

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu

Mnoheľova 828, 05846 Poprad

VLASTNÝ PROJEKT

č. odboru: 2387 M

Mechatronika

Mechatronika snežného pásového vozidla

2022
Poprad

riešitelia
Meno hlavného riešiteľa
Jakub Drzewiecký

Ročník štúdia: štvrtý

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu

Mnoheľova 828, 05846 Poprad

VLASTNÝ PROJEKT

č. odboru: 2387 M

Mechatronika

Mechatronika snežného pásového vozidla

2022
Poprad

riešitelia
Meno hlavného riešiteľa
Jakub Drzewiecký

Ročník štúdia: **štvrtý**
školiť
Ing. Milan Hanzeli

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že celú prácu stredoškolskej odbornej činnosti na tému „Mechatronika snežného pásového vozidla“ som vypracoval samostatne, s použitím uvedenej literatúry.

Vyhlasujem, že danú prácu som neprihlásil a neprezentoval v žiadnej inej súťaži, ktorá je schválená Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR.

Som si vedomý zákonných dôsledkov, ak v nej uvedené údaje nie sú pravdivé.

Poprad, 22. apríl 2022

.....
vlastnoručný podpis

Obsah

Úvod	5
1 Teoretická časť	6
1.1 Snežné pásové vozidlo	6
1.2 Pohon a príslušenstvo	7
1.2.1 Pohonný hydraulický systém	7
1.2.2 Pracovný hydraulický systém	7
1.2.3 Pohybový ovládací systém	7
1.2.4 Nástrojový ovládací systém	8
1.2.5 Radlica	9
1.2.6 Zadná fréza	9
1.2.7 Navijak	11
1.2.8 Nastavenie výšky podvozku	11
1.2.9 Napínanie pásov	11
2 Ciele práce	12
3 Materiál a metodika	13
3.1 Autodesk Fusion 360	13
3.2 Prusa Slicer	13
3.3 3D tlačiareň	14
3.4 Model	14
3.5 Osvetlenie	16
4 Výsledky práce a diskusia	17
5 Závery práce	18
Zoznam použitej literatúry	19

Úvod

Popri rozvoji lyžiarskych stredísk prišla myšlienka zostrojiť vozidlo, ktoré by umožňovalo úpravu zjazdových tratí, a tak sa započal ich vývoj až do podoby ako ich poznáme dnes. Tieto vozidlá ma od malička nesmierne fascinovali a mal som tú možnosť prakticky pri nich vyrastať, keďže môj otec pracoval a aj pracuje s nimi. Od malička som chcel vlastniť takýto model snežného pásového vozidla, a keď prišla príležitosť tak som spojil príjemne s užitočným a rozhodol som sa postaviť jej funkčný model. Ako predlohu som si vybral Prinoth Leitwolf 2021, pretože je to momentálne najlepšie snežné pásové vozidlo na trhu.

V prvej časti ročníkového projektu sme definovali, čo je snežné pásové vozidlo, na čo sa využíva. Zamerali sme na históriu, vývoj, konštrukciu a ovládanie samotného stroja.

V druhej časti sme si zadefinovali cieľ nášho projektu – zostrojenie funkčného modelu snežného pásového vozidla. Podrobne sme popísali postup pri zhotovovaní modelu, aké súčiastky sme použili, s akými problémami pri zostavení sme sa stretli a ako sme ich riešili. Využili sme grafické programy a konvertačný program.

V praktickej časti bol vytvorený funkčný model snežného pásového vozidla značky Prinoth Leitwolf, ktorý verne kopíruje pohyby radlice skutočného snežného pásového vozidla značky Prinoth Leitwolf

1 Teoretická časť

Klasické kolesové podvozky aj pri použití terénnych pneumatík nedokážu zaručiť pri preprave nákladov alebo ľudí priechodnosť vozidla v zasnežených terénoch. Keďže kolesá vytvárajú veľký merný tlak na povrch, tak pri povrchu akým je sneh, sa vozidlo zaborí a uviazne. Snežné pásové vozidlá boli vyvinuté na pohyb po snehu a úpravu terénu. Pásový podvozok rozloží váhu vozidla na väčšiu plochu, čím sa zníži tlak na povrch a pohyb po snehu je jednoduchší.

