



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SNĚHOVÝ PÁSOVÝ PODVOZEK

SNOW TRACKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bohuslav Glos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: Bohuslav Glos
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojírenství
Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sněhový pásový podvozek

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Konstrukční návrh sněhového pásového podvozku jako přídavného zařízení pro terénní automobil Suzuki samurai.

Cíle bakalářské práce:

Technická zpráva obsahující:

- kritickou rešerši stávajících konstrukcí a koncepci navrženého řešení,
- základní funkční výpočet zařízení, návrh jednotlivých komponent,
- pevnostní výpočet a další výpočty dle vedoucího BP.

Výkresová dokumentace obsahující:

- celkovou sestavu zařízení,
- případně podsestava a výrobní výkresy dle pokynů vedoucího BP.

Seznam literatury:

Bigoš, P., Kulka, J., Kopas, M., Mantič, M.: Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení. TU v Košiciach, Strojnícká Fakulta 2012, 356 s., ISBN 978-80-553-1187-6

Shigley, J.E., Mischke, Ch.R. a Budynas, R.G.: Konstruování strojních součástí. Vydalo VUT v Brně, nakladatelství VUTIUM 2010, ISBN 978-80-214-2629-0

Svoboda, P., Brandejs, J., Dvořáček, J. a Prokeš, F.: Základy konstruování, CERM Bmo, 2009

Svoboda, P., Brandejs, J. a Prokeš, F.: Výběry z norem pro konstrukční cvičení, CERM 2009

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty



ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou pásových podvozkov pre terénne automobily. V prvej časti tejto bakalárskej práce sú zhrnuté typy pásových vozidiel určených pre pohyb na snehu, taktiež je priblížená konštrukcia pásového podvozku montovateľného na terénne automobily a historický vývoj takéhoto spôsobu úpravy automobilov. Ďalej sú popísané konštrukčné riešenia najväčších výrobcov pásových podvozkov. V druhej časti práce je predstavený vlastný zjednodušený návrh a model takéhoto podvozku vytvorený v programe Autodesk Inventor 2015 a vybraná výkresová dokumentácia.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

pásový podvozok, terénny automobil, gumové pásy

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the review of vehicles used for traveling on a snow surface. Thesis takes a closer look at construction of rubber track undercarriage conversion systems which can be mounted on an off-road vehicle, its history and solutions of modern manufacturers. Second part introduces design of such undercarriage, 3D Autodesk Inventor 2015 model and technical documentation of chosen parts.

KEYWORDS

Rubber track undercarriage , off-road vehicle, rubber tracks



BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

GLOS, B. *Snehový pásový podvozok* . Brno: Vysoké učení technické v Brne, Fakulta strojného inžinierstva, 2016. 48 s. Vedúci diplomovej práce doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.



ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracoval som ju samostatne pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 22. mája 2016

.....

Bohuslav Glos



POĎAKOVANIE

Týmto by som sa chcel poďakovať za rady pri vypracovávaní tejto práce doc. Ing. Miroslavovi Škopánovi, CSc. Chcel by som tiež poďakovať rodine za podporu pri štúdiu.



OBSAH

| | |
|---|----|
| Úvod | 13 |
| 1 Vozidlá určené na pohyb po snehu | 14 |
| 1.1 Pásové vozidlá | 14 |
| 1.1.1 Ratrak | 14 |
| 1.1.2 Rolba Lavína | 14 |
| 1.1.3 Snow-trac | 14 |
| 1.1.4 Snežný Skúter | 15 |
| 1.2 Kolesové vozidlá vybavené pásovým podvozkom | 16 |
| 2 Pásové podvozky pre automobily | 17 |
| 2.1 Konštrukcia podvozku typu delta | 17 |
| 2.1.1 Prenos točivého momentu pomocou trenia | 17 |
| 2.1.2 Prenos točivého momentu pomocou tvarového styku | 17 |
| 2.1.3 Pásky | 19 |
| 2.1.4 Rám a napínací mechanizmus | 19 |
| 2.2 História pásových podvozkov pre automobil | 19 |
| 2.2.1 Podvozok Cuthbertson pre Land-Rover | 20 |
| 2.2.2 Popis konštrukcie podvozku J.A.C. ltd | 20 |
| 3 Výrobcovia pásových podvozkov v súčasnosti | 22 |
| 3.1 American Track Truck | 22 |
| 3.1.1 Popis konštrukcie dominator | 22 |
| 3.2 Mattracks | 23 |
| 3.2.1 Popis konštrukcie mattracks | 23 |
| 3.3 Track n Go | 25 |
| 3.3.1 Popis konštrukcie Track n Go | 26 |
| 3.4 Ďalší výrobcovia | 27 |
| 3.5 Amatérska výroba | 28 |
| 4 Vlastný návrh podvozku | 29 |
| 4.1 Ciele práce | 29 |
| 4.1.1 Výsledné zadanie | 29 |
| 4.2 Konceptný návrh | 30 |
| 4.2.1 Výber typu prenosu krútiaceho momentu | 30 |
| 4.2.2 Výber pásu | 30 |
| 4.2.3 Návrh hnacieho kolesa | 32 |
| 4.2.4 Výber pojazdových kladiek | 33 |
| 4.2.5 Finálna koncepcia | 33 |



| | | |
|-------|---|----|
| 4.3 | Konštrukčný návrh..... | 35 |
| 4.3.1 | Rám..... | 35 |
| 4.3.2 | Hnacie koleso s hriadeľom | 36 |
| 4.3.3 | Uloženie hriadeľa v ráme | 37 |
| 4.3.4 | Osa a uloženie kladiiek | 38 |
| 4.3.5 | Kompletná zostava: Modul pásového podvozku..... | 40 |
| | Záver..... | 42 |
| | Zoznam použitých skratiek a symbolov | 46 |
| | Zoznam príloh | 48 |



ÚVOD

Pri potrebe prepravy ľudí alebo nákladu po zasneženom, mäkkom alebo premočenom povrchu v náročnom teréne sa ukazuje, že klasické kolesové podvozky aj s použitím terénnych pneumatík, nedokážu zaručiť priechodnosť vozidla. Kolesá vytvárajú veľký merný tlak na povrch, čo na mäkkom a nestabilnom povrchu, akým je sneh, zapríčiňuje okamžité zabáranie vozidla a jeho uviaznutie. Preto v rôznych odvetviach stavebníctva, poľnohospodárstva, hasičských a horských záchranných zložiek, kde je potrebná schopnosť zdolávať takýto terén, nachádzajú uplatnenie pásové podvozky.

Pásový podvozok je zariadenie, ktoré rozkladá váhu vozidla na väčšiu plochu, tým znižuje tlak na povrch a výrazne vylepšuje jeho priechodnosť. Na trhu existujú špeciálne pásové vozidlá určené na pohyb po snehu. Zaobstarávacia cena nového stroja je však vysoká, staré vozidlá sú zase náročné na údržbu a prevádzku. Navyše sa jedná o jednonúčelové stroje, ktoré na spevnený povrch nie sú určené, a počas obdobia bez snehu sú nevyužiteľné. Pásové podvozky jednoducho montovateľné na terénne vozidlo, namiesto kolesového podvozku, predstavujú alternatívu použiteľnú celoročne.

