyrobil bronzové ložisko, skrze které prochází čep přední nápravy. Čep přední nápravy je pevně uchycen k rámu automobilu.

Čep jsem vyrobil na soustruhu z ocelové kulatiny o průměru 50 mm. Délka čepu je 117 mm. Při určování rozměrů čepu jsem volil větší průměry ocelové kulatiny, protože jde o velmi namáhanou část kostry automobilu. Čep má dvě části s různými průměry a jeho konec je opatřen závitem M18. viz Obrázek 9.

Pokračoval jsem výrobou přichycení čepu k rámu. Použil jsem ocelový profil o rozměrech průřezu 35×50 mm s délkou 600 mm. Do středu širších protilehlých stran tohoto profilu jsem vyvrtal otvor o průměru 45 mm. Do otvoru jsem vložil předem připravený čep přední nápravy a z obou stran přivařil. Výsledkem byl ocelový profil, ze kterého koukala část čepu o průměru 20 mm a délce 78 mm. Takto vzniklý díl jsem přivařil na přední část rámu. Zbývalo vyrobit hlavní nosník přední nápravy, který se na čepu otáčí a na kterém jsou přichycena přední kola. Opět jsem jako materiál zvolil ocelový profil o rozměrech průřezu 35×50 mm. Tentokrát jsem

ale nepracoval s šířkou odpovídající šířce přední nápravy, protože by to bylo moc složité a nepraktické vzhledem k počtu nutných operací. Z profilu jsem uřízl kus o délce 300 mm. Do středu protilehlých širších stran profilu jsem vyvrtal otvor o průměru 40 mm. Do tohoto otvoru jsem vložil vysoustružený dutý ocelový válec o tloušťce stěny 3 mm, vnějším průměru 40 mm a vnitřním průměru 34 mm. Dutý válec jsem z obou stran přivařil k ocelovému profilu. Poté jsem vysoustružil z bronzového dutý válec o vnitřním průměru 20 mm (tímto válcem bude procházet užší část čepu) a vnějším průměrem 34 mm. Bronzový válec jsem silou vtlačil do válce ocelového, který byl předem navařen do ocelového profilu. Tímto způsobem vzniklo ložisko, kterým prochází čep přední výkyvné nápravy. Posledním krokem bylo prodloužení hlavního nosníku nápravy na požadovanou šířku 600 mm. Tento krok jsem provedl až po zhotovení řídicích kloubů, které jsou upevněny na koncích tohoto nosníku.



Obrázek 9 Schéma konstrukce výkyvné nápravy

3.16 Řídicí klouby přední nápravy

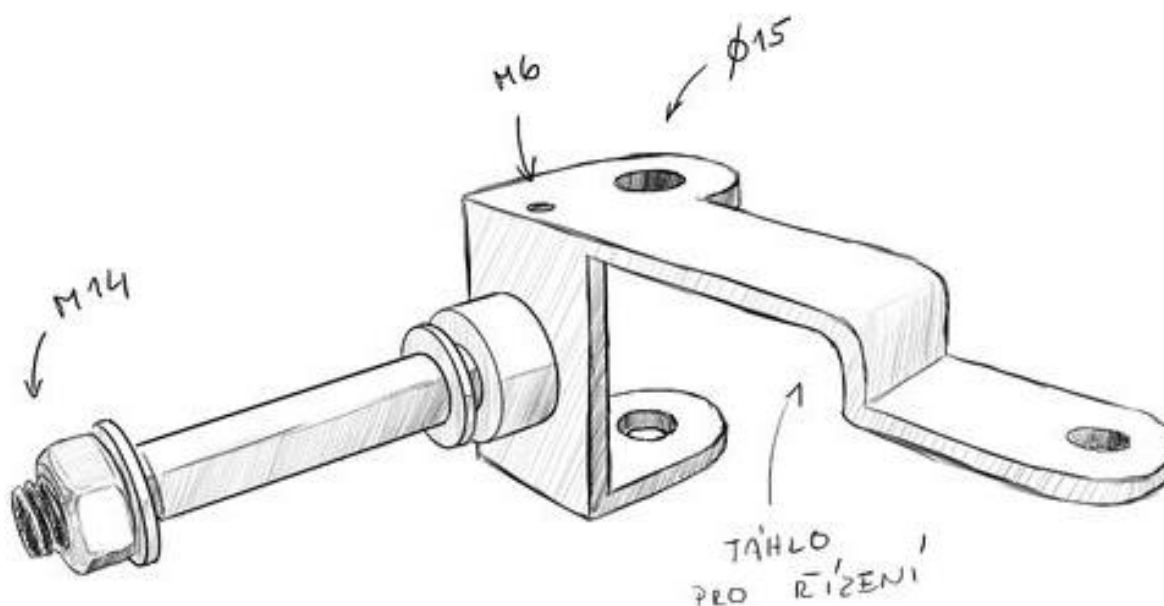
Přední kolo musí být umístěno na kloubu, který umožní jeho otáčení, a tím i řízení vozidla. Za tímto účelem jsem zkonstruoval řídicí kloub přední nápravy.

Kloub se stává ze dvou částí. První částí je část statická. Tato část kloubu je pevnou součástí nosníku přední nápravy. Druhá část je pomocí čepu spojena s první a zajišťuje otáčení kloubu po vertikální ose.

Pro výrobu statické části jsem vybral ocelový profil o rozměrech průřezu 30×50 mm a síle stěny 2 mm. Do tohoto profilu jsem udělal dvě protilehlé díry o průměru 24 mm. Konec profilu jsem

