

Stredná priemyselná škola technická Trnava
Komenského 1, 917 31 Trnava

Konštrukcia adaptéra pre bicykel

Študentský projekt

Trnava
2023

Riešitelia: Mário Valo, Matej Urban
Ročník štúdia : štvrtý

Pod'akovanie

Chceli by som sa pod'akovať svojim školiteľom Ing, Jozefovi Augustínovi a Ing. Xénii Strmenskej za odborné rady, pomoc a konzultácie, ktorými ma usmerňovali. Tiež by sme chceli pod'akovať Ing. Elene Melicherčíkovej za pomoc pri výrobe jednotlivých dielov na 3D tlačiarňi. Radi by som sa pod'akovali našim rodinám i priateľom za podporu a pochopenie.

Obsah

1	Ciele práce	7
2	Materiál a metodika	8
2.1	Postup práce	8
2.2	Modelovanie a 3D tlač	8
2.2.1	Návrh konštrukcie	8
2.2.2	Modelovanie dielov	10
2.2.3	Tvorba modelu 3D tlač	14
2.3	Realizácia podľa návrhu	17
2.3.1	Výroba ramien konštrukcie	17
2.3.2	Výroba stredovej časti	19
2.3.3	Výroba časti na uchytenie kolies	20
2.3.4	Výroba časti na uchytenie tlmiča	20
2.3.5	Montáž prednej nápravy	21
3	Výsledky práce a diskusia	Error! Bookmark not defined.
4	Závery práce	Error! Bookmark not defined.
5	Zhrnutie	22
6	Zoznam použitej literatúry	23
7	Prílohy	24

1 Ciele práce

Chceli sme navrhnuť a vyrobiť konštrukčne jednoduchý, dostupný adaptér predného zavesenia, ktorý by pri pripevňovaní nevyžadoval zásahy do konštrukcie bicykla, bol by ľahko vymeniteľný za predné koleso bicykla. Takto upravený bicykel by mal zvládať nielen náročnejší terén, ale aj mestskú premávku. Zároveň by však vznikla možnosť na prednom zavesení vytvorením uložného miesta prepravovať rôzny náklad. Bicykel s našim adaptérom by sa stal vhodným dopravným prostriedkom do miest, prímestských oblastí aj do dedín. Ponúkal by stabilitu v rôznych terénoch a možnosť prepravy nákupu, prepraviek, náradia a podobne.

Cieľom našej práce bolo realizovať upgrade bicykla pre širšie uplatnenie v meste alebo na dedine. Ďalším cieľom bolo navrhnuť a vyrobiť konštrukčne jednoduchý, dostupný adaptér predného zavesenia, ktorý by pri pripevňovaní nevyžadoval zásahy do konštrukcie bicykla, bol by ľahko vymeniteľný za predné koleso bicykla. Takto upravený bicykel by mal zvládať náročnejší terén aj mestskú premávku. Zároveň by však vznikla možnosť na prednom zavesení vytvorením uložného miesta prepravovať rôzny náklad. Bicykel s našim adaptérom by sa stal vhodným dopravným prostriedkom do miest, prímestských oblastí aj do dedín. Ponúkal by stabilitu v rôznych terénoch a možnosť prepravy nákupu, prepraviek, náradia a podobne.

2 Materiál a metodika

2.1 Postup práce

- **Modelovanie a 3D tlač**
 - návrh konštrukcie
 - modelovanie dielov
 - 3D tlač
 - stavba modelu

- **Realizácia podľa návrhu**
 - výroba ramien konštrukcie
 - výroba stredovej časti
 - výroba časti na uchytenie kolies
 - výroba časti na uchytenie tlmiča
 - montáž prednej nápravy

2.2 Modelovanie a 3D tlač

2.2.1 Návrh konštrukcie

Pri návrhu konštrukcie sme museli prihliadať na výslednú váhu, schopnosť manévrovať, dostupnosť, cenu a celkový dojem z výrobku. Finálnej konštrukcii predchádzalo veľa návrhov a konceptov. Inšpiráciu sme hľadali na internete (obr. 1).



Obr. 1 Bicykel - inšpirácia z internetu [9]

Navrhli sme, že použijeme nezávislé zavesenie oboch predných kolies, ktoré budú previazané tlmičom na tlmenie nerovností na vozovke. Ramená budú rovnakej dĺžky a paralelné, čo zabezpečí ich kolmosť k vozovke.