Cieľom tejto práce je podať zjednodušený konštrukčný návrh pásového podvozku pre pohyb na snehu, určený pre malé terénne vozidlá, konkrétne pre Suzuki Samurai. Za týmto účelom bol tiež vypracovaný kritický prehľad snehových pásových podvozkov montovateľných na vozidlá s pohonom všetkých kolies. Bola priblížená konštrukcia týchto podvozkov a riešenia súčasných výrobcov.



1 VOZIDLÁ URČENÉ NA POHYB PO SNEHU

Snehové pásové vozidlo je špeciálne vozidlo, určené na pohyb po snehovej vrstve. Jedná sa zväčša o jednúčelové stroje, ktoré sú mimo zimné obdobie a na spevnených komunikáciách nevyužiteľné.

1.1 PÁSOVÉ VOZIDLÁ

1.1.1 RATRAK

Ratrak je pásové vozidlo na úpravu snehu. [1] Zvyčajne nesie prídavné hydraulické zariadenia ako radlica a fréza. Používa sa pri úprave zjazdoviek a dráh pre bežecké lyžovanie, prípadne na prepravu nákladu v lyžiarskych strediskách. Podvozok ratraku je zložený z dvoch širokých pásových jednotiek s pásom s vysokými hliníkovými priečnikmi, ktoré zabezpečujú trakciu na strmých svahoch. Prevádzka a servis ratraku sú nákladné.

1.1.2 ROLBA LAVÍNA

Rolba je pásové vozidlo používané na dopravu ľudí a nákladu v snehu. [2] Názov je odvodený od značky výrobcu Rolba.



Obr.1 Rolba Lavína 801TD-Z so sklopnou radlicou[4]

Rolby značky Lavína boli vyrábané v Třinci, podnikom Kovoport, ako špeciálne vozidlo do horských oblastí, predovšetkým pre zásobovanie chat, úpravu svahov a potreby Horskej služby. Podľa využitia Lavíny používali pásy o šírke 500, 800 a 1000 mm. Pohotovostná hmotnosť bola 2400 kg, vozidlo uviezlo 700 kg a utiaholo 1500 kg. Maximálna rýchlosť bola 25 km/h a spotreba 12 l/hod. Stúpavosť 30-35 %. [3]

1.1.3 SNOW-TRAC

V roku 1957 inžinier Lars Larsson vyvinul pre firmu AB Westerasmaskiner malé snehové pásové vozidlo Snow-Trac. Hliníkovú kabínu pre 7 pasažierov niesol podvozok s dvoma



gumenými pásmi. Vozidlo získalo popularitu v lyžiarskych strediskách po celom svete ako záchranné vozidlo, dokonca bolo zvolené ako transportné vozidlo pre zimnú Olympiádu v Japonsku v roku 1972. Výroba skončila v roku 1981.[5]



Obr.2 Vozidlo Snow-Trac ST4 z roku 1978.[6]

Vozidlo s celkovou dĺžkou 3,6 a šírkou 1,9 metra má rozmery malého vozidla. Išlo o prvé pásové vozidlo, ktoré sa neovládalo pákami kontrolujúcimi rýchlosť každého z pásov, ale volantom.[7] Tieto vozidlá je možné stále vidieť v prevádzke v Slovenských aj Českých horách.

1.1.4 SNEŽNÝ SKÚTER

Snežný skúter je malé pásové vozidlo určené na pohyb po snehu, zimný šport a rekreáciu. Poháňané je jedným gumeným pásmom v zadnej časti, riadený jednou alebo dvoma lyžami v prednej časti. Snežný skúter je rýchly pri pohybe na snehu, no je limitovaný množstvom nákladu ktorý uvezie, tiež výdržou vodiča a spolujazdca, ktorí nie sú chránení kabínou, ale sú vystavení poveternostným vplyvom.



Obr.3 Snežný skúter Ski-Doo Renegade X[8]



1.2 KOLESOVÉ VOZIDLÁ VYBAVENÉ PÁSOVÝM PODVOZKOM

Na trhu existuje možnosť prispôbiť klasický terénny motocykel na jazdu po snehu výmenou zadnej kývnej vidlice a kolesa za pásovú jednotku a predného kolesa za lyžu používanú snežnými skútrami.(obr.4 vľavo)



*Vľavo: Set pásového podvozku a prednej lyže pre motocykel od fy. Timbersled
Vpravo: Štvorkolka Yamaha Grizzly s pásovým podvozkom Tatoo 4S*

Obr.4 Kolesové vozidlá vybavené pásovým podvozkom [9,10]

Štvorkolka, tiež ATV(z anglického all terrain vehicle), alebo UTV(utility task vehicle), je všestranné športové, úžitkové malé vozidlo, použiteľné na všetky terény. Kolesový podvozok je v prípade potreby jednoducho vymeniteľný za moduly pásového podvozku (obr.4 vpravo). Podobne sa pásové podvozky dajú použiť pre automobily.



2 PÁSOVÉ PODVOZKY PRE AUTOMOBILY

Keď chceme zachovať využiteľnosť kolesového vozidla celoročne a využívať ho na pohyb po snehu, je výhodné ak nemusíme modifikovať rám vozidla a výmena kolesového podvozku za pásový je čo možno najjednoduchšia. Toho dosiahneme keď, je pásový podvozok koncipovaný ako modulárny člen a montovateľný na štandardný úchyt kolesa. Pre obmedzený priestor sa osvedčil typ delta – tvar trojuholníku – pásového podvozku.

Uhol náklonu podvozku voči automobilu nie je obmedzený, čo prispieva k lepšej priechodnosti terénom. [12]

Nevýhodou je zložitosť konštrukcie, veľká hmotnosť, vysoká cena a zvýšená spotreba pohonných hmôt oproti kolesovému podvozku. [11]

2.1 KONŠTRUKCIA PODVOZKU TYPU DELTA

Pásová jednotka má tvar trojuholníka (delta). Pásový podvozok sa skladá z odolného rámu, na ktorom je vo valivých ložiskách uložené hnacieho koleso, spojené s hnacím hriadeľom. V spodnej časti rámu, rozkladá hmotnosť na väčšiu plochu sústava pojazdových kladiek. Hnacie koleso a pojazdové kladky obopína pryžový pás.

2.1.1 PRENOS TOČIVÉHO MOMENTU POMOCOU TRENIA

U niektorých typov pásových podvozkov môže byť točivý moment prenášaný pomocou trecieho hnacieho kolesa. Jeho povrch je upravený tak, aby dokázal preniesť čo najväčší krútiaci moment. Pri jeho použití musí byť zabezpečená veľká napínacia sila, aby sa zamedzilo jeho preklzu.[12] Tento spôsob je citlivý na znečistenie dosadacích plôch. Pri použití v zimnom období, na snehu, hrozí namrznutie ľadu, čo by podvozok znefunkčnilo. Na snehové pásovú podvozky sa preto nevyužíva.

2.1.2 PRENOS TOČIVÉHO MOMENTU POMOCOU TVAROVÉHO STYKU

Tvarový styk hnacieho kolesa a pásu nie je ovplyvnený namrznutím a zabezpečuje prenos točivého momentu aj pri znečistení, preto sa využíva na pásových podvozkoch pre pohyb na snehu.