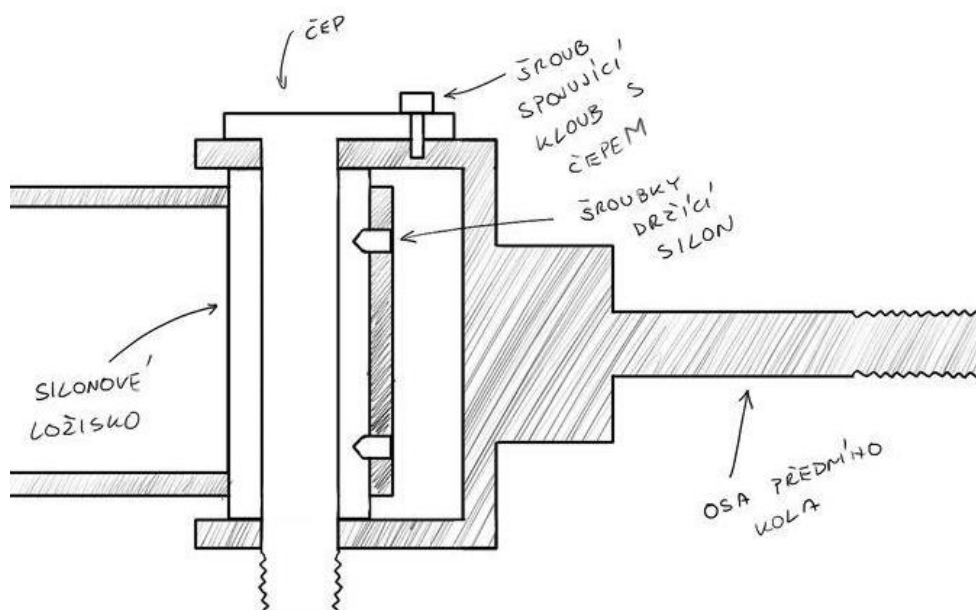
uřízl ve vzdálenosti 14 mm od středu vyvrtaných děr. Do dutého prostoru ocelového profilu jsem vložil dutý válec z oceli o výšce 46 mm, vnitřním průměru 24 mm a tloušťce stěny 2 mm. Válec jsem umístil tak, aby uzavřel vstup do duté části ocelového profilu a zároveň přesně lícovал s vyvrtanými dírami. Válec jsem po umístění přivařil. Aby se mohl kloub hladce pohybovat, vysoustružil jsem ze silonu dutý válec o vnitřním průměru 15 mm, tloušťce stěny 4,5 mm a výšce 56 mm. Tento válec jsem vtlačil do připraveného otvoru v ocelovém profilu tak, aby z každé strany přečuhoval 3 mm. V tomto silonovém ložisku bude uložen čep spojující statickou a otáčivou část kloubu. Aby válec ze silonu držel na místě, vyvrtal jsem do stěny ocelového profilu v místě, kde se dotýká silonu, 2 díry se závitem o průměru 4 mm a hloubce 6 mm. Dvěma šrouby jsem pak zafixoval pozici silonového válce. Dále jsem musel zajistit, aby se dalo místo styku čepu a silonového ložiska promazat. Rozhodl jsem se umístit do stěny profilu mazničku se závitem M6, která přivede mazivo až do místa potřeby.

Tělo otáčivé části řídicího kloubu přední nápravy jsem vyrobil z ocelového plechu o tloušťce 5 mm. Tělo má tvar vidlice viz Obrázek 10. Na tělo jsem navařil kus ocelové kulatiny s průměrem 30 mm a délkou 17 mm. Skrz kulatinu jsem vyvrtal otvor o průměru 15 mm. Nyní jsem musel vyrobiť osu, na které bude upevněno kolo. Tuto osu jsem vyrobil z ocelové kulatiny o průměru 15 mm. Tento průměr jsem zvolil na základě předpokladu vysoké míry namáhání této součásti. Ocelovou kulatinu jsem zkrátil na délku 100 mm a jeden konec opatřil závitem M15. Takto připravenou osu jsem vložil do připraveného otvoru a přivařil.



Obrázek 10 Náčrt řídicího kloubu přední nápravy

V poslední části jsem vyrobil čep spojující obě části. Čep jsem vyrobil z ocelové kulatiny o průměru 15 mm a délce 92 mm. Jeden konec jsem opatřil závitem M15. Na druhý konec jsem navařil kus ocelového plechu o síle 4 mm. Do tohoto plechu jsem vyvrtal otvor o průměru 8 mm. Tímto otvorem prochází šroub se závitem M6, který pevně spojuje čep s otáčivou částí řídicího kloubu přední nápravy. Tento spoj zajišťuje, aby se čep v silonovém ložisku otáčel spolu s otáčivou částí kloubu.



Obrázek 11 Řez složeným řídicím kloubem přední nápravy

Vzniklé klouby řízení jsem navařil na hlavní nosník výkyvné přední nápravy tak, aby rozchod předních kol odpovídal rozchodu kol zadních.

3.17 Pouzdro na baterii

Baterii jsem se rozhodl připevnit na rám v blízkosti motoru, aby byla v dobrém dosahu od motoru a celý systém pro zapalování byl na jednom místě.

Baterii jsem uložil na do místa spojení příčného nosníku, který částečně nese motor, a podélného ocelového profilu, který tvoří hlavní rám. V tomto místě je baterie na bezpečném a stabilním místě. Uložení baterie má dvě hlavní části. První částí je pouzdro, do kterého se baterie vloží a druhou část tvoří místo k uložení pouzdra na rámu.

Nejdříve jsem baterii změřil a rozhodl se, jak zhruba bude pouzdro vypadat. Jako materiál pro výrobu pouzdra jsem zvolil sklolaminát, který je pevný a zároveň lehký. Tělo pouzdra je ve své podstatě hranatá krabice o rozměrech 128×82×110 mm. Tohoto tvaru jsem dosáhl tak, že jsem sklolaminát nanášel ve více vrstvách na přesně vytvarovanou formu. Poslední vrstvu jsem zbrousil jemným brusným papírem a tmelem jsem zarovnal nerovnosti, aby se pouzdro dalo dobře nalakovat. Po dokončení (tloušťka stěny pouzdra dosáhla 5 mm) jsem na toto pouzdro musel zhotovit uzávěr, aby byla baterie ze všech stran chráněna. Toto pouzdro jsem vyrobil obdobným způsobem ze stejného materiálu. Opět jsem nanášel sklolaminát ve více vrstvách na předem vyrobenou formu. Svým tvarem pak celé pouzdro připomíná truhlu. Zakulacení uzávěru na baterii nehraje roli, jedná se pouze o estetický prvek.