Kolesá sme museli použiť s uchytением len z jednej strany. Táto skutočnosť vylúčila použitie kolies z bicykla, pretože kolesá z bicykla majú uchopenia na oboch stranách. Model zavesenia kolies je na obr. 2.



Obr. 2 Model zavesenia kolies [9]

Po zvážení našich možností sme sa rozhodli, že použijeme kolesá z invalidného vozíka, ktoré presne vyhovovali našim potrebám. Na bazári sme si zohnali invalidný vozík, z ktorého sme odmontovali kolesá a použili ich v našej konštrukcii (príloha A).

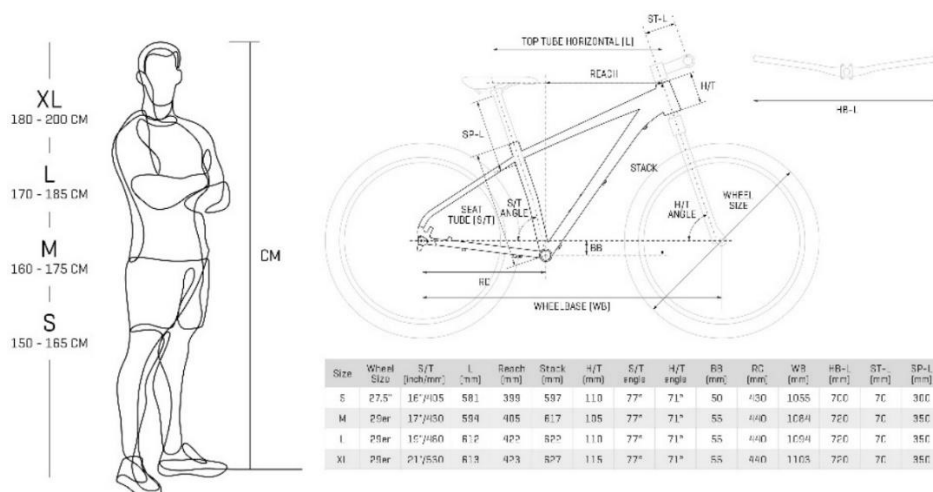
Nechceli sme robiť zásahy do konštrukcie bicykla alebo konštruovať vlastnú kostru, preto sme sa rozhodli, že navrhujeme adaptér predného zavesenia (príloha B), ktorý by bol ľahko vymeniteľný za predné koleso. Odpadla tým potreba výroby vlastnej koštruktúry bicykla.

Zároveň sme sa rozhodli, že môžeme zvýšiť užitočnosť celého adaptéra pridaním úložného miesta, kde by sa dal prepravovať náklad. Inšpiráciu sme čerpali od spoločnosti Addbike, ktorá podobné výrobky predáva (obr. 3).



Obr. 3 Bicykel s adaptérom [8]

Potrebovali sme vymodelovať kostru bicykla, ku ktorej sme v modeli pripevňovali náš adaptér. Pri kostre sme sa riadili výkresom, ktorý sme si našli na internete (obr. 4).



Obr. 4 Tabuľka a výkres bicykla [10]

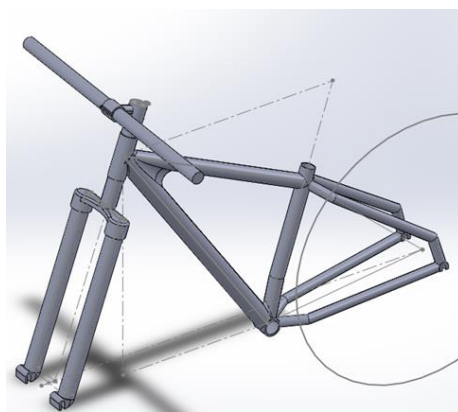
2.2.2 Modelovanie dielov

Pri navrhovaní 3D modelov sme používali 3D modelovací softvér SOLIDWORKS. Prvky boli modelované v jednom diely pomocou viacerých tiel. Tento nástroj nám umožnil jednoducho na seba naviazať rozmery viacerých dielov a vymazal potrebu upravovať pri zmene rozmeru v jednom modeli, jednotlivito aj ostatné modely. Zmeny sa vykonali automaticky vo všetkých modeloch.