1.1 Snežné pásové vozidlo

Snežné pásové vozidlo je horské pásové vozidlo, ktoré sa využíva predovšetkým na úpravu lyžiarskych tratí ako sú zjazdovky alebo dráhy pre bežecké lyžovanie, ale aj na dopravu a prepravu tovarov a osôb v snehu.

Snežná rolba je založená na konštrukcii podvozku prispôbenej na prácu v drsných zimných podmienkach. Stroj je skonštruovaný tak, aby mal čo najlepšiu stabilitu na svahu a dostatočný výkon na upravenie zjazdovej trate. Snežné pásové vozidlo je vybavené systémom ochrany proti prevráteniu (ROPS), ktorý zabezpečí, že pri prevrátení stroja sa kabína nezmliaždi a vodič ostáva chránený. Podvozok snežnej rolby je vybavený dvoma širokými pásmi. Každý z pásov je vybavený hliníkovými alebo oceľovými dutými lištami, ktoré majú dve rôzne dĺžky. Takéto široké pásy poskytujú stabilitu stroja na strmom svahu. Hydraulický navijak pomáha snežnému pásovému vozidlu pri jazde v prudkom svahu. Radlica a fréza sú nevyhnutnými pracovnými komponentami stroja. Radlica slúži na zarovnanie snehovej pokrívky, prenos snehu po svahu a taktiež na prenos rôznych vecí ako je napríklad prepravný kôš alebo mobilné snežné delo. Fréza slúži na finálne dokončenie upravovaného povrchu. Sú zameniteľné za naberačku a snehovú frézu.



Obrázok č.1 Model snežného pásového vozidla

1.2 Pohon a príslušenstvo

1.2.1 Pohonný hydraulický systém

Skladá sa z dvoch hydraulických čerpadiel, ktoré každé napája samostatne jeden pás, výkon im dodáva dieselový agregát od spoločnosti Mercedes o objeme 12,8 litra, výkone 530 konských síl pri 1600 ot./min. a krútiacom momente 2600 Nm pri 1300 ot./min. Dieselový agregát a dva hydraulické agregáty sú spojené pomocou prevodovky, ktorá je sprevodovaná do rýchla v pomere 1:1,25.

Hydraulické agregáty pracujú v otáčkach od 0 – 1500 ot./min. V maximálnych otáčkach sú schopné vyvinúť tlak až 490 bar. a prečerpajú až 262,5 litrov hydraulickej kvapaliny za minútu. Pracovné otáčky sú od 0 – 1500 ot./min. a tlak je 0 – 450 bar. Pohonný hydraulický systém je zabezpečený vysokotlakovými ventilmi, ktoré pri presiahnutí tlaku 490 bar. sa otvoria a vypustia hydraulickú kvapalinu späť do hydraulickej nádrže. Pojazd je potom zabezpečený dvoma piestovými čerpadlami, každým na jednej strane.

1.2.2 Pracovný hydraulický systém

Je napájaný z naftového agregátu s tým rozdielom, že je použité už iba jedno hydraulické čerpadlo, ktoré zabezpečuje pohyb radlice, frézy, zdvih podvozku a napínanie pásov. Čo sa týka prevádzky má tie isté parametre otáčok, prietoku za minútu s tým rozdielom, že maximálny tlak v systéme dosahuje len 250 bar. Pokiaľ sa tento tlak prekročí, tak sa otvorí pretlakový ventil a hydraulická kvapalina sa vypustí späť do hydraulickej nádrže. V prípade verzie ratraku s navíjacím zariadením je pridaný ešte jeden hydraulický agregát.

1.2.3 Pohybový ovládací systém

Snežné pásové vozidlo sa ovláda z kabíny, ktorá je umiestnená v prednej časti vozidla. Pohyb stroja vpred, vzad, doprava, doľava vodič ovláda pomocou dvoch páčok a jedného pedálu, ktorý funguje ako plyn a zároveň aj brzda. Keď je pedál stláčaný funguje ako plyn, a keď je púšťaný funguje ako brzda. Pomocou páčok je potom ovládaný smer jazdy. Každá z páčok ovláda jeden pás a reguluje na ňom rýchlosť jeho otáčania a smer, do ktorého sa bude otáčať. Obecná regulácia rýchlosti sa neodporúča vykonávať

pomocou páčok. Páčky zabezpečujú oproti volantú lepšiu ovládateľnosť tým, že každý pás sa dá ovládať úplne samostatne.