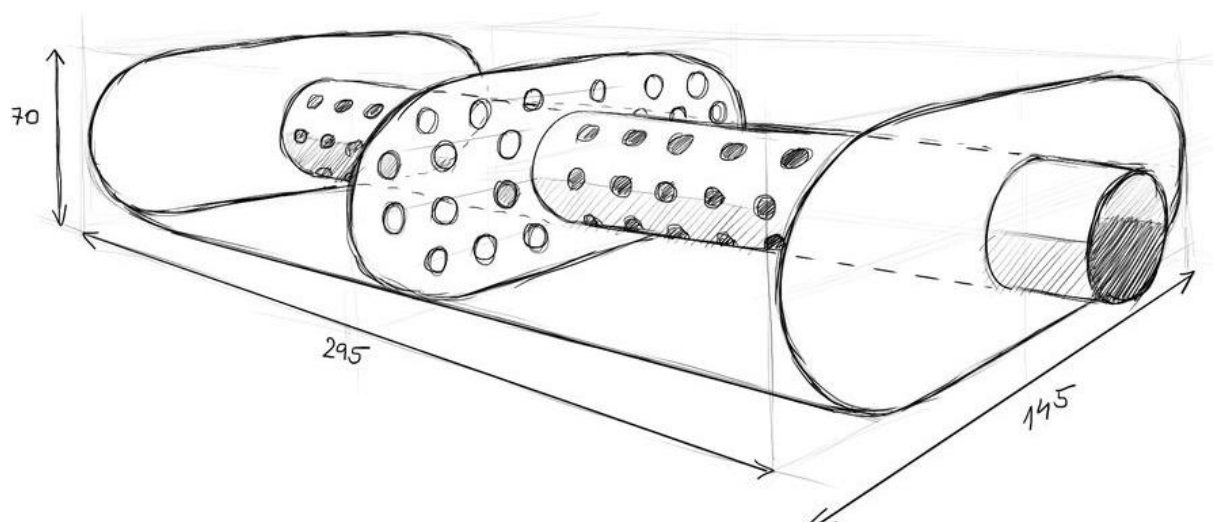
Dále jsem musel zhotovit držák pouzdra na baterii, aby se dala připevnit ke kostře automobilu. Držák pouzdra baterie si rovněž můžeme představit jako krabici. Šířku podstavy jsem stanovil

na 130 mm a délku na 86 mm. Výšku jsem určil na 55 mm. Vůle 2 mm mezi stěnu držáku pouzdra baterie byla ponechána, aby se mezi tyto plochy dal vložit materiál tlumící otřesy. Výška byla zvolena tak, aby se pouzdro s baterií „ponořilo“ do rámu, který má výšku 50 mm. Z ocelového plechu o tloušťce 1 mm jsem následně vyřízl síť tohoto útvaru, jednotlivé stěny ohnul a svařil k sobě. Celý držák na uložení pouzdra baterie jsem poté přivařil k rámu. Poté jsem do držáku vložil pouzdro a do pouzdra samotnou baterii.

3.18 Tlumič výfuku

Běžící motor je příliš hlučný, proto jsem se rozhodl vyrobit tlumič výfuku, který hluchnost motoru značně sníží. Tlumič výfuku je běžně dostupným dílem, jeho cena je však příliš vysoká. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl tlumič vyrobit a nikoliv zakoupit. Výhodou výroby je, že vzniklý tlumič výfuku bude rozměrově přesně odpovídat potřebám mého automobilu.

Při výrobě tlumiče jsem postupoval následovně. Nejdříve jsem vzal ocelovou trubku o síle stěny 2 mm s vnitřním průměrem 33 mm. Trubku jsem zkrátil na délku 420 mm a pak proděravěl vrtákem o průměru 6 mm, přičemž jsem z každého konce nechal 65 mm, které jsem neproděravěl. Takto připravenou trubku jsem rozpůlil. Nyní bylo třeba vyrobit tělo tlumiče výfuku, kterým tato trubka prochází. K výrobě jsem zvolil ocelový plech o síle 1,5 mm. Z plechu jsem uřízl 4 kusy o rozměrech 138×148 mm. Aby měl tlumič boční strany zakulacené, musel jsem plechový plášť tlumiče ohýbat. Jednotlivé díly jsem ohýbal do tvaru písmene U přes ocelovou trubku o průměru 70 mm, abych u všech čtyřech dílů dosáhl stejného zakřivení. Po ohnutí dílů pláště jsem díly svařil k sobě. Tímto způsobem jsem získal širší oválnou rouru. Dalším krokem byla výroba podstav, které uzavřou vstup do dutého prostoru tlumiče. Tyto části mají tvar oválu a jsou vyrobeny z ocelového plechu o síle 1,5 mm. Zakřivená část má poloměr 35 mm. Rovné strany mají délku 75 mm. Do středu těchto podstav jsem vyvrtal otvor o poloměru 37 mm pro připravené trubky. Zbývalo vyrobit přepážku, která přehradí vnitřní prostor tlumiče na dvě části. Přepážka má stejný tvar jako podstavy. Ve středu této přepážky není žádný otvor, naopak, celá přepážka je kromě této kruhové plochy proděravěna stejně jako trubky vrtákem o průměru 6 mm. V poslední části výroby jsem všechny části svařil dohromady. Aby se dal tlumič výfuku připevnit k rámu automobilu, navařil jsem na horní stranu pláště kus ocelového plechu o síle 2 mm ve tvaru písmene L. Do tohoto plechu jsem vyvrtal 2 otvory pro šrouby se závitem M6 ve vzájemné vzdálenosti 35 mm.



Obrázek 12 Tlumič výfuku

3.19 Výfukové potrubí

K propojení výfukového kanálu s tlumičem výfuku jsem použil naohybanou ocelovou trubku o vnitřním průměru 28 mm, která svým tvarem odpovídala potřebám mého vozu. Abych mohl trubku připevnit k výfukovému kanálu motoru, musel jsem vyrobit speciální díl, který tyto části propojuje (tzv. příruba).

Přírubu jsem vyrobil z ocelové kulatiny o průměru 40 mm. Z kulatiny jsem uřízl kus o délce 100 mm a vyvrtal do ní otvor o průměru 25 mm, který prochází celou její délkou. Jeden konec kulatiny o délce 30 mm jsem pak v soustruhu upravil tak, aby měl vnější průměr 33 mm. Zbývající část kulatiny o délce 70 mm jsem pak upravil v soustruhu na vnější průměr 28 mm. Pro přišroubování příruby k motoru jsem využil šrouby, které jsou v konstrukčním řešení motoru za tímto účelem již zahrnuty. Z ocelového plechu o síle 5 mm jsem pouze musel uříznout kus, do kterého jsem vyvrtal otvor s průměrem 28 mm. Pak jsem do plechu vyvrtal další dva otvory pro ony šrouby, vzdálené 45 mm.