- **Kostra**

Pri modelovaní kostry bicykla sme vychádzali z tabuľky a vyššie uvedeného výkresu (obr. 4). Pri modelovaní sme dávali pozor, aby bola geometria správne nakreslená a aby prvky mali navzájom vhodné väzby. Je to preto, aby prípadné zmeny v geometrii bicykla boli jednoduchšie realizovateľné.

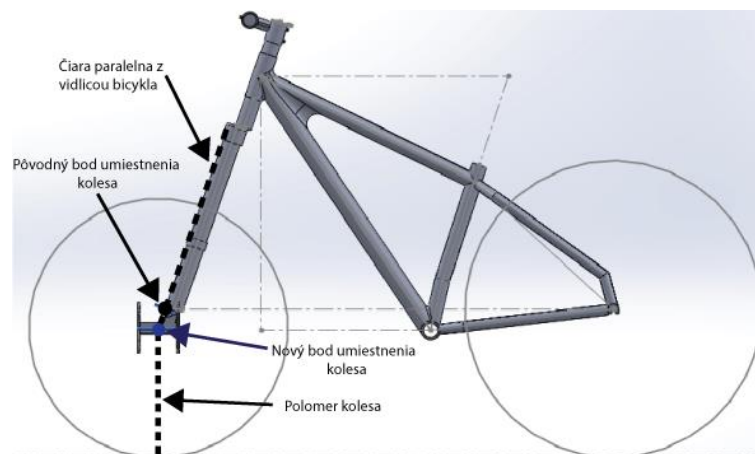
V prvom kroku sme prekreslili geometriu kostry bicykla do skice. Základnú geometriu uchopenia pre zadné koleso sme vytvorili pomocou 3D skice (Príloha C). Pomocou nástroja ťahanie po krivke sme vytvorili profil, z ktorého vznikol základný model kostry bicykla (obr. 5).



Obr. 5 Vymodelovaná kostra s vidlicou

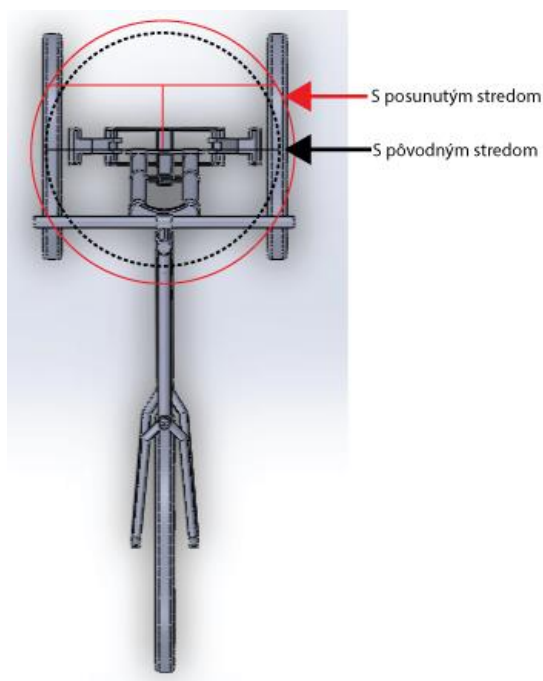
- **Adaptér predného zavesenia**

Prvým krokom návrhu predného zavesenia bolo určiť nový bod, v ktorom bude upevnené koleso (obr. 6). Pri tomto kroku sme sa snažili čo najviac zachovať pôvodnú geometriu bicykla tým, že stredy kolies predného zavesenia ležia na priamke paralelnej k vidlici, zjednotenej s pôvodným bodom pre upevnenie kolesa a vo výške polomeru kolesa.



Obr. 6 Bod upevnenia kolesa

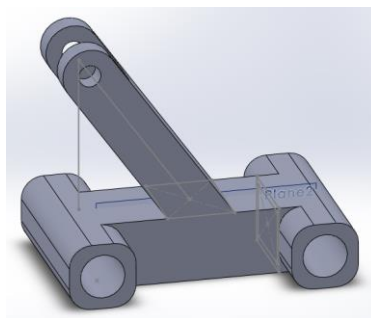
Posunutím tohto bodu dopredu by sme tiež získali viac miesta na ramená a zmenšili by sme tým rozmery uchopenia, ale zároveň by sa tak zväčšil polomer otačania, zhoršila by sa „manévrovateľnosť“ (obr. 7), viac by sa ničili pneumatiky a riadenie by bolo obťažnejšie (priestor na náklad , páka).