1.2.4 Nástrojový ovládací systém

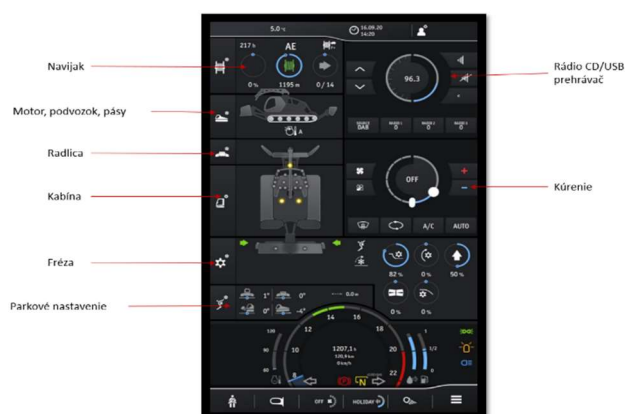
Je ovládaný pomocou multifunkčného joysticka, dotykovej obrazovky a tlačidiel. Ovláda všetkých 12 pohybov radlice, medzi ktoré napríklad patrí jej zdvih alebo naklápanie do strán, drvivá väčšina funkcií zadnej frézy ako napríklad jej prítlak na upravovaný povrch alebo vytočenie do strán, vypnutie stieračov, potenciometer slúžiaci na regulovanie otáčok motora a v prípade stroja s navijacím zariadením sa z joysticka nastavuje jeho ťažná sila.



Obrázok č.2 Ovládacia časť stroja



Obrázok č.3 Multifunkčný Joystick



Obrázok č.4 12" Dotykový display

1.2.5 Radlica

Radlica slúži na zarovnanie snehovej pokrievky, prenos snehu po svahu a taktiež na prenos rôznych vecí ako je napríklad prepravný kôš alebo mobilné snežné delo. Skladá sa zo stredovej radlice a dvoch bočných uší, jeden na každej strane. Uši slúžia na presnejšie uloženie snehu do roviny a udržiujú nahrnutý sneh v radlici pri jeho preprave po svahu. Je uchytená na prednom závесе pomocou háku a dvoch šrúb, tento systém umožňuje to, že sa dá rýchlo odobrať a je možné za ňu nasadiť iný nástroj ako napríklad snehovú frézu alebo radlicu, ktorá sa využíva na stavbu snehových rámp. Tá sa odlišuje od normálnej radlice tým, že má druhý rad zubov, ktoré sú otočené do opačnej strany a úchyty na bočné čepele. Tieto dve vylepšenia umožňujú lepšiu prácu so snehom pri budovaní snehových rámp.

1.2.6 Zadná fréza

Fréza slúži na finálne dokončenie upravovaného povrchu. Frézu tvoria dva veľké valce ktoré na svojom povrchu majú navarené oceľové zuby, v praxi sa volajú frérovacie šneky. Tie sú schopné vyvinúť rýchlosť až 1800 ot./min. do oboch strán. Sú prepojené malým hriadeľom v strede, takže nedokážu pracovať samostatne a slúžia na rozdrvenie, skyprenie a podľa potreby zhutnenie snehovej pokrievky. Zadná fréza sa ďalej skladá zo zadného gumového finišera a dvoch gumových bočných finišerov, ktoré sa dajú podľa potreby zdvihnúť alebo spustiť na zem. Všetky finišeri slúžia na vytvorenie tzv. menčestru na zjazdovke. Pre čo najlepšie dosiahnutie úpravy povrchu zjazdovej trate má fréza niekoľko nastavení. Medzi tieto nastavenia patrí:

1. Zahĺbenie frérovacích šnekov umožňuje lepšie premletie snehu, ale zároveň nechtiac sa podvihujú začiatky finišerov, a to spôsobuje že sneh sa pod ne môže zle ukladať a vzniká nedokonale upravený povrch, ktorý môže byť pre lyžiara z časti nebezpečný.
2. Nastavenie prítlačnej sily frézy na povrch upravovaného svahu. Táto funkcia slúži na prispôbienie sa aktuálnym snehovým podmienkam, aby bol dosiahnutý optimálny výsledok úpravy zjazdovej trate (znamená to, že zjazdová trať je bez optických kazov ako sú seký od pásov snežného pásového vozidla, stopy od radlice, fľaky na menčestri).