3.20 Napínák řetězu

Míra napnutí řetězu, daná vzdáleností zadní osy a primárního převodu (ozubené kolečko motoru, které je řetězem spojeno se zadní osou), byla po spojení řetězem příliš malá. Z tohoto důvodu jsem musel přistoupit k výrobě napínáku řetězu.

Napínák jsem se rozhodl vyrobit ze silonu. Silon je pro toto použití dostatečně tvrdý a dá se s ním pracovat v soustruhu. Nejprve jsem vysoustružil válec o průměru 50 mm, poté jsem do tohoto válce vyvrtal otvor o průměru 10 mm, kterým bude procházet šroub držící napínák na kostře automobilu. Desetimilimetrový otvor jsem z každé strany rozšířil na průměr 30 mm do hloubky 10 mm. Do takto vzniklého prostoru se z každé strany vtlačí zakoupené kuličkové ložisko. Tímto se zajistí, že válec ze silonu, který bude v bezprostředním styku s řetězem, se bude

moci hladce otáčet. Druhou částí napínáku je distanční váleček, rovněž ze silonu, který zajišťuje, aby měl širší válec správnou polohu vzhledem k řetězu.

3.21 Řazení

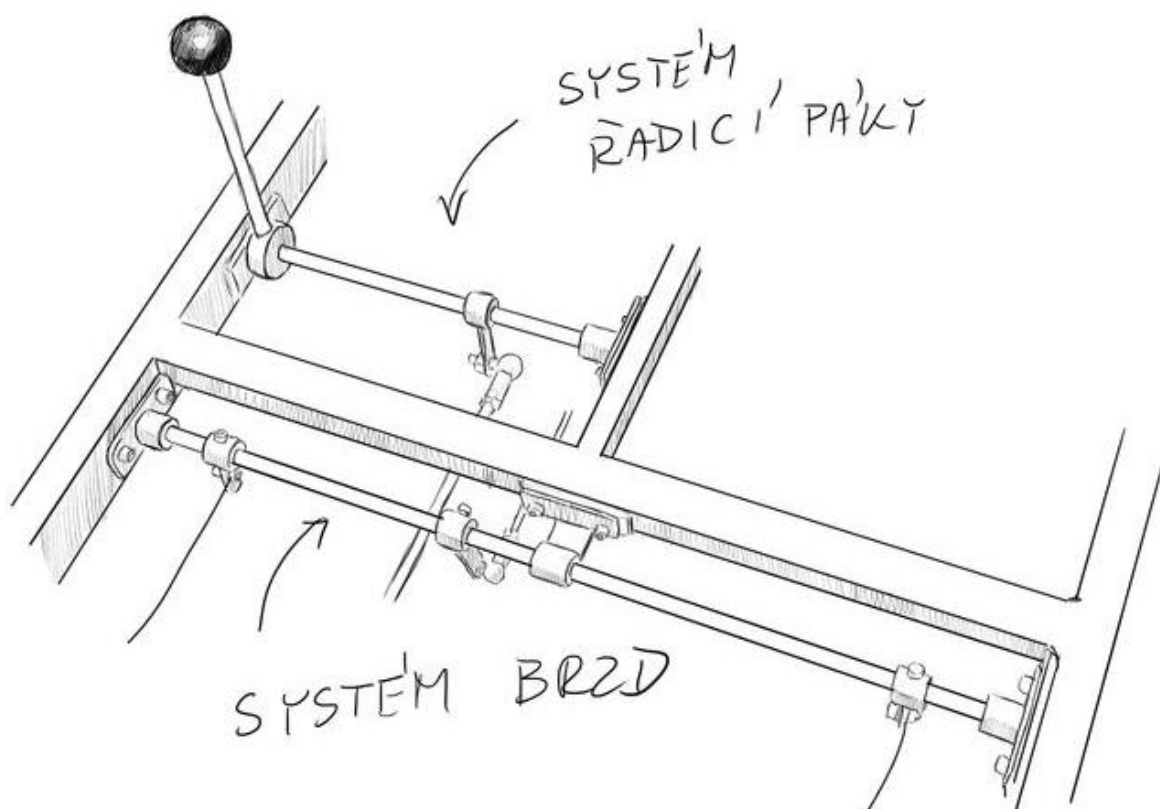
Nejdříve jsem musel na rám upevnit osu, která je táhlem spojena s řadicí pákou. Tuto osu jsem vyrobil z ocelové kulatiny o průměru 10 mm. Aby se osa mohla volně protáčet v rámu, vytvořil jsem dvě pouzdra, která drží konec osy na rámu. Tato pouzdra mají tvar válce a jsou vyrobená z ocelových trubek o vnitřním průměru 15 mm. Do těchto trubek jsem natlačil duté silonové válce s vnitřním průměrem 10 mm. V místech, kde je osa uchycena k rámu, je rám zesílen navařeným plechem o síle 4 mm. Do plechu jsou vyvrtány závity a osu je tedy kdykoliv možno odšroubovat. Osa je umístěna 20 mm od přední příčky k uchycení sedačky kolmo na delší strany hlavního rámu vozidla.

Na osu jsem vyrobil řadicí páku. Základem páky je válec z ocelové kulatiny o průměru 40 mm, do kterého je vyvrtán otvor pro osu o průměru 10 mm. Na základ páky jsem poté přivařil 160 mm dlouhou tyč z ocelové kulatiny o průměru 10 mm. Páka je zakončena umělohmotnou koulí, která je na ní přilepena.

Dalším krokem byla tvorba menší páky, která přes osu propojuje motor s řadicí pákou. Tuto součást jsem vyrobil z ocelového válečku o průměru 22 mm s otvorem pro osu. Aby váleček držel pevně na ose, vyvrtal jsem do něho závit M5 a příslušným šroubem připevnil. Na váleček jsem navařil kus ocelového plechu o síle 3 mm. Do tohoto plechu jsem vyvrtal otvor o průměru 8 mm. Posledním krokem bylo propojit táhlem z ocelové kulatiny o průměru 8 mm motor a páku.