Obr. 7 Posunutie streda

- **Ramená predného zavesenia**

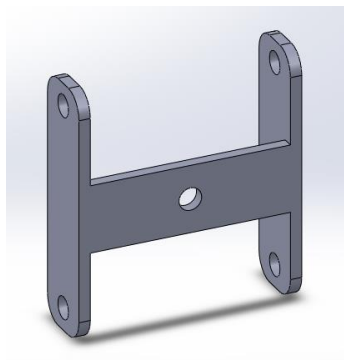
Ramená sme navrhli v dvoch konfiguráciách, horné a dolné rameno. Horné rameno je postavené na dolnom ramene s jedinou zmenou, a to pridaním úchopu na tlmič. Ramená sa mali skladať z 2 hranolov v strede s vysústruženou dierou pre klzné ložiská. Tieto dva profily budú spojené hranolom v strede (obr. 8).



Obr. 8 Finálny model vrchného ramena

- **Úchyty kolies a kolesá**

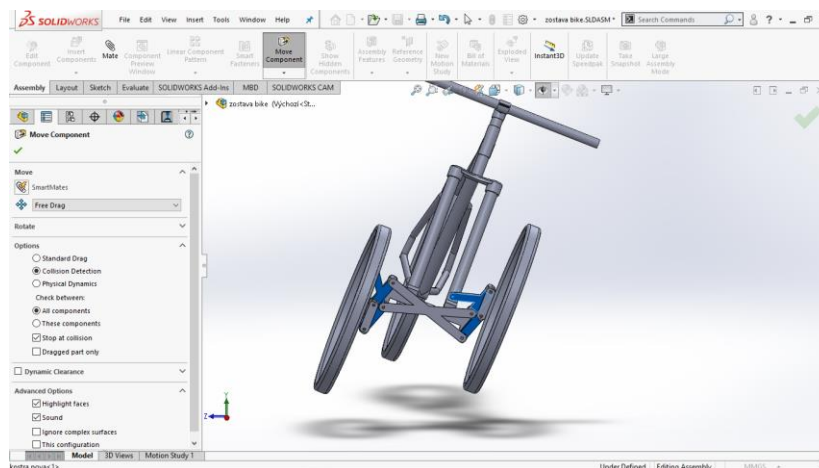
Na úchytoch kolies budú pomocou matíc pripevnené osky kolies. Tieto úchyty budú tiež prepájať horné a spodné rameno.



Obr. 9 Model úchopu kola

- **Vytvorenie zostavy**

Ako základ zostavy sme použili vymodelovanú kostru a vidlicu. Potom sme do zostavy vložili ramená, kolesá a úchyty kolies. Program SolidWorks nám umožnil otestovať nakláňanie bicykla a tým aj možné kolízie (obr.).



Obr. 10 Použitie nástroja move component

A tak sme vytvorili tabuľku, z ktorej môžeme zistiť dĺžku ramien, od ktorých závisel uhol naklonenia a aj celkovú hmotnosť bicykla (tab. 1).

Tab. 1 Tabuľka náklonu podľa parametrov

Uhol naklonenia				
Dĺžka ramena	V90	V120	V140	Diameter
180	31.81	36.34	37.15	620
150	28.53	31.89	33.13	560
130	26.01	28.97	30.6	520
100	21.63	23.92	24.75	460
70	16.39	17.96	18.5	400
50	12.34	12.6	X	360
* ramená sú rovnobežné				
* merané až po kolíziu				

Výslednú dĺžku ramien sme zvolili tak, aby sme maximalizovali uhol naklonenia, zároveň s čo najmenšími rozmermi a aby sme sa vyhli prípadu kolízie uchopenia tlmiča a kolesa, čo by znamenalo poškodenie konštrukcie.

2.2.3 Tvorba modelu 3D tlač

Model sme sa rozhodli vytvoriť preto, aby sme overili funkčnosť nášho mechanizmu v skutočnom svete pred tým, ako zrealizujeme náš návrh. Prvým krokom bolo určenie mierky, v ktorej sme zmenšili náš model. Rozhodli sme sa pre mierku 35:100.

Jednotlivé diely sme uložili vo formáte „3mf“ a vytlačili sme ich na 3D tlačiarňi (Príloha D).