- **Tvrдый až zľadovateli povrch – vysoký prítlak:**

Fréza pôsobí na povrch zjazdovky väčšou váhou než sama váži.

- **Priemerne zmrznutý povrch – plávajúca poloha:**

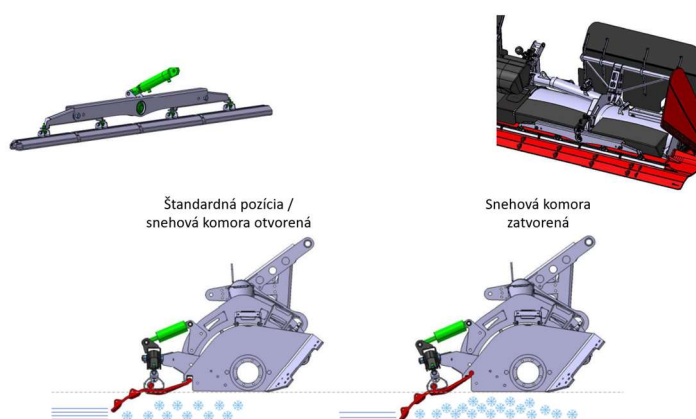
Fréza pôsobí na povrch iba svojou hmotnosťou.

- **Mäkký a prachový sneh - nad tlak:**

Fréza je nadľahčovaná pomocou hydraulického systému, pôsobí na povrch zjazdovky menšinou váhou než sama váži.

Každý z týchto troch režimov sa dá následne regulovať od 0-100%.

3. Nastavenie rýchlosti a smeru otáčok a frézovacích šnekov. Touto funkciou sa tiež fréza prispôsobuje rôznym snehovým podmienkam. Pri normálnej práci sa otáčajú v smere jazdy stroja. Protismerné otáčky sa používa pri veľmi tvrdom snehovom podklade. V praxi sa využíva rýchlosť frézovacích šnekov od 70 až po 100%.



Obrázok č.5 Fréza

1.2.7 Navijak

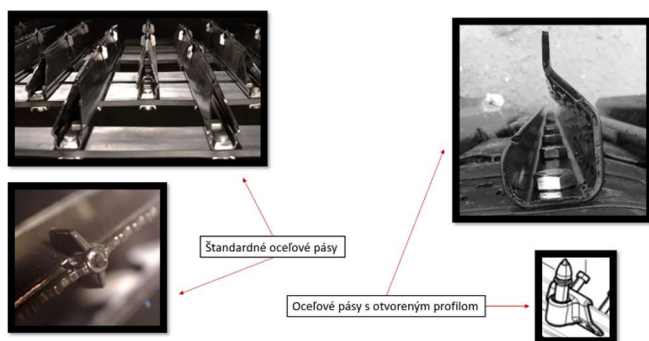
Pomáha snežnému pásovému vozidlu v jazde po strmom svahu. Navijak funguje tak, že neustále vyvíja pracovný ťah od 800 po 4500kg. Navijak môže pracovať v automatickom alebo manuálnom režime. V automatickom režime si navijak reguluje sám ťah, pričom údaje berie z tlaku v pojazdovom systéme a snímačov otáčok roziet, čo zabezpečí to, že pokiaľ sa stroju začnú pásy v strmom kopci prešmykovať, tak navijak neuberie ťažnú silu, ale naopak pridá a zabráni šmyku stroja. V manuálnom režime si vodič sám volí akou ťažnou silou bude navijak pôsobiť a jeho ovládanie je citlivejšie.

1.2.8 Nastavenie výšky podvozku

Používa sa najčastejšie pri prudšom otáčaní alebo otáčaní na mieste, pri dvihnutom podvozku sa zmenší styčná plocha pásov s podložkou a stroj sa podstatne ľahšie otáča. Dvihnutie prednej časti podvozku vytvorí nábeh pásu ako pri tanku, čo pomáha pri brodní hlbokým snehom.

1.2.9 Napínanie pásov

Každý pás ma svoje individuálne dopínanie. Pásky sú napínané počas celej prevádzky vozidla pomocou dvoch hydraulických valcov.