3.22 Brzdová táhla

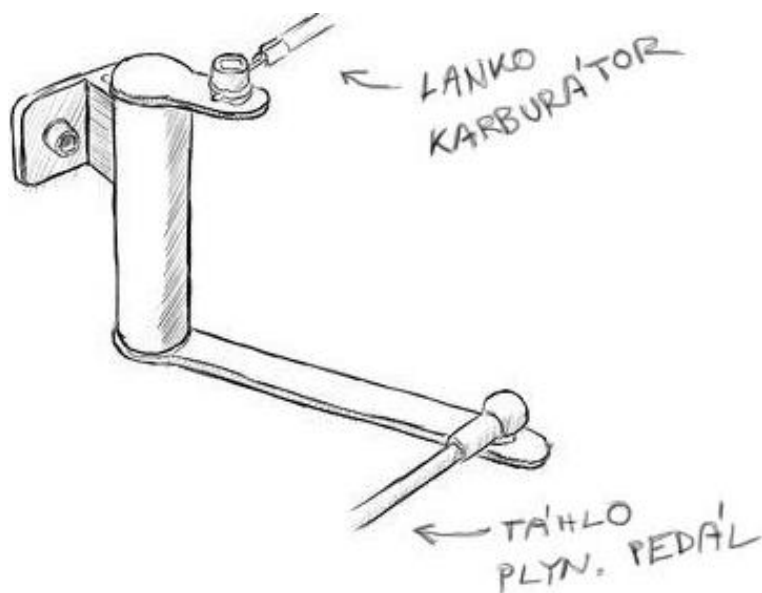
Zde jsem postupoval stejně jako při propojování řadicí páky s motorem. Osu jsem umístil těsně za přední příčku pro uchycení sedačky. Táhlo od brzdového pedálu z ocelové kulatiny o průměru 8 mm jsem na osu připevnil pomocí menší páky, obdobně jako u řazení. Dále jsem vyrobil další dvě páčky s kratším táhlem, které jsou přímo napojeny na brzdy. K propojení brzd s páčkami jsem použil ocelová lanka.



Obrázek 13 Schéma technického řešení řazení a brzd

3.23 Plynové táhlo

Posledním krokem konstrukce bylo propojení plynového pedálu s karburátorem. Při přímém propojení by byl krok pedálu příliš malý, a tak jsem musel vyrobit součást, která převádí dlouhý pohyb pedálu na kratší, přímo úměrný pohyb táhla karburátoru. Součást jsem vyrobil viz Obrázek 13.



Obrázek 14 Místo propojení táhla plynového pedálu s lankem karburátoru

3.24 Plány konstrukce

Po dokončení konstrukce jsem všechny mnou vyrobené součásti změřil a vymodeloval v programu Autodesk Fusion 360. Z jednotlivých modelů jsem pak vytvořil ve stejném programu jednotlivé plány k umožnění opětovné konstrukce vozu.

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

Po vyřešení všech konstrukčních problémů jsem úspěšně zkonstruoval plně pojízdný jednomístný automobil typu cyclekart. Součástí projektu jsou i technické výkresy jednotlivých mnou vyrobených součástí, které jsem zhotovil v programu Fusion 360. Model rámu vytvořený v programu Fusion 360 viz Příloha 1 a

Příloha 2. Podrobné všech součástí včetně rozměrů jsou obsaženy na CD, které je součástí této práce.

V průběhu konstrukce jsem volil různá technická řešení jednotlivých prvků vozidla. Automobil byl konstruován bez jakékoliv předchozí projektové dokumentace, a protože jsem s konstruováním automobilu neměl žádné předchozí zkušenosti, ne všechna technická řešení jsou optimální. Rád bych proto okomentoval jednotlivé nedostatky a zároveň navrhl způsob jejich odstranění.

Konstrukce mého automobilu není pokusem o výrobu konkrétního typu vozidla. Hlavní myšlenkou projektu bylo vyzkoušet si výrobu jednomístného automobilu typu cyclekart za využití běžně dostupného dílenského vybavení. Tvar konstrukce a některá technická řešení byla volena na základě vizuálních předloh hotových cyclekartů.

4.1 Rám konstrukce

Stávající rám o vnějších rozměrech 2300×650 mm je pro mé vozidlo příliš masivní. Délka rámu je dostačující, ale při stavbě dalšího cyclekartu bych šířku rámu zmenšil na 550 mm. Šířka rámu má vliv na celkovou stabilitu vozu. Takovéto zúžení rámu však stabilitu vozu neohrozí a celková konstrukce bude lehčí a nespotřebuje se na její výrobu tolik materiálu. Materiál rámu konstrukce (ocelový profil o rozměrech průřezu 30×50 mm a tloušťce stěny 2 mm) je vyhovující. Poskytuje konstrukci potřebnou pevnost. Pokud bych chtěl, aby výsledná váha kostry byla ještě o něco nižší, mohl bych zvolit ocelový profil s menšími rozměry průřezu, ale to už by bezpečnost a pevnost rámu mohlo ohrozit. Limitujícím faktorem pro šířku vozu je prostor pro řidiče. U mého automobilu je třeba ručního řazení, a tak musí mít řidič vedle sebe ještě nějaký prostor pro řadicí páku.

4.2 Pohon automobilu

Mnou zkonstruovaný cyclekart je nyní poháněn benzínovým spalovacím motorem o obsahu pracovního prostoru válce 125 ccm. Tento motor, původně určený do motocyklů a čtyřkolek má z hlediska stavby automobilu své nevýhody. Hlavní nevýhodou motoru tohoto typu je, že ve svém technickém řešení nezahrnuje nádrž a filtr sání. Kdybych použil jako motor jednotku, která zahrnuje kromě motoru samotného i tyto další součásti, velmi bych si tím stavbu zjednodušil. Finančně by motor tohoto typu s výkonem podobným mému stávajícímu motoru vyšel přibližně stejně. Jelikož ale taková jednotka obsahuje i nádrž a filtr sání, nemusel bych nádrž dokupovat. Jedním z nejnáročnějších technických problémů, kterému jsem musel při konstrukci cyclekartu čelit, byl problém, kam a jakým způsobem umístit nádrž společně s filtrem sání. Mé konstrukční řešení musí navíc splňovat bezpečnostní parametry (vzdálenost nádrže od motoru), které jsou u pohonných jednotek certifikovány výrobcem. Další výhodou využití této jednotky by byly její rozměry. Celý systém by působil kompaktněji a jednodušeji. Vzhledem k jejím rozměrům bych také mohl celý motor a tím pádem i sezení posunout dozadu, čímž bych dosáhl estetičtějšího výsledku, protože přední část vozu by se prodloužila na úkor části za

řidičem. Mnou použitý motor má poloautomatickou převodovku, která vyžaduje manuální změnu rychlostních stupňů. Vozidlo má tři rychlosti vpřed a jednu rychlost zpáteční. Nevýhodou využití pohonné jednotky by byla nutná konstrukce převodového ústrojí. Rychlostní skříně se v tomto případě nahrazuje variátorem (soustava kladek se spojitě proměnným převodovým poměrem). Další nevýhodou při konstrukci bylo výfukové ústrojí. Rovněž toto je zahrnuto v technickém řešení pohonné jednotky.