Obr. 11 Model predného zavesenia druhého prototypu

Ramená sme pripevnili pomocou skrutiek. Ako ďalšie sme riešili kolesá pre bicykel. Rozhodli sme sa, aby sme čo najviac zachovali dojem že ide o model bicykla, kolesá vypliesť. Toto sme previedli tak že sme na vnútornej strane kolesa nechali diery pre drôt.

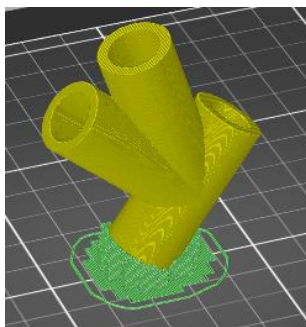


Obr. 12 Koleso modelu

Ďalším krokom bolo vytvorenie kostry. Vytvorili sme ju tak, že v Solidworkse sme navrhli spojky, ktorými sme spojili hliníkové tyče. Ako prvé sme si zohnali hliníkové tyče priemerov 8, 10 a 12 mm. Následne sme zmenili priemery profilov v modeli, aby po daní do mierky mali správny rozmer.

V ďalšom kroku sme súčiastky vkladali do slicera a pripravovali ich na 3D tlač. Dané súčiastky boli komplikovanejšie na tlač kôli ich tvarom a vyžadovali si supporty. Support

je podpera pre tlačenu súčiastku. Využíva sa vtedy, keď uhol na danej súčiastke presiahol maximálny uhol, ktorý je možné vytlačiť. Slicer si vie k danej súčiastke vygenerovať podpory sám, ale je ich možné pridať aj manuálne. Vhodným natáčaním súčiastky vieme minimalizovať podpory a tým aj skrátiť čas tlačenia. Čas tlačenia vieme skrátiť aj pridaním vlastných podpier namiesto toho, aby ich vygeneroval softvér. Vhodným natáčaním a vložením vlastných podpier sme výrazne skrátili čas tlačenia.



Obr. 13 Spojka v sliceri

Narezali sme tyče na potrebné dĺžky a následne vytlačené spojky a narezané tyče zlepiť pomocou dvojzložkového epoxidu. Po dokončení kostry sme celý výrobok poskladali.



Obr. 14 Hotový model

2.3 Realizácia podľa návrhu

2.3.1 Výroba ramien konštrukcie

- **Výroba ramien zvaraním**

Na začiatku sme sa rozhodli konštruovať ramená konštrukcie na uchytenie kolies zo štvorcovej ocelevej tyče a štvorhrannej rúrky s rozmermi 30 x 30 mm. Štvorhrannú rúrku sme si odrezali na požadovaný rozmer a potom sme do nej vysústružili otvor pre klzné ložiská a osku (obr. 15).