Obrázok č.6 Pásky na zimu



Obrázok č.7 Celosezónne pásy

2 Ciele práce

Cieľom môjho ročníkového projektu je postaviť model snežného pásového vozidla, zamerať sa na pohyb modelu a funkcie radlice.

Zamerať sa na druhy pohonov, ktoré sa využívajú na pohyb vybraného typu pásového vozidla a oboznámiť vás s jeho mechatronickou časťou. Zamerali sme sa na hydraulický systém a jeho ovládanie, tiež sme hľadali príčinu prečo sa práve hydraulický systém používa ako hlavná a pracovná jednotka.

Oboznámime vás s jednotlivými časťami snežného pásového vozidla, jeho výhodami a nevýhodami, s možnými náhradami za iné pracovné alebo pohonné jednotky. Svoju pozornosť sme tiež upriamili na hľadanie možných alternatív ako vylepšiť ovládací a pohonný systém snežného pásového vozidla

3 Materiál a metodika

Cieľom našej práce bolo zmechatronizovať model snežného pásového vozidla značky Bruder – snežný ratrak Leitwolf vyrobený v mierke 1:16. Tento model sme využili vďaka jeho mierke, širokej škále funkcií a kvalitným spracovaním.

Pri mechatronizovaní modelu sme použili 3D modelovací program Autodesk Fusion 360 v študentskej verzii. Modely vymodelované v programe, sme následne uložili vo formáte stl, aby bolo možné súbor nahráť do programu, ktorý následne vytvoril g-code. Keďže model nebol pripravený na zmechatronizovanie, museli sme využiť 3D tlačiarne na výrobu potrebných súčiastok k zostaveniu funkčného modelu. Na pohyb prídavného náradia a jeho pohybu snežného pásového vozidla boli použité servomotory a elektromotory.

3.1 Autodesk Fusion 360

Autodesk Fusion 360 je cloudová platforma pre 3D modelovanie, CAD, CAM a PCB určená na navrhovanie a výrobu produktov. Produkty môžeme navrhovať a projektovať tak, ako chceme prezentovať estetiku, formu, lícovanie a funkciu. Pomocou nástrojov pre simulácie a generatívne návrhy obmedzíme vplyv zmien v návrhoch, projektoch a PCB. Existujúce prvky alebo príslušenstvo modelu môžeme upravovať priamo pomocou jediného skutočne integrovaného softvérového nástroja CAD/CAM.

3.2 Prusa Slicer

Program Prusa slicer sme používali na nastavenie tlače a vytvorenie g-codu. V tomto programe sme si nastavili teplotu trysky, tá závisela od daného typu materiálu. Keďže sme používali PLA plast, trysku sme si nastavili na teplotu 200°C - 215. V tomto programe si vieme nastaviť prakticky všetko, čo potrebujeme, aby tlač bola perfektná. Od úplne základných nastavení ako je teplota trysky pri tlačení, cez výšku vrstvy, rýchlosť tlače, teplotu vyhrievanej podložky, pokiaľ ju má tlačiareň vo výbave, umiestnenie podpier, veľkosť výplne až po počet extruderov. Následne si viete celú tlač prehrať. Tam vidíme kedy a čo budeme tlačiť, čas tlačenia a dĺžku filamentu, ktorá sa spotrebuje na tlač danej súčiastky.

3.3 3D tlačiareň

Na výrobu súčiastok sme použili 3D tlačiarne. Tento spôsob výroby súčiastok nám ušetril veľmi veľa času. Zároveň sme sa oboznámili s ďalším spôsobom výroby súčiastok. Výroba súčiastok pomocou 3D tlače je časovo úspornejšia, keďže súčiastku tlačí 3D tlačiareň, Počas tlače sme vytvorili v programe ďalšie súčiastky alebo sme mohli pracovať na niečom inom.

3.4 Model

Model snežného pásového vozidla značky Bruder v mierke 1:16 bol základom našej práce vlastného projektu. Po zistení jednotlivých rozmerov modelu, sme začali pracovať na jednotlivých dieloch v modelovacom programe. Zakúpili sme 5 servomotorov a 3 elektromotory na 12V. Prvou súčiastkou malé vahadlo na podvozok. Celkovo sú na modeli štyri, dve veľké a dve malé vahadla, ktoré slúžia na rovnomerné rozloženie hmotnosti vozidla. V prípade modelu to nebolo až také nutné, ale snažili sme ho urobiť čo najviac realisticky. Bolo vytvorených viacero variant a bohužiaľ aj nepodarkov kvôli nie až tak dokonalkej tlačiarňi. Po niekoľkých pokusoch a omyloch sa nám podarilo vytvoriť vahadlo požadovaného vzhľadu a rozmerov. Neskôr sa prispôbil model malého vahadla na veľké vahadlo.