Při prvních pokusech o nastartování koupeneho motoru nastaly potíže. V pracovním prostoru válce bylo velké množství oleje, který zabraňoval normální funkci pístu. K tomuto problému došlo patrně v důsledku špatné přepravy motoru doručovací službou. Nakloněním motoru se olej dostal na nepatřičná místa. Obtíže jsem vyřešil otevřením výfukového kanálu a protočením pístu. Píst tímto způsobem sám vytlačil olej ze spalovacího prostoru a problém se již neopakoval.

4.3 Brzdný systém

Při konstruování brzdného systému jsem použil dvě kotoučové brzdy původně určené pro jízdní kolo. Připevnění čelistí brzdy na kostru automobilu bylo samo o sobě velmi obtížné, rovněž jsem musel vyrobit unašeče brzdových kotoučů, které drží brzdový kotouč na poháněné ose a zajišťují tak zpomalení její rotace po stlačení brzdového pedálu. Tyto na výrobu náročné součásti jsem mohl snadno nahradit brzdou uvnitř bubnu použitých kol. Toto řešení by zjednodušilo konstrukci a urychlilo práci. Rovněž by byl brzdný účinek zaručen, protože tyto brzdy byly originálně využívány v provozu po pozemních komunikacích u motocyklů ty Jawa. Kromě toho jsem při zkušebních jízdách zjistil, že uchycení unašeče brzdového kotouče není dostatečné a osa se po stlačení brzdových čelistí dále protáčí. Tento problém jsem vyřešil nahrazením původních šroubů se závitem M5 ve válcovité části unašeče šrouby se závitem M6. Tento problém pouze dokládá, že mé řešení brzdného systému není ideální. Dalším nedostatkem je krok brzdového pedálu. Pohyb pedálu je přímo úměrný pohybu brzdové čelisti. Jelikož jsou tyto čelisti z jízdního kola, kde se brzdí rukou, není potřeba velkého pohybu, protože prsty ruky jsou citlivější než chodidlo. Velikost pohybu brzdového pedálu však není zas tak malá, abychom museli hledat nové technické řešení.

4.4 Zadní kola

Při zkušebních jízdách se negativně projevil způsob uchycení zadních kol na ose. Uchycení kol nebylo dostatečně pevné a po zatížení automobilu se kola na ose protáčela. Obdobně tomu bylo i u rozety, kde jsem problém vyřešil změnou velikosti závitu šroubů, které drží unašeč rozety na ose (konkrétně jsem šrouby M5 vyměnil za šrouby M6). Stejným způsobem jsem však prokluzování kol řešit nemohl, protože uvnitř středu kola není pro tyto šrouby místo. Navíc by u kol pouhá výměna šroubů za silnější pravděpodobně nestačila. Problém jsem se proto rozhodl vyřešit úpravou hliníkové části kola. Na vnitřní část unašeče kola jsem navařil 3 kousky oceli do místa, kde se dotýká s hliníkovou částí kola. Potom jsem podle navařených kousků vyhloubil do hliníku příslušné otvory. Tímto způsobem vznikl jakýsi protikus. Tento způsob řešení není

ideální, ale pro potřeby vozu stačí. Při příští konstrukci je zapotřebí s tímto rizikem počítat a technicky vyřešit tuto část vozu lépe.

4.5 Přední náprava

Zkonstruovat plně fungující přední nápravu se nám povedlo až na druhý pokus. Při prvním pokusu byla kola přichycena pevně na rámu a nebyl jim umožněn vertikální pohyb. Vertikální pohyb zajišťuje, že se jednotlivá kola při terénních nerovnostech stále dotýkají země, i když se jedná o vozidlo čtyřkolé. Abych tento problém odstranil, rozhodl jsme se z časových důvodů udělat z přední nápravy nápravu výkyvnou. Toto řešení je technicky i finančně nejméně nákladné. Kyvný pohyb nápravy však komplikuje technické provedení řízení. Rovněž zde zatím chybí odpružení, které zlepší jízdní vlastnosti automobilu. Absence odpružení se dá do jisté míry kompenzovat mírou nahuštění kol. Při testovacích jízdách se absence odpružení negativně neprojevila. Kola a polstrovaná sedačka vibrace mírní natolik, že komfort při řízení není negativně ovlivněn.

4.6 Tlumič výfuku

Tlumič výfuku plní svou funkci snížení hlučnosti, ale má jednu nevýhodu. Svou konstrukcí omezuje do jisté míry průtok výfukových plynů a tím nepatrně snižuje výkon motoru. Snížení výkonu není znát, ale tuto okolnost bych při příští konstrukci rád zohlednil a našel lepší technické řešení.

4.7 Pouzdro na baterii

Pouzdro na baterii vyrobené ze sklolaminátu je třeba připevnit k rámu. V současné chvíli by se mohlo stát, že při prudkém nárazu baterie z pouzdra na rámu vypadne. K připevnění stačí zhotovit třmeny, které sklolaminátové pouzdro propojí s pouzdrem na rámu.

4.8 Řízení

Řízení vozidla je zajištěno otáčením ozubeného válce na konci volantového hřídele, který posouvá s ocelovým hřebenem, jenž vytáčí kola o příslušný úhel. Pro lepší manévrovatelnost vozu by bylo vhodné upravit vůli na ozubeném hřebenu, zvýšit tak vytáčení kol a tím i ovladatelnost vozu. Vzhledem k tomu, že automobil nemá diferenciál, je míra vytáčení kol omezena. Při příliš velkém vytočení dojde k hrnutí předních kol v přímém směru.

4.9 Seřízení karburátoru

Karburátor zajišťuje přívod palivové směsi do válce. Poměr vzduchu a benzínu, ve kterém je směs do válce propouštěna, bohatost směsi, se dá upravovat. Při volném běhu motoru byla bohatost směsi příliš velká, motor spaloval příliš mnoho benzínu. Karburátor jsem seřídil na

požadovanou hodnotu bohatosti směsi. Po stlačení plynového pedálu již seřízení karburátoru na volnoběh nehraje roli.