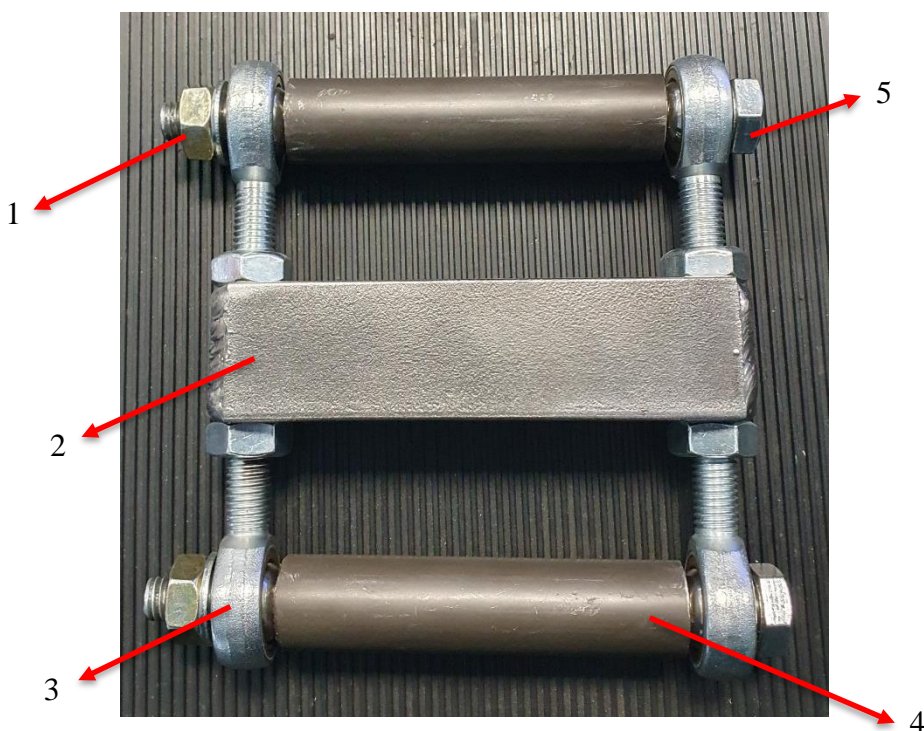
Obr. 15 Zvárané rameno

Po zvarení týchto komponentov sa nám vyskytol problém so súosovosťou týchto dvoch osiek, ktorý bol veľmi ťažko odstrániteľný. Tak sme začali hľadať iné riešenie prevedenia ramien na uchytenie kolies.

- **Výroba ramien pomocou guľových čapov**

Po pár dňoch premýšľania a radenia sa, ako by sme sa mohli vyhnúť problému nesúosovosti, sme sa dopracovali ku guľovým čapom. Navrhli sme prvé pokusné rameno. To sme skonštruovali, aby sme zistili ako to bude fungovať, alebo či bude dané rameno treba ešte nejako pozmeniť. Na dve predĺžené matice sme priečne navarili plochú oceľovú tyč. Na guľové čapy sme si naskrutkovali poistné matice, guľové čapy naskrutkovali do našej predĺženej matice (príloha) a zaistili poistnou maticou. Následne sme si odrezali osku kruhovej ocelevej rúrky s priemerom diery

10 mm a s vonkajším priemerom 20 mm. Nakoniec sme si prichytili osku medzi dva čapy skrutkou a dotiahli maticou s podložkou. Z oboch strán guľových čapov sme ešte pridalí gumové tesnenia pre lepšiu príľnavosť (obr. 16).



Obr. 16 Prvý model ramena s guľovými čapmi

1. matica M10
2. oceľová tyč plochá
3. guľový čap
4. oska
5. skrutka M10

Po skonštruovaní tohto prvého ramena sme zistili, že potrebujeme aby bolo dlhšie a užšie. Dlhšie kvôli zväčšeniu vzdialenosti kolies od vidlice bicykla a užšie kvôli zníženiu váhy.

Preto sme náš ďalší model ramena skonštruovali užší a dlhší a pri tomto návrhu sme aj zostali (obr. 17). Konštruovali sme ho tak, že ako prvé sme si vyrobili predĺženú maticu. Dve dlhšie matice sme privarili k sebe a následne zbrúsili zvar aby sa na povrch matice dala privariť plochá oceľová tyč.

Potom sme už len naskrutkovali guľové čapy, zaistili ich poistnou skrutkou a nasunuli na čapy osky.



Obr. 17 Druhý model ramena s guľovými čapmi

2.3.2 Výroba stredovej časti

Ako ďalšiu časť sme konštruovali stredovú časť, na ktorú sa upínajú ramená a vidlica bicykla. Návrhov na túto časť sme mali viacero no zhodli sme sa jednom. Na túto časť sme použili štvorhrannú rúrku, plochú oceľovú tyč a osky z ramien. Ako prvé sme si odrezali plochú oceľovú tyč na danú vzdialenosť a na jej konce sme navarili osky z ramien. Následne sme si odrezali štvorhrannú rúrku a navarili ju na stred oceľového prútu (obr. 18).



Obr. 18 Stredová časť

2.3.3 Výroba časti na uchytenie kolies

Po skonštruovaní tejto časti sme sa pustili do vyrábania ďalšej časti a to bola časť na ktorú sa budú upevňovať kolesá. Túto časť sme poskladali z plochej ocelevej tyče a osky z ramena. Odrezali sme si plochú oceľovú tyč na danú vzdialenosť, privarili sme ju na osky a na koniec sme vyvrtali dieru do stredu plochej ocelevej tyče o priemere 12 mm pre uchytenie kolesa (obr. 19).



Obr. 19 Časť na uchytenie kolies

2.3.4 Výroba časti na uchytenie tlmiča

Ako ďalšie sme vyrobili uchytenie pre tlmič. Toto uchytenie sme vyrobili z plochej ocelevej tyče. Tú sme si na jednom konci zarezali do 45 stupňového uhla a druhú stranu sme si zaoblili na priemer kružnice 30 mm. Potom sme si namerali potrebnú vzdialenosť a vyvrtali dieru o priemere 10 mm pre uchytenie tlmiča. Úchyty sme navarili tieto na vrchné ramená (obr. 20).