Ďalšou súčiastkou na tlačenie boli kolíky, ktoré mali držať kolesá. S ich navrhnutím nebol až taký veľký problém, tlač tiež prebehla v poriadku bez väčších komplikácií. Keďže nebola perfektná, z toho dôvodu kolíky rozmerovo nesedeli do predvrtaných dierok na kolesách a vahadlách. Jednotlivé kolíky bolo nutné z tohto dôvodu obrúsiť. Na ich obrúsenie som použil sústruh. Kolík som upol do skľučovadla, nastavil cca 800 ot/min. a pomocou šmirgel-papiera o drsnosti 800 som obrúsil kolík na požadovaný priemer. Týmto spôsobom som obrúsil všetkých 8 kolíkov. Následne som zložil celé vahadla. Keďže rám podvozku mal tvar H, tak sme museli vytlačiť výplne, ktoré zosilnili miesta, v ktorých mali byť uložené vahadlá. Na modeli boli už znázornené stredy dierok kde majú byť umiestnené vahadla. Pomocou stojanovej vrtáčky, dvoch vrtákov, výstružníka a dreveného prípravku, ktorý slúžil na opretie modelu, sme navrtali štyri diery požadovaných rozmerov. Následne sme vytlačili plastové podložky s malou dierkou uprostred, ktoré držali vahadla na svojom mieste a podložky s vahadlami sme spojili pomocou samo reznej šruby M2.

Po dokončení nosnej časti podvozku sme sa pustili do návrhu pohonnej časti. V pláne bolo vytlačiť jednoduché puzdro, v ktorom bude uložený elektromotor a bude priamo cez svoju osku spojený s rozetou. Oska elektromotora by nemusela vydržať krútiaci moment, museli sme vytvoriť novú osku. Puzdra motorov sme posunuli viac ku stredu modelu a vytvorili sme novú osku a puzdro pre ňu. Jednotlivé puzdrá sme prepojili skrutkami a maticami M3. Os mala v strede drážku, do ktorej sa nalisovala oska z elektromotora. Následne sa rozeta nalepila na vytvorenú osku pomocou sekundového lepidla.

Na pohyb radlice bolo použitých šesť servomotorov, z toho päť so 180o rotáciou a jeden s 360o rotáciou. Motor s 360o rotáciou je použitý na vytáčanie radlice doprava a doľava. Je umiestnený v strede podvozku vozidla. Na servo je pripevnený polkruh s tromi dierkami. Jedna dierka je na spojenie polkruhu so servom a ďalšie dve slúžia na spojenie s radlicou. Funguje to tak že, na radlici sú dve úložné ložiská, ktoré sú cez závit našraubované na kovové valce. Na obidvoch valcoch sú diery, cez ktoré je prevlečené nylonové lanko a upevnené závitovým červíkom. Lanko je následne vedené cez dutú nerezovú tyčku, ktorá zároveň s hliníkovým valcom verne imituje hydraulický valec. Nerezová tyčka sa pripevní pomocou guľového ložiska vyrobeného na 3D tlačiarňi k plastovému rámu držiaka radlice. V ňom je vyvrtaná dierka, cez ktorú prechádza nylonové lanko, následne vchádza do bužírky, ktorá ho dovedie popod podvozok až ku polkruhu, kde sa upevní uzlíkom. Vo výsledku to funguje tak, že tým ako sa servomotor otáča, jedna strana je priťahovaná a druhá je zatláčaná a naopak.