4.10 Automatická spojka

Automatická spojka, která je uvnitř motoru, přenášela otáčivý pohyb motoru na hnací hřídel příliš prudce. Ihned po zařazení rychlostního stupně se zadní osa s koly začala otáčet. Při rozjíždění je toto fungování závažným nedostatkem. Prudkým zatížením motoru dochází k opotřebení řetězu a ozubených kol. Negativně se tato vlastnost projeví také na jízdních vlastnostech vozidla. Pro přesné pojíždění, například při parkování, je nutná plynulost rozjíždění. Tento problém jsem odstranil seřízením automatické spojky. Seřízení spojky umožňuje šroub, který je vně motoru. Pomalým otáčením a současným zkoušením efektu seřízení se mi podařilo dosáhnout optimálního nastavení. Automatická spojka začne zabírat až po citelném stlačení plynového pedálu a automobil se plynule rozjede.

4.11 Změna sekundárního převodu

Rozeta (sekundární ozubené kolo) převádí hnací sílu na zadní nápravu. Změnou primárního a sekundárního převodu změníme poměr, ve kterém je převáděna hnací a hnaná síla na zadní nápravu. Jednoduše řečeno čím větší rozeta je, tím pomaleji se automobil bude pohybovat. Můj automobil je konstruován na polní cesty, kde není hlavním cílem vyvinout co nejvyšší rychlost, ale zdolat příslušný terén. Velikost aktuálně namontované rozety je příliš malá a automobil se pohybuje nadměrně rychle. Příliš velká rychlost ohrožuje také bezpečnost řidiče. Výměna rozety, tedy změna sekundárního převodu, vzhledem ke snadnému rozebrání celé zadní nápravy není problém.

4.12 Vibrace motoru

Při prvních zkouškách motoru, který byl již připevněn k rámu vozidla, jsem zaznamenal nadměrné vibrování konstrukce a motoru samotného. Vzhledem k tomu, že jsem pro upevnění motoru k rámu nevyužil všechny konstrukční prvky motoru k tomu určené, měl jsem ještě nějaké možnosti. Nakonec jsem vyrobil dva podpůrné držáky z ocelového plechu o síle 5 mm, které podpírají válec. Tento podpůrný systém uchycení motoru se ukázal jako dostačující.

4.13 Řetěz

Řetěz, který jsem nejprve zkrátil na požadovanou délku, nebyl dostatečně napnutý. Z tohoto důvodu jsem vyrobil již zmíněný napínák řetězu. Po namontování napínáku byl řetěz napnutý skoro až moc. Po prvních testovacích jízdách, kdy byl automobil plně zatížen, si celý systém sesedl dohromady (lepší zapadnutí řetězu do zubů). Materiál napínáku řetězu, silon, byl vybrán díky své dostatečné tvrdosti a zároveň kvůli tomu, že si jeho tvar řetěz sám může obroušením na potřebných místech poupravit.

5 ZÁVĚR

V rámci této odborné práce se mi podařilo, za značné pomoci externího školitele, úspěšně zkonstruovat pojízdný jednomístný automobil typu cyclekart. Při konstrukci jsem se seznámil se základními pracovními postupy jako je například soustružení, sváření nebo řezání ruční úhlovou bruskou. Výsledný produkt práce viz Příloha 3 a Příloha 4.

Podařilo se mi dosáhnout stanovených cílů. Součástí této písemné práce je kompletní projektová dokumentace mého vozidla, která umožní komukoliv opětovné sestrojení tohoto automobilu.

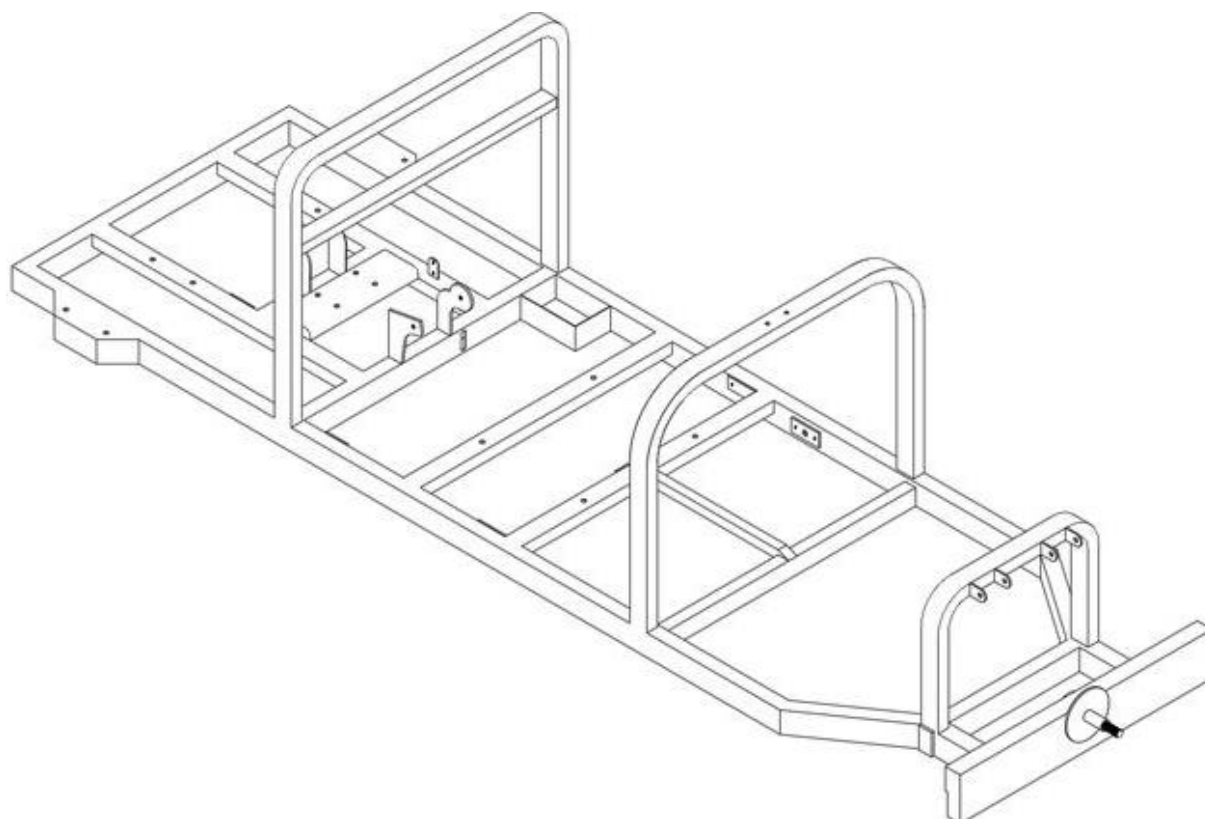
Při práci na praktické části jsem musel spolu s externím školitelem vyřešit velké množství vzniklých technických problémů. Způsob řešení technických problémů mi tak přinesl nové zkušenosti v této oblasti. Při konstrukci dalšího vozidla se tak šance na dosažení lepšího a technicky dokonalejšího výsledku výrazně zvyšují. Zároveň jsem do budoucna navrhl několik vylepšení, která příští konstrukci zjednoduší nebo odstraňují technické nedostatky.