Obr. 20 Pozvárané úchyty na tlmič

2.3.5 Montáž prednej nápravy

Montáž prednej nápravy sme realizovali pomocou skrutkových spojov (príloha). Ako prvé sme poskladali ramená, kde sme použili skrutky a matice M10. Guľové čapy sme naskrutkovali do predĺžených matic a následne sme už len skrutkou uchytili osky. Ako druhé sme ramená prichytili na stredovú časť skrutkami a maticami M10. Potom sme uchytili tlmič na úchyty skrutkou a maticou M10. Nakoniec sme pripevnili kolesá k náprave skrutkami a maticami M12 (obr. 22).



Obr. 22 Poskladaný mechanizmus aj s kolesami

3 Zhrnutie

Cieľom našej práce bolo spraviť upgrade bicykla. To znamená navrhnuť a skonštruovať prednú nápravu na bicykel, ktorá by zabezpečila pohodlnejšiu jazdu na bicykli aj na nerovnom povrchu. V našej práci sme sa venovali návrhu a výrobe modelu, ktorý bol východiskom ku samotnej výrobe prednej nápravy bicykla.

V prvej časti práce sme sa venovali teoretickým vedomostiam a poznatkom, ktoré by nám pomohli pri realizácii daného cieľa. Zamerali sme sa hlavne na 3D modelovanie a 3D tlač, i na zváranie.

V druhej časti popisujeme už samotnú realizáciu modelu bicykla. Postupne sme popísali postup vytvárania jednotlivých dielov, ako sme navrhli a vymodelovali ramená konštrukcie, stredovú časť konštrukcie, časti na uchytenie kolies a tlmiča. Potom sme všetky vytlačené diely pospájali. Pri modelovaní sme robili aj simuláciu naklápania kolies, aby neboli v kolízii s konštrukciou. Takto vytvorený model bol predpokladom na výrobu upgrade bicykla.

Pri realizácii našej práce sme sa stretli s rôznymi problémami. Naším najväčším problémom bolo navrhnuť a skonštruovať ramená, ktoré idú zo stredovej časti ku kolesám. Prvý problém sa vyskytol hneď pri skonštruovaní prvého ramena, kde sme zistili, že pri tomto návrhu máme problém s nesúosovosťou. Tá išla veľmi ťažko odstrániť. Takže sme navrhli druhý typ ramena, kde sme zakomponovali guľové čapy. Nimi sme zabezpečili to, že ak by sa nám tam vyskytla nesúosovosť, tak nám to až tak neprekáža. Následne sme už len tento návrh tohto ramena trochu pozmenili kvôli zníženiu hmotnosti a predĺženiu daného ramena a náš problém s ramenami bol vyriešený. A tak sa nám podarilo splniť náš cieľ a výsledkom je upgrade bicykla, ktorý sa dá využiť v praxi.

4 Zoznam použitej literatúry

- [1] <https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation> [Október 2022]
- [2] <https://www.technia.com/blog/what-is-solidworks/> [November 2022]
- [3] <https://www.sculpteo.com/en/glossary/3d-modeling-definition/> [December 2022]
- [4] <https://www.techtarget.com/whatis/definition/3D-model> [Október 2022]
- [5] <https://andesignlab.com/what-is-cad-modelling/> [September 2022]
- [6] <https://www.designworldonline.com/what-is-parametric-modeling/> [Október 2022]
- [7] Pagáč M. *Učebnica SOLIDWORKS*. Vydavateľství nová média. ISBN 978-80-270-0918-3.
- [8] https://www.google.com/search?q=addbike&sxsrf=AJOqlzXTC7AhG9wyCsggxekHKF2_EBOqPg:1673193185091&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiF7r-rqrj8AhW3iv0HHeuXAEIQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=663&dpr=1#imgsrc=MxAw5jzw4FPeVM [Október 2022]
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=c3a0sSPOhb0&list=PLoDwK5judpbwpD6Jnm3hDrmMObsWYEEKsJ&index=8> [Október 2022]
- [10] <https://www.cyclision.com/sk/mk-2/hardtail/corph/corph-1> [Október 2022]
- [11] KREIBICH V. a kol., 1988. *Strojárska technológia IV*. Nakladateľstvo technickej a ekonomickej literatúry. Praha. ISBN 80-05-00390-0