NEGATÍVNY TVAR HNACIEHO KOLESA

Negatívne hnacie koleso, tiež reťazové/turasové koleso(obr.5), sa používa v kombinácii s pásom, v ktorom sa nachádzajú diery, do ktorých zapadajú zuby hnacieho kolesa. Dosadacie plochy kde dochádza ku kontaktu zubov a pásu, tvoria oceľové články. Priechodníky medzi dierami sú vystužené, aby guma samotná bola schopná preniesť zaťaž a nedochádzalo ku skorému opotrebeniu pásu.



Varianta, kedy pás obsahuje z vnútornej strany vyššie výstupky – zuby (obr.5 vpravo), pripomína ozubený prevod s priamym ozubom. Koleso je vyrábané ako odliatok z ľahkých zliatin alebo z tzv. UHMWPE¹.



Negatívny tvar hnacieho kolesa s pásom s dierami

Prenos pripomínajúci ozubený prevod

Obr. 5 Negatívny tvar hnacieho kolesa. [33,22]

POZITÍVNY TVAR HNACIEHO KOLESA

Hnacie koleso je vyrobené ako zvarenec oceľových diskov s vnútornými priečkami, alebo ako disk po obvode ktorého sú privarené priečky vyčnievajúce z každej strany. Medzi priečky zapadajú gumové výstupky – zuby pásu, ktorými je pás vybavený z vnútornej strany. [12]



Obr.6 Pozitívny tvar hnacieho kolesa. [21]

¹ Ultra-high-molecular-weight polyethylene – polyetylén s vysokou molekulárnou hmotnosťou, materiál vyznačujúci sa vysokou pevnosťou, zvýšenými mechanickými vlastnosťami, odolnosťou proti abrázii, dobrými klznými vlastnosťami



2.1.3 PÁSY

Pásky používané na podvozkoch pre terénne automobily sú vyrábané z gumených v kombinácii s kevlarovými, kompozitnými alebo kovovými výstuhami. Tieto materiály sú ľahké, poskytujú dostatočnú pevnosť a odolnosť voči opotrebeniu. Z vonkajšej strany je vzor s rôznou hĺbkou profilu pre zabezpečenie trakcie v rôznych snehových podmienkach. Dôležitým parametrom pásu pre konštruktéra podvozku je počet výstupkov alebo dier, vzdialenosť ich stredov, celková dĺžka a šírka pásu. Pásky sa vyrábajú aj kombinovane s vnútornými zubami pre pozitívne koleso, aj dierami pre reťazové koleso.

2.1.4 RÁM A NAPÍNAČÍ MECHANIZMUS

Rám je nosným prvkom celého mechanizmu pásového podvozku a jeho častí, aj samotného vozidla vybaveného týmto podvozkom. Vyrába sa ako oceľový zvar, prípadne odliatok z hliníkových zliatin. Rám obsahuje zabudovaný napínací mechanizmus pásu. Napínací mechanizmus udržuje požadované napnutie pásu, aby nedošlo k samovoľnému zvlčeniu pásu. Jeho uvoľnenie zase umožňuje ľahké zloženie pásu v prípade potreby. Napínacie kladky v prednej alebo zadnej časti pásovej jednotky, sú pohyblivo prichytené na závitovej tyči. Napätie sa koriguje ručne, otáčaním napínacích matíc po závitovej tyči, prípadne môže byť pás dopínaný pružinou. Napínacie kladky môžu byť umiestnené aj z vonkajšej strany pásu, vid' obr.6 vľavo.

2.2 HISTÓRIA PÁSOVÝCH PODVOZKOV PRE AUTOMOBIL

Prvé pokusy použiť pásový podvozok na automobile začínajú už na začiatku 19. storočia. Medzi rokmi 1906 a 1916, francúzsky konštruktér, Adolphe Kegresse, v službe pre ruského cára Nikolaja II., vyrobil pásový podvozok pre prvé modely automobilov firmy Citroen. Zadnú nápravu nahradil pásovým podvozkom a pod predné kolesá umiestnil lyže (obr.7 vľavo).[13] V roku 1917 bol patentovaný podobný podvozok pre Ford model T, od konštruktéra a dílera automobilky Ford v New Hampshire, Virgil D. White (obr.7 vpravo). [14]



Obr.7 Vľavo Citroen vpravo Ford Model T [13][14]



2.2.1 PODVOZOK CUTHBERTSON PRE LAND-ROVER

Za priekopníka vo vývoji a výrobe pásového podvozku so štyrmi pásovými jednotkami montovaného na terénny automobil môžeme považovať Škótskeho konštruktéra Jamesa Archibald Cuthbertsona. Ten, v roku 1936 založil firmu James A. Cuthbertson Ltd. (ďalej J.A.C. Ltd), ktorá vyrábala vybavenie na zimnú údržbu ciest a spevnených plôch (snežné pluhy, sypače), ale aj príslušenstvo pre lesníctvo. Počas druhej svetovej vojny firma vyrábala gumené pásy a spolupracovala s vládami Veľkej Británie a Kanady. [15]

Jedným z projektov J.A.C Ltd. bolo zvýšiť priechodnosť štandardného vozidla Land-Rover v bažinatých a zasnežených podmienkach, kde kolesové vozidlá zapadali. Na začiatku šesťdesiatych rokov 20. storočia preto vznikol prvý podvozok so 4 pásovými jednotkami. Montovaný bol na pomocný rám, odpružený listovými perami samotného automobilu Land-Rover S1.



a)

b)

Obr. 8 Land-Rover S1 s pásovým podvozkom James A. Cuthbertson
a) na ceste, b) v náročnom teréne [15]

2.2.2 POPIS KONŠTRUKCIE PODVOZKU J.A.C. LTD

Podvozok tvoril pomocný rám, ktorý mal pohlcovať nárazy a rozložiť záťaž, ktorú by inak niesli náboje kolies. Pôvodné vozidlo bolo nutné len ľahko modifikovať úchytmi pod listovými perami a úpravou tyčí riadenia a bolo možné ho opäť vrátiť do prevádzky na štandardných kolesách s pneumatikami. Prenos točivého momentu bol zaistený turasovým (ozubeným) kolesom montovaným priamo namiesto disku kolesa. Zuby reťazového kolesa zaberali o oceľové rebrovanie, ktoré bolo nitované po okrajoch gumových pásov. [16,17]

V samotných pásových jednotkách záťaž rozkladali 2 páry úzkych oceľových diskov s pneumatikami, bežne používanými pre motocyklové sajdkáry o rozmere 3,5“x19“ (palcov). U niektorých typov šlo o gumové obruče s bokmi z tuhého plastu, zabraňujúce treniu o kovové boky pásu. [17] Ovládanie zmeny smeru zabezpečoval hydraulický posilňovač riadenia, poháňaný remenicou z hnacieho hriadeľa. [16]



1. pomocný rám, 2. oceľový disk s pneumatikou, 3. hnacie ozubené koleso, 4. pás, 5. náprava automobilu Land-Rover S1 prichytená k podporného rámu pod listové perá

Obr.9 Detail pásového podvozku James A. Cuthbertson[19]

Vďaka tejto konštrukcii získalo vozidlo značnú svetlú výšku a priechodnosť bažinatým a zasneženým terénom. Masívny, ťažký podporný rám zabezpečil, že sa ťažisko výrazne neposunulo a vozidlo si zachovalo porovnateľnú stabilitu so štandardným modelom. Keďže priemer ozubeného hnacieho kolesa sa zmenšil o 47% oproti kolesu s pneumatikou, maximálna rýchlosť sa zmenšila na 50 km/h.[18] Firma ďalej s vývojom nepokračovala a podvozky prestala vyrábať, no poskytla prvý funkčný koncept pre budúcich výrobcov.