Druhé 180o servo slúži na zdvih radlice. Pôvodne sme chceli použiť závitovú tyč, ktorá bude uchytená v plastovom valci s kovovou maticou na začiatku. Prototyp sme skonštruovali, ale nefungoval podľa našich predstáv. Zdvih bol pomalý a sila nedostatočná. Preto sme sa rozhodli použiť servo. Inšpirovali sme sa systémom zdvihu pri modeloch snežných roľb od firmy Pistenking. Systém funguje na princípe tiahla. Na dne podvozku máme prilepenú podložku s dierkami, na nej je cez druhú podložku pripevnené servo. Všetky servá na modeli, okrem serv na ovládanie uší, sú urobené tak, že v prípade potreby sa dajú odobrať. Na servo je pripevnená plastová páčka, na ktorej si môžete nastaviť veľkosť páky. Keďže potrebujeme čo najväčšiu silu, použili sme prvú dierku oddola. Vedľa toho sme vytvorili pákový mechanizmus. Skladá sa z jednej veľkej tyče, ktorá je umiestnená dole a slúži ako rotačná os a je umiestnená v dvoch držiakoch.

Na vrchole je použitá menšia kovová tyčka, ktorá slúži na prepojenie serva s imitáciou hydraulických piestov na radlici. Servo s pákovým mechanizmom je prepojené pomocou plastovej spojky a úložného ložiska cez malú závitovú tyč. Nerezové piesty na zdvih radlice majú na obidvoch stranách vyrezaný závit. Kratší závit slúži na spojenie so spojkami, ktoré sú umiestnené na kratšej tyčke pákového mechanizmu. Dlhší závit slúži na spojenie plastových valcov, ktoré sú pripojené k rámu na zdvíhanie radlice. Pohon zdvihu cez servo je rýchlejší, presnejší na ovládanie a má väčšiu silu.

Tretie 180o servo je použité na nakláňanie radlice. Je uložené hneď pred servom na vytáčanie radlice. Mechanizmus je veľmi jednoduchý. Na výstupnom bode servomotoru je prilepená oska s križovou drážkou, do ktorej je zasunutá kovová tyč, ktorá má na konci pomocou kotúčovej brúsky vyrezaný križ, aby zasadla do osky. Tá sa tiahne až na začiatok podvozku, kde je napojená pomocou vyrezaného križa ku kardanu z lega. Ten prepája druhú tyč, ktorá má na jednej strane vyrezaný križ, tyč je umiestnená v strede rámu na zdvih radlice. Na konci tyče je privarený plech v tvare U, v ktorom je obdĺžnik s tromi dierami, dve diery sú naboku a dovoľujú sa radlici naklápať dopredu a dozadu. Jedna diera, ktorá vedie zhora dole naprieč celým obdĺžnikom dovoľuje radlici sa vytáčať do strán. V týchto dierach sú vložené šruby M2.

Celý model ovládame pomocou 14 kanálového ovládača Carson Reflex Stick Multi PRO 14k, 2,4Gz, ktorého prijímač sme umiestnili do korby modelu.

3.5 Osvetlenie

Na svetlá modelu sme použili 12 bielych letiek o priemere 6mm, 2 červené letky o priemere 6mm a 2 žlté letky slúžiace ako majáky v priemere 10mm. Biele a červené letky sú zapojené v sérii a na každú zvlášť je prispájkovaný mikros pájkou rezistor. 2 veľké žlté letky sa spúšťajú tlačidlom zvlášť, a tiež je na nich naspájkovaný rezistor. Tie sú naprogramované tak, aby blikali. Ako riadiacu jednotku pre blikanie majákov sme použili riadiacu jednotku arduino UNO.

4 Výsledky práce a diskusia

Výsledkom našej práce je model snežnej pásovej rolby v mierke 1:16 s plne funkčným ovládaním radlice, pohybom bez možnosti regulácie rýchlosti a osvetlením. Na začiatku sme mali návrh, kde by pohyby radlice boli zabezpečované 4 servomotormi o napätí 6V a jeden elektromotor o napätí 12V, ktorý by otáčal trubku, na ktorej je na začiatku umiestnená skrutka, ktorá sa pri rotácii bude pohybovať závitovou tyčou upnutou o zdvíhací mechanizmus radlice. Bohužiaľ, tento systém zdvíhania radlice nebol veľmi účinný, pretože bol pomalý, nemal predpokladanú silu a nastal problém so zastavením v bezpečnej pozícii.