5 Prílohy

Príloha A – Kolesá z vozíka

Príloha B – Adaptér predného zavesenia

Príloha C – Základná skica

Príloha D – 3D skica

Príloha E - Vytvorenie spojok

Príloha F – Výroba predĺženej matice

Príloha G – Predná náprava

Príloha H – Ekonomické zhodnotenie

Príloha I – Hotový výrobok

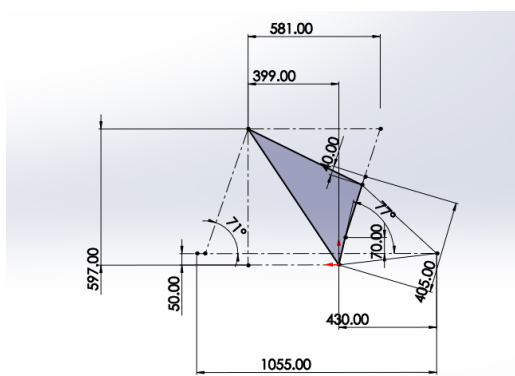
Príloha A – Kolesá z vozíka



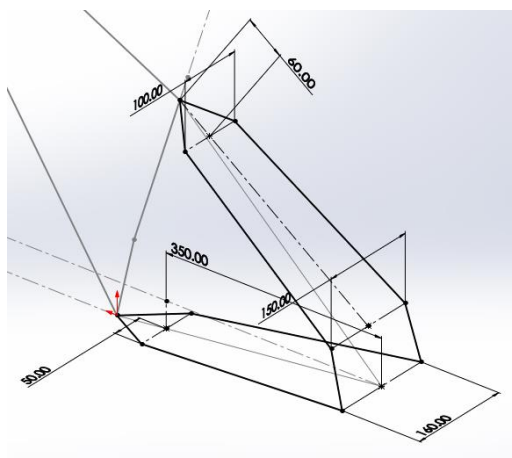
Príloha B – Adaptér predného zavesenia



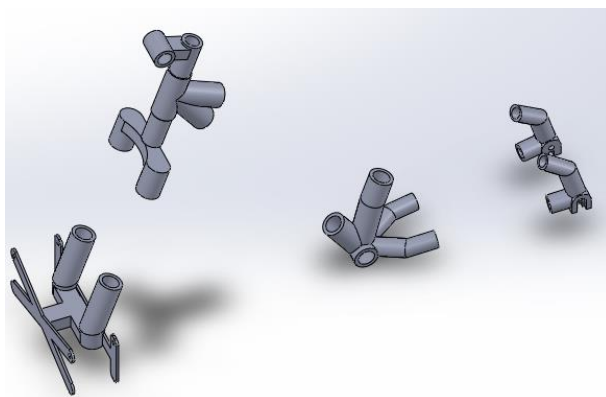
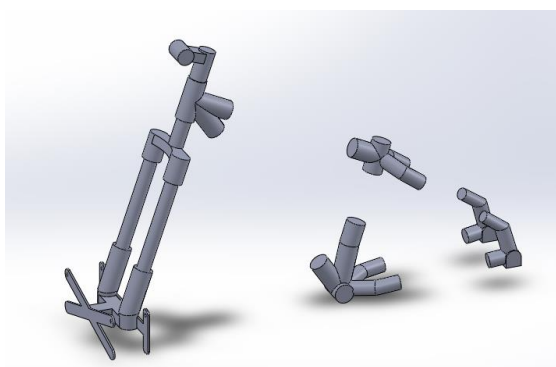
Príloha C – Základná skica



Príloha D – 3D skica



Príloha E - Vytvorenie spojok



Príloha F – Výroba predĺženej matice



Príloha G – Predná náprava



Príloha H – Ekonomické zhodnotenie

Finančné náklady	
Kolesá	30 €
Tlmič	15 €
Oceľový materiál	50 €
Guľové čapy	65 €
Skrutky a matice	8 €
Náklady na zváranie	8 €
Bicykel	100 €
Naše výrobné náklady dokopy	276 €
Cena tohto bicykla v obchode	700-1000 €

Príloha I – Hotový výrobok