3 VÝROBCOVIA PÁSOVÝCH PODVOZKOV V SÚČASNOSTI

Dopyt po pásových podvozkoch je významný hlavne v oblastiach s vysokým úhrnom snehových zrážok alebo severských oblastiach, kde nachádzajú uplatnenie takmer počas celého roku. Veľký výrobcovia pásových podvozkov sú prevažne zo Severnej Ameriky. Na trhu ponúkajú svoje riešenia aj čínsky výrobcovia, tí ale za ostatnými zaostávajú v kvalite spracovania. V súčasnosti väčšina výrobcov ponúka pásové podvozky ako modulárny člen montovaný namiesto kolies, no na trhu existuje aj riešenie, kde demontáž kolies nie je potrebná(kapitola 3.3).

3.1 AMERICAN TRACK TRUCK

Firma American Track Truck bola založená v roku 2005 v štáte Michigan(USA), priateľmi inžinierom, mechanikom a dizajnérom po tom ako objavili miesto na trhu pásových vozidiel používaných pre pohyb na snehu. Víziou bolo vytvoriť a ponúknuť pásový podvozok pre kategóriu ľahkých a stredne ťažkých automobilov s pohonom všetkých kolies za výhodnú cenu. Po vývoji a testovaní sa v januári roku 2008 dostal do produkcie modulárny pásový podvozok Dominator. Dostupný je model v štandardnej a predĺženej verzii v cene 8600\$. [20]

3.1.1 POPIS KONŠTRUKCIE DOMINATOR

Pásovú jednotku Dominator tvorí jednoduchý oceľový rám zložený z dvoch častí. Prvá, horizontálne umiestnená v tvare písmena H, na ktorej je podľa typu Standard/XL umiestnených 14 alebo 16 párov pojazdových kladiek. Koncové kladky sú uchytené na posuvnej osi spojenjej závitovou tyčou s rámom, čo slúži ako napínacie zariadenie pásu. Druhá časť v tvare písmena L, tvorí nosnú časť, na ktorej je v hornej časti uložené hnacie koleso a dolná časť je pevne privarená s rámom v tvare H. Využitý je tvarový styk pozitívneho tvaru hnacieho kolesa a pásu s ozubením z vnútornej strany. [20]



Obr.10 Dominator[20]

Veľkou výhodou podvozku Dominator je, že pás aj pojazdové kolesá s ložiskami sú štandardne používané na snežných skútroch, takže v prípade opotrebovania alebo zničenia niektorých z týchto dielov, je široká dostupnosť náhradných dielov u lokálneho distribútora. Naopak,



nevýhodou je, že pojazďové kolesá nie sú odpružené a záťaž je priamo prenášaná na ložiská a samotný rám.

Tab.1 Technické špecifikácie podvozku Dominator[20]

| MODEL | Dominator |
|---------------------------------------|--|
| Materiál rámu | ocel' |
| Materiál hnacieho kolesa/kladiek | Ocel', UHMW a guma |
| Hmotnosť | 316 kg,79kg/ks (352kg /88kg ks. verzia XL) |
| Doporučená maximálna hmotnosť vozidla | pick-up s nosnosťou ¾ tony |
| Šírka pásu | 381mm(15in) |
| Materiál pásu | Guma vystužená kevlarovými vláknami |
| Zvýšenie svetlej výšky | 150 mm-230 mm(6-9in.) |
| Stičná plocha | 1,86m ² /štandard /2,2m ² predĺžená verzia |
| Odporúčaná maximálna rýchlosť | – |
| Maximálny bočný náklon | – |
| Redukcia prevodu | V závislosti na veľkosti pôvodného kolesa |

Výrobca udáva, že vo väčšine prípadov nie je nutná modifikácia vozidla. Montáž trvá hodinu vďaka tomu, že tento systém je jeden z najľahších na trhu a nevyžaduje pomoc druhej osoby. Uchytenie na konkrétny typ vozidla je zabezpečené vymeniteľnými adaptérmi na rôzne usporiadania kolesových skrutiek.

3.2 MATTRACKS

Firma Mattracks bola zaregistrovaná v roku 1995, no jej zakladateľ Glen Brazier vyrobil prvý prototyp modulárneho podvozku pre automobil už v roku 1992. Spoločnosť sa odvtedy rozrástla na jedného z najväčších výrobcov modulárnych podvozkov. V produkcii je 100 modelov a to nielen pre automobily, ale aj pre poľnohospodárske stroje, traktory, nakladače, návesy, w atv a utv a zo sídla v Minesote(USA) sa distribuujú do celého sveta. Oproti konkurencii prevádzkuje Mattracks vlastnú výrobu pásov, aby mohla byť zabezpečená veľká škála vzorov a typov pre celú modelovú radu.[21]

3.2.1 POPIS KONŠTRUKCIE MATTRACKS

Modulárne pásové podvozky Mattracks patria medzi konštrukčne najprepracovanejšie na trhu. V rôznych verziách disponujú vstavaným odpružením pojazďových kladiek, patentovaným systémom „anti-torque“, ktorý zabraňuje pásovej jednotke sa horizontálne pretočiť nad dovolený uhol. Firma používa u všetkých modelov pozitívny profil hnacieho kolesa. Pre vozidlá s maximálnou doporučenou hmotnosťou do 2000 kg, sú rámy vyrábané ako odliatky z hliníkovej liatiny. Rám podvozku väčších vozidiel s doporučenou hmotnosťou až do 9,5 tony tvorí oceľový zvarenec.



Model XT UR HD na obr.1, je určený pre ťažšie ATV/UTV, prípadne malé terénne automobily ako Suzuki Jimny, Samurai, Vitara s maximálnym zaťažením do 1905 kg.



Obr.11 Mattracks XT UR HD [21,27]

Tab.2 Technické špecifikácie podvozku Mattracks XT UR HD[21]

| MODEL | XT UR HD |
|---------------------------------------|--|
| Materiál rámu | Hliníkový odliatok |
| Materiál hnacieho kolesa/kladiek | Hliník/ UHMW a guma |
| Hmotnosť | 272 kg –68 kg ks. |
| Doporučená maximálna hmotnosť vozidla | 1905 kg |
| Šírka pásu | 279 mm |
| Materiál pásu | Špeciálna gumová zmes vystužená kompozitným vláknom |
| Zvýšenie svetlej výšky | 140 mm(5,5in.) |
| Stičná plocha | min.: 0,7664 m ² / max.: 1,107 m ² |
| Odporúčaná maximálna rýchlosť | – |
| Maximálny bočný náklon | – |
| Redukcia prevodu | zvýšený o 1/3 oproti vozidlu so štandardnou pneumatikou |

Model 175M1-A1 pre veľké zaťaženie, použiteľný pre veľkotonážne pickupy alebo malé nákladné automobily, používané v ťažkých podmienkach, poskytujú nosnosť 6800 kg–9500 kg. Tieto modely sú dostupné aj s posilňovačom riadenia.

Výrobca udáva, že opakovaná montáž a demontáž je jednoduchá ako výmena pneumatík. Zložitosť a časová náročnosť prvotnej montáže závisí od modelu a vozidla, na ktoré je podvozok montovaný.[21] Podľa dlhodobého testu uverejneného na stránke expeditionportal.com[26], prvotná montáž modelu 88M1-A1 s doporučenou maximálnou



hmotnosťou vozidla do 4 000 kg, na Land-Rover Defender 110, trvala trom mechanikom 2 dni. Autor na opakovanú montáž/demontáž uvádza dobu 8 hod. pre 2 ľudí.



Obr.12 Mattracks 175M1-A1[22]

Tab. 3 Technické špecifikácie podvozku Mattracks 175M1-A1[21]

| MODEL | 175M1-A1 |
|---------------------------------------|---|
| Materiál rámu | ocel' (nešpecifikovaná) |
| Materiál hnacieho kolesa/kladiek | ocel', UHMW a guma |
| Hmotnosť | 900 kg / 225 kg ks. |
| Doporučená maximálna hmotnosť vozidla | 6,800 kg |
| Šírka pásu | 457 mm(18 in) |
| Materiál pásu | Špeciálna gumená zmes vystužená kompozitným vláknom |
| Zvýšenie svetlej výšky | 40 mm–150 mm(1,6 in–5,5 in.) |
| Stičná plocha | min.: 1,9 m ² / max.: 2,925 m ² |
| Odporúčaná maximálna rýchlosť | 64 km/h |
| Maximálny bočný náklon | 25% |
| Redukcia prevodu | zvýšený o 1/3 oproti vozidlu so štandardnou 30 palcovou pneumatikou |

3.3 TRACK N GO

Firma AD Boivin Inc., založená v roku 1995 v Quebecu (Kanada), navrhuje a vyrába odpružené systémy zavesenia pre snežné skútre, skonštruovala tzv. snowhawk, snežný skúter s jednou prednou lyžou, a tiež pásový podvozok na terénny motocykel. Najnovší projekt pásového podvozku pre SUV a pickupy, vyšiel do produkcie v roku 2013 pod názvom Track N Go. [25]

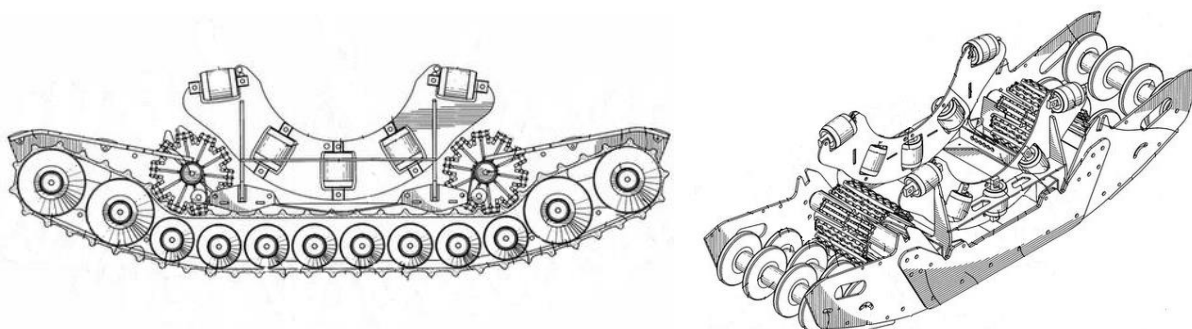


Obr.13 Track n Go[12]

3.3.1 POPIS KONŠTRUKCIE TRACK N GO

Track n Go sa líši od predchádzajúcich výrobcov tým, že nie je nutná demontáž kolies. Systém sa skladá zo štyroch nízkych pásových jednotiek, na ktoré sa dá pomocou malých rámp automobilom vyjsť. Samotné koleso automobilu sa dostane medzi dva valce – podobne ako na valcovej skúšobni výkonu – na povrchu ktorých sú výstupky pre zvýšenie trenia. Krútiaci moment sa z kolesa na pás prenáša cez jeden z valcov, ktorý je sprevodovaný tak, aby sa pás pohyboval v pomere 1:1 s rýchlosťou otáčania kolesa. Súčasne zapadne koleso medzi bočné rámy, v ktorých sú na ložiskách uložené gumené valčeky. Tie sa odvaľujú po bokoch pneumatiky a držia koleso na mieste pri zatáčaní. Na náboj kolesa je namontovaný úchyt, ktorým sa spojí koleso s podvozkom. Tým sa zabráni jeho samovoľnému pohybu. [25]

Hmotnosť sa rozkladá na pás pomocou sústavy 48 nosných a vodiacich kladiek (obr.14). Nábežná strana je oproti obr.14 navyše opatrená predsunutou lyžinu prišraubovanou na rám podvozku. Tá uľahčuje jazdu v hlbokom snehu.



Obr.14 Schéma systému Track N Go[28]



Bezpečné a bezproblémové použitie systému Track n Go je podmienené požiadavkami na vozidlo: redukčná prevodovka, zimné pneumatiky s klasickou mäkkou zmesou bez kovových nitov, vonkajší priemer pneumatiky 31-35 palcov (780 až 875 mm), šírka pneumatiky do 13 palcov (330 mm).

Tab.4 Technické špecifikácie podvozku Track N Go[25]

| MODEL | TNG-01 |
|---------------------------------------|--|
| Materiál rámu | Hliník 6061-T6, vysoko-pevnostná oceľ |
| Materiál hnacieho kolesa/kladiek | oceľ/UHMW a oceľ |
| Hmotnosť | 680 kg/170 kg ks. |
| Doporučená maximálna hmotnosť vozidla | 5,670 kg |
| Šírka pásu | 381 mm (15 in) |
| Materiál pásu | Guma s vnútornými kompozitnými vláknami/ Kevlar |
| Zvýšenie svetlej výšky | 200 mm (8 ^{''}) |
| Stičná plocha | min.: 1,1 m ² / max.: 2,47 m ² |
| Odporúčaná maximálna rýchlosť | 64 km/h (40 mph) |
| Maximálny bočný náklon | 25% |
| Redukcia prevodu | 1:1 |

Tento systém poskytuje najväčšiu univerzálnosť a jednoduchú montáž do 15 minút. Pri cene 25 000\$ sa jedná o drahé vybavenie, ktorého kúpa je podmienená otázkou jeho využiteľnosti, predovšetkým častou zmenou podmienok, kedy je nevyhnutná rýchla zmena vlastností a priechodnosti vozidla.

3.4 ĎALŠÍ VÝROBCOVIA

Od doposiaľ spomenutých, sa riešenia ďalších výrobcov líšia zložitou konštrukciou, dizajnom, použitými materiálmi a technológiou výroby, no všetky disponujú podobnými vlastnosťami.



Zľava : Versa Tracks(Veľká Británia), VGD (Rusko), Zone Power Track (Kanada)

Obr.15 Ďalšie riešenia pásových podvozkov[22,24,23]



3.5 AMATÉRSKA VÝROBA

Vzhľadom na vysoké ceny pásových podvozkov sa na internetových fórach dajú nájsť amatérsky vyrobené pásové podvozky. Autori sa pri tvorbe inšpirujú konvenčnými továrenskými riešeniami, ktoré však zjednodušujú a prispôbujú, aby ich bolo možné realizovať v domácich podmienkach.



Obr.16 Amatérske realizácie pásových podvozkov [30,29]

Najčastejšie sú podvozky tvorené jednoduchým oceľovým rámom, na ktorom sú pevne uchytené pojazdné kladky. Hnacie koleso je často upravený plechový automobilový disk, prípadne z plechu vyrezané turasové koleso. Pásky sa dajú vyrobiť strihaním a napájaním gumených pásov, vystrihnutých z opotrebovaných pneumatík (obr.16 vľavo), cez ktoré sú priečne uchytené hliníkové U, prípadne L profily. Pre technicky zdatných, môže byť aj toto dostupná alternatíva ku komerčne predávaným podvozkom.



4 VLASTNÝ NÁVRH PODVOZKU

4.1 CIELE PRÁCE

Hlavným zadaním tejto práce je zjednodušený konštrukčný návrh snehového pásového podvozku na Suzuki Samurai, no počítalo sa aj s použitím pre iné malé terénne vozidlá.

Podľa technického preukazu vozidla Suzuki Samurai 1,3 1998 :

Pohotovostná hmotnosť $m_p = 942 \text{ kg}$

Celková hmotnosť $m_c = 1315 \text{ kg}$

Zaťaženie prednej nápravy $m_{pn} = 566 \text{ kg}$

Zaťaženie zadnej nápravy $m_{zn} = 745 \text{ kg}$

4.1.1 VÝSLEDNÉ ZADANIE

Terénne vozidlá bývajú často vybavené doplnkami ako pevnostné nárazníky, navijaky, strešné nosiče s nákladom atď., kedy môže byť hmotnosť zvýšená o stovky kilogramov. Pri prejazde terénom pri veľkom krížení náprav, prípadne strmých stúpaniach a zjazdoch väčšinu hmotnosti rozkladajú iba 2 pásové jednotky. Preto podvozok budeme navrhovať na tieto parametre :

Celková zadaná hmotnosť automobilu $m_{celk} = 1600 \text{ kg}$

Nosnosť viac zaťaženej nápravy $m_n = 900 \text{ kg}$

Požadovaná nosnosť každého z podvozkov $n_p = 800 \text{ kg}$

Ďalej sme limitovaný priestorom pod blatníkom určeným pre pneumatiku o rozmere 205/70R15. Aby sme zvýšili priechodnosť v hlbokom snehu, je vhodné zvýšiť svetlú výšku, avšak do takej miery aby sme zachovali stabilitu pri náklone v teréne.

Max. dovolené zvýšenie svetlej výšky pásovým podvozkom $z_{vmax} = 160 \text{ mm}$

Pri obhliadke úchyty kolesa, na prednej náprave vozidla Suzuki Samurai, bol z dôvodu tesnej blízkosti uchytienia tyčí riadenia určený:

Minimálny priemer hnacieho kolesa $D_{min} = 330 \text{ mm}$

V súčasnosti vyrábaný podvozok, ktorý sa najviac približuje zadaným parametrom, je Mattracks XT UR HD kapitola 3.2.1. Pri maximálnom zaťažení 1900 kg a minimálnej možnej ploche je merný tlak tohto podvozku 24,4kPa. Návrh podvozku limitujeme touto hodnotou merného tlaku.

Požadovaný celkový merný tlak podvozku $p_c < 24000 \text{ Pa}$

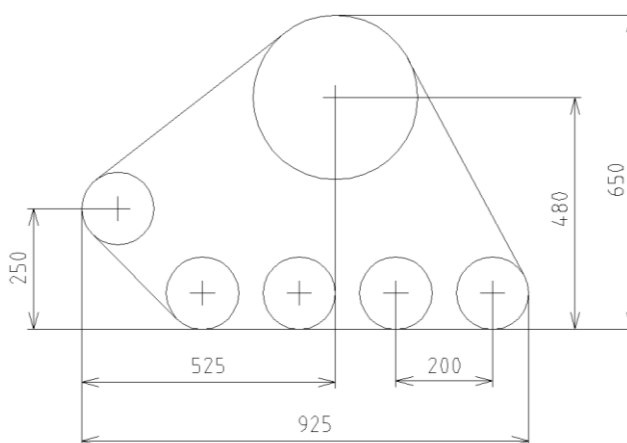
Požiadavky na výdrž ložísk boli vedúcim práce určené na 3000 hod.



4.2 KONCEPČNÝ NÁVRH

Po kritickom zhodnotení v súčasnosti vyrábaných pásových podvozkov z prvej časti tejto práce, bol vytvorený koncepčný návrh pásového podvozku. Snahou bolo vytvoriť čo možno najjednoduchšie a finančne výhodné riešenie, zároveň dostatočne robustné, aby obstálo v najťažších podmienkach.

Bolo zvolené usporiadanie typu „delta“ s predsunutou a vyvýšenou pojazdovou kladkou, ktorá vytvorí nábežnú hranu pre uľahčenie pohybu v hlbokom snehu.



Obr.17 Koncepčný návrh podvozku

| | |
|---|------------------------|
| Zvýšenie svetlej výšky pásovým podvozkom | $z_v = 146 \text{ mm}$ |
| Dĺžka styčnej plochy pri pohybe po tvrdom povrchu | $l_p = 710 \text{ mm}$ |

4.2.1 VÝBER TYPU PRENOSU KRÚTIACEHO MOMENTU

Pri návrhu pásového podvozku je ďalej vhodné zvoliť, akým spôsobom bude prenášaný krútiaci moment. Od tejto voľby závisí, aký pás v kombinácii s hnacím kolesom je nutné použiť. Z informácií spomenutých v kapitole 2.1 vyplynulo, že pre snehový pásový podvozok je potrebné použiť prenos krútiaceho momentu pomocou tvarového styku. Bol zvolený pozitívny typ hnacieho kolesa a pás s pozitívnym profilom, podobne ako na obr.12 vľavo .

4.2.2 VÝBER PÁSU

Po tom ako bol zvolený typ pásu, v súvislosti s výberom prenosu krútiaceho momentu, je dôležité určiť šírku pásu. Po získaní obšírneho prehľadu o používaných gumených pásoch pre podvozky montované na automobily v šírkach 250–420 mm a ich výrobcach, bola zvolená šírka pásu $k_p = 310 \text{ mm}$. Pri výpočte merného tlaku musíme pôvodnú hmotnosť automobilu navýšiť o predpokladanú hmotnosť 4 podvozkov $m_{pod} = 200 \text{ kg}$.



Kontrolný výpočet merného tlaku pre šírku pásu 310 mm :

$$p_m = \frac{(m_{celk} + m_{pod}) \times g}{4 \times (l_p \times k_p)} \quad [Pa] \quad (4.2.1.1)$$

$$p_m = \frac{(1600 + 200) \times 9,81}{4 \times 0,71 \times 0,31} \quad [Pa]$$

$$p_m = 20\,057 \text{ Pa}$$

$$p_m < p_c$$

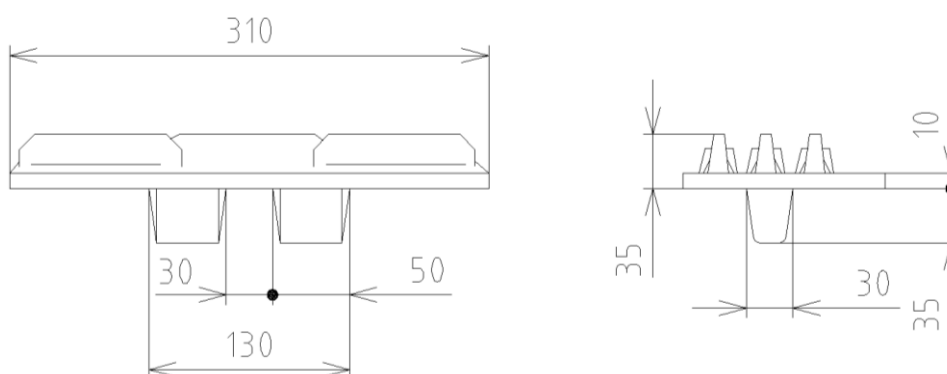
Vypočítaný merný tlak p_m je menší ako v zadaní požadovaný merný tlak p_c , preto šírka pásu vyhovuje.

Pás ktorý vyhovuje požiadavkám, bol vybraný z ponuky výrobcu Rubtrac z Číny, ktorý vyrába pásy pre poľnohospodárstvo, stavebníctvo a snežné vozidlá. [31] Vybraný pás sa používa pre snehové podvozky automobilov a snehové frézy.

TECHNICKÉ PARAMETRE PÁSU

| | |
|-----------------------------|--|
| Šírka | $k_p = 310 \text{ mm}$ |
| Rozteč medzi vrcholmi zubov | $p_r = 66 \text{ mm}$ |
| Počet zubov | $n_z = 38$ |
| Obvod | $O_p = p_r \times n_z = 2508 \text{ mm}$ |
| Hmotnosť | $m_p = 19 \text{ kg}$ |

Presné rozmery zubov tohto konkrétneho pásu sa ani po zdĺhavej komunikácii s výrobcom nepodarilo získať, no na internetovej stránke uvádza, že vyrába aj pásy podľa špecifikácií zákazníka, preto som určil rozmery zubov pásu na obr.18.



Obr.18 Rozmery zvoleného pásu 310×66×38



Dezén výšky 25mm poskytuje dobrú trakciu v mäkkom snehu, no zostáva bez problémov použiteľný pri pohybe po tvrdom povrchu.

4.2.3 NÁVRH HNACIEHO KOLESA

V časti 4.2.1 bol zvolený prenos krútiaceho momentu pomocou pozitívneho tvarového styku. Pre priemer hnacieho kolesa zvoleného v koncepčnom náčrte musíme dopočítať počet priečnikov, ktorými bude hnacie koleso zberať o zuby pásu.

Priemer hnacieho kolesa z koncepčného náčrtu $D_{ok} = 345 \text{ mm}$

Vypočítaný obvod hnacieho kolesa $O_{ok} = 1083,8 \text{ mm}$

Výpočet počtu priečnikov hnacieho kolesa

$$n = \frac{O_{ok}}{p_r} \quad [-] \quad (4.2.3.1)$$

$$n = \frac{1083,8}{66} \quad [-]$$

$$n = 16,42 \Rightarrow 16$$

Keďže počet priečnikov musí byť kladne celé číslo, bolo zvolených 16 priečnikov v hnacom kolese. Ďalej je nutné prepočítať skutočný priemer kolesa s daným počtom priečnikov.

Prepočítaný obvod hnacieho kolesa

$$O_{fk} = n \times p_r \quad [mm] \quad (4.2.3.2)$$

$$O_{fk} = 16 \times 66 \quad [mm]$$

$$O_{fk} = 1056 \text{ mm}$$

Finálny priemer hnacieho kolesa

$$D_{fk} = \frac{O_{fk}}{\pi} \quad [mm] \quad (4.2.3.3)$$

$$D_{fk} = \frac{1056}{\pi} \quad [mm]$$

$$D_{fk} = 336,1 \text{ mm}$$



4.2.4 VÝBER POJAZDOVÝCH KLADIEK

V prípade prejazdu pásovým podvozkom po tvrdej nerovnosti napr. hrany ľadovej kryhy, môže nastať situácia, že jeden pár kladiek bude musieť vydržať zaťaženie inak rozkladané na všetky kladky rovnomerne. Preto bolo pri výbere kladiek prihliadané na túto skutočnosť a bola požadovaná nosnosť jednej kladky na 500 kg.

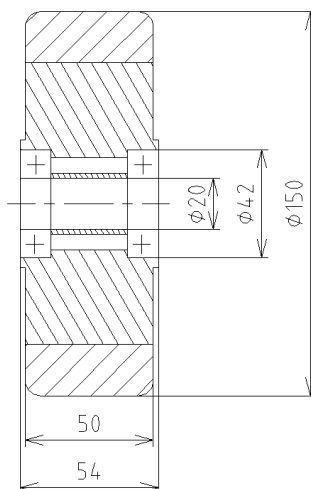
Pojazdové kladky z koncepčného návrhu majú priemer 140 mm. Pre jednoduchú vymeniteľnosť a dostupnosť náhradných dielov bolo výhodné vybrať z katalógu výrobcu priemyselných kladiek a použiť jeden typ.

Bola vybraná kladka od firmy Raeder-Vogel, model 183 ALU PD-S s hliníkovým telom, pogumovaným povrchom Pevodyn-Soft vhodným pre použitie v chladných a mokrych podmienkach.[32]

TECHNICKÉ PARAMETRE POJAZDOVÝCH KLADIEK

Vonkajší priemer $D_{vk} = 150 \text{ mm}$

Nosnosť kladky $M_{vk} = 550 \text{ kg}$



Obr.19 Rozmery pojazdovej kladky

4.2.5 FINÁLNA KONCEPCIA

Pri finálnom koncepčnom návrhu bolo prihliadané na vypočítané rozmery hnacieho kolesa a rozmery zvolených kladiek. Gumové pásy musia byť pri prevádzke napnuté, používaním sa čiastočne predlžujú, takže bolo do návrhu zakomponované napínacie zariadenie, umiestnené na koncový pár kladiek s rozsahom pohybu 45 mm. S upravenými rozmermi bol zmeraný nový parameter, uhol opásania hnacieho kolesa a vypočítaný počet zubov v zábere. Uhol opásania hnacieho kolesa $\alpha_o = 99^\circ$



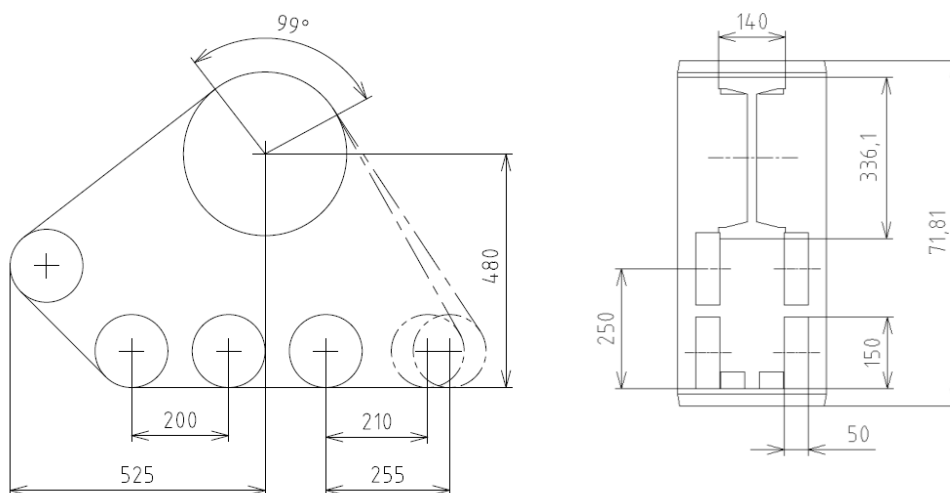
Výpočet počtu zubov pásu v zábere hnacieho kolesa

$$n_{vz} = \frac{\frac{\alpha_o}{360} \times O_{fk}}{p_r} [-]$$

$$n_{vz} = \frac{\frac{99}{360} \times 1056}{66} [-]$$

$$n_{vz} = 4,4 \sim 4$$

Pri prenose krútiaceho momentu sa v zábere hnacieho kolesa nachádza 8 zubov v dvoch radoch.



Obr. 20 Finálny koncepčný náčrt pásového podvozku

Pomocou programu Autodesk AutoCAD 2014 bol zistený obvod opásania v maximálnej polohe napínacieho zariadenia $O_{max} = 2568,8 \text{ mm}$.

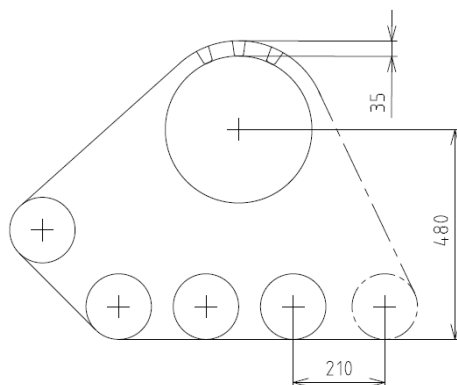
$$O_{max} > O_p$$

Rozsah napínacieho zariadenia 45 mm tak ako je zobrazené vo finálnom koncepčnom náčrte postačuje pre dopnutie pásu.

Na obr. 21 je načrtnutá situácia, kedy je napínacie zariadenie uvoľnené. Zuby pásu sa nachádzajú nad hnacím kolesom. Zistený obvod opásania v tomto prípade je $O_{min} = 2562 \text{ mm}$.

$$O_{min} > O_p$$

Nemôže dôjsť k samovoľnému zvlčeniu pásu ani pri uvoľnenom napínacom zariadení. Pri potrebe výmeny pásu bude nutná demontáž prednej kladky. Výmena pásu a celkový servis nie je častý úkon, takže to nepredstavuje problém.



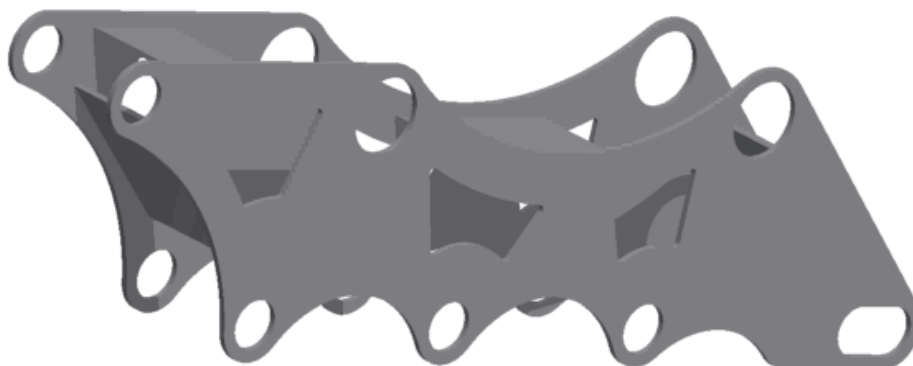
Obr. 21 Náčrt minimálnej krajnej polohy napínacieho zariadenia pri demontáži pásu.

4.3 KONŠTRUKČNÝ NÁVRH

Pri vytváraní konštrukčného návrhu bolo vychádzané z koncepcie a zadaného požiadavku na jednoduchosť, dostupnosť dielov a tuhosť konštrukcie.

4.3.1 RÁM

Rám modulu pásového podvozku bol navrhnutý ako zvarenec dvoch dielčích zvarencov. Spodná pojazďová časť na obr.22 je rebrinového typu. Tvoria ju dva rovnobežné plechy hrúbky 5 mm, priečne vystužené plátni rovnakej hrúbky z materiálu ČSN 11503/ EN S355J2. Tento materiál je dobre zvarateľný, vhodný pre použitie pri znížených teplotách, so zaručenou hodnotou skúšky rázom v ohybe až do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. [34] Konštrukcia je varená obojstranným kútovým zvarom. V spodnej časti sa nachádzajú diery pre vložky, v ktorých budú uložené osy pre pojazďové kladky. V zadnej časti vo vnútri rámu je po oboch stranách navarený výstupok z diery, cez ktorý povedie závitová tyč s dvoma maticami. Toto bude slúžiť ako jednoduché napínacie zariadenie pásu.



Obr. 22 Zvarenec spodnej časti rámu



V hornej časti sú pripravené diery pre vloženie a následné zvarenie druhej – nosnej časti (obr. 23). Nosná časť je zložená z dvoch podpier. Každú z nich tvoria dve na seba kolmé trubky. Vertikálne trubky sú ohnuté o 25°, aby sa dosiahlo optimálnej polohy dotyku pre spoj z hlavnou trúbkou, v ktorej bude uložený hriadeľ hnacieho kolesa. Na výrobu podpier boli použité presné kruhové trubky bezošvé (ČSN 42 0260), o priemere 60 mm s hrúbkou steny 5 mm z materiálu ČSN 11353.1/EN S235JR, so zaručenou zvariteľnosťou. [34]. Polotovarom časti uloženia hriadeľa hnacieho kolesa bola vybraná hrubostenná trubka o priemere 108 mm s hrúbkou steny 20 mm. Materiál ČSN 11523/EN S355J2H je vhodný pre trubkové zvarované konštrukcie, časti strojov a automobilov. [34] Pre trubky nosnej časti rámu bol vybraný polovičný V zvar po celom obvode.



Obr. 23 Zvarenc rÁmu a napinÁkom

Pre zvýšenie pevnosti tohto riešenia bol horizontálny spoj pojazdovej a nosnej časti rámu podopretý plechom hrúbky 7 mm v tvare trojuholníka so skosenými vrcholmi.

4.3.2 HNACIE KOLESO S HRIADEĽOM