Následne sme sa rozhodli, že radšej využijeme servomotor, ktorý je silnejší a pri ktorom vieme presnejšie kontrolovať jeho pohyb. Po následnom zložení celého systému na ovládanie radlice sme ho otestovali a odhalili problémy. Servomotor, ktorý slúžil na zdvíhanie bol príliš slabý, nedokázal zdvihnúť radlicu. Druhým problémom bolo nakláňanie radlice, ktoré bolo dosť pružné, čo spôsobovalo jej následné kývanie po zastavení servomotora a pri jej zatlačení na povrch, jej ohnutie. Tretí a zároveň posledný problém bol pohon. Po zakúpení 14 kanálového vysielača s prijímačom, nastal problém v tom, že prijímač bol skonštruovaný iba na 6V, čo nám zabránilo použitie 12V elektromotorov.

Tieto problémy sa nám však podarilo vyriešiť. Na zdvih radlice sme zakúpili silnejší servomotor so silou zdvihu 5 kg na páke o dĺžke 1cm. Výkyv radlice sme urobili tak, že servomotor ťahá za silonové lanká, ktoré sú upevnené o radlicu v bodoch, v ktorých sa na skutočnom stroji nachádzajú hydraulické piesty pre jej výkyv. Zároveň sme upravili uloženie motorov tak, aby sa nové silnejšie servo zmestilo do podvozku. Nove motory, ktoré sa použili zo skrutkovačiek majú dostatočný výkon, napätie 3,6V, ale bohužiaľ vysoký prúd, čo znemožnilo ich pripojenie na prijímač. Tento problém sme vyriešili pomocou tlačidiel, ktoré ovládajú smer rotácie elektromotorov a sú stláčane pomocou dvoch servomotorov. Každý servomotor má na starosti ovládanie jedného z pásov. Na záver sme elektromotory s planétovými prevodovkami umiestnili vedľa roziet

5 Závery práce

Cieľ našej práce sa nám podarilo splniť, ale nie celkom podľa našich predstáv. Radlica modelu je plne funkčná ako pri naozajstnom stroji, s tým rozdielom, že jej pohyby sú obmedzené na funkcie vysieláča. Pokiaľ by sme použili ovládač, ktorý má všetky páčky proporcionálne, radlica na modeli by sa dala ovládať ako pri skutočnom stroji. Bohužiaľ, pohon nedopadol podľa našich predstáv, pretože sa nedá regulovať rýchlosť pásov, čo vo výsledku znižuje autenticnosť modelu oproti skutočnému stroju. Zamerali sme sa radšej na silné motory bez regulácie rýchlosti ako na motory s reguláciou, ktoré by vo výsledku neboli skoro funkčné.

Keďže ratrak patrí medzi najviac komplikované stroje, aj jeho zostrojenie nebolo jednoduché a jediný možný spôsob ako ho rozpohybovať bolo použitie servomotorov, ku ktorým bolo nutné vymyslieť celý pohybový systém nanovo. Bola to celkom náročná úloha, ktorú sa nám podarilo splniť.

Model je prototypom, ktorý má svoje chyby a nedostatky, tie sa však dajú postupne odstrániť. Našou predstavou a ďalším cieľom je doplnenie zadnej frézy a navíjacieho zariadenia.

Zložený model má využitie ako hračka a edukačný model pre deti, ktorý im pomôže pochopiť ako funguje skutočné snežné pásové vozidlo, ale aj ako skladačka pre modelárov v rozloženej podobe

Zoznam použitej literatúry

História:

<https://www.vtedy.sk/ratrac-zjazdovka-vysoke-tatry>

<https://www.lavex.sk/docs/lavexinfo2013-03.pdf>

<https://www.prinoth.com/en/history/>

<https://oborudow.ru/sk/kuzov/ratraki-kak-nasushchnaya-neobhodimost-dlya-sovremennyh-lyzhnyh-trass-ratraki-i/>

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLFx1hlrhOJXdDDx266OYy9GehWNejJMBt>

https://www.youtube.com/watch?v=T6jXpAzoZR4&ab_channel=PRINOTH-Official

Technické špecifikácie vozidla:

Ing. Oleg Golubiev

[PRINOTH New Leitwolf 2021.pdf](#)

Obrázky:

[PRINOTH New Leitwolf 2021.pdf](#)

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLFx1hlrhOJXdDDx266OYy9GehWNejJMBt>

https://www.youtube.com/watch?v=T6jXpAzoZR4&ab_channel=PRINOTH-Official

Programy:

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>