6 SEZNAM LITERATURY

1. CYCLECARS: THE ELEMENTS OF MANUFACTURE. JSTOR [online]. New York: ITHAKA, c2022-2023 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/44579070?seq=2#metadata_info_tab_contents
2. INDRÁK, Petr, Milan KYMLA, František STRUŽKA, Jiří POUR a František HYNEK. Učebnice pro autoškoly I. díl. I. vydání. Praha: Naše vojsko, 1972. ISBN 28-104-72.
3. NOVÁK, Josef. Příčka pro automechaniky. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1969. ISBN 04-206-69.
4. ŠIMÍK, Antonín. Technologie pro II. a III. ročník učební obor 0451-automechanik: Učebnice pro odborná učiliště a učňovské školy. Praha: ROH, 1962. ISBN 24-113-62.
5. THE AV WAS A BRITISH CYCLECAR MANUFACTURED BY WARD AND AVEY IN SOMERSET ROAD, TEDDINGTON MIDDLESEX BETWEEN 1919 AND 1924. GAUK Motors [online]. Ruby Bay: GAUK Media, c2023 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: <http://gaukmotors.co.uk/motorpedia/car-make/ward-and-avey>
6. This Bizarre Cyclecar Seems To Have Been The Only Car Ever That Shifted Gears By Moving The Engine And That's Just The Start Of The Weirdness. The Autopian [online]. Los Angeles, California: FOURTH WAGON MEDIA, c2023, 27 May 2022 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/44579070?seq=2#metadata_info_tab_contents
7. Novinky. *Autosalon.tv* [online]. Praha: CAR PR Media, 2020 [cit. 2023-09-01]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/nova-auta/prehled-aut-s-pohonem-zadnich-kol-na-ceskem-trhu>

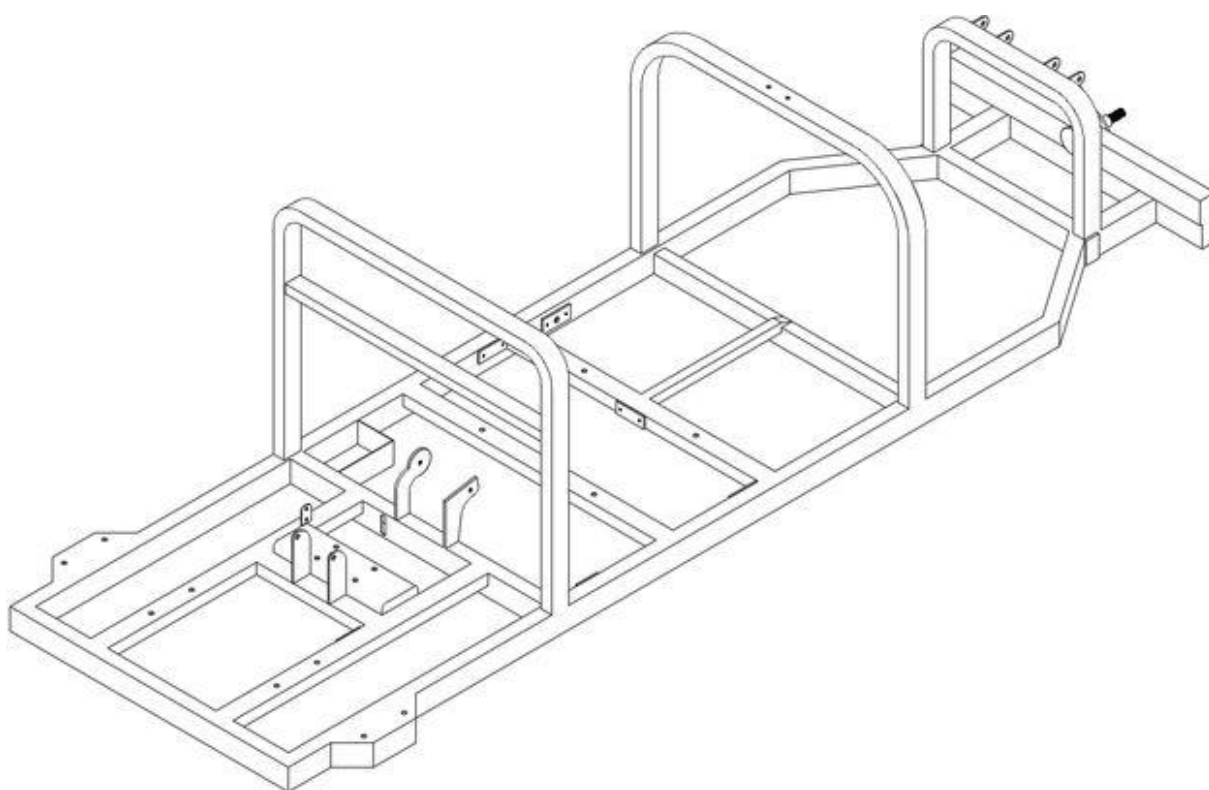
7 PŘÍLOHY

Příloha 1



Obrázek 15 Celkový vzhled rámu vozidla v programu Fusion 360

Příloha 2



Obrázek 16 Celkový vzhled rámu vozidla v programu Fusion 360

Příloha 3



Obrázek 17 Fotografie pojízdného vozu při zkušební jízdě



Obrázek 18 Cyclekart v průběhu stavby (nejsou dokončeny pedály a řazení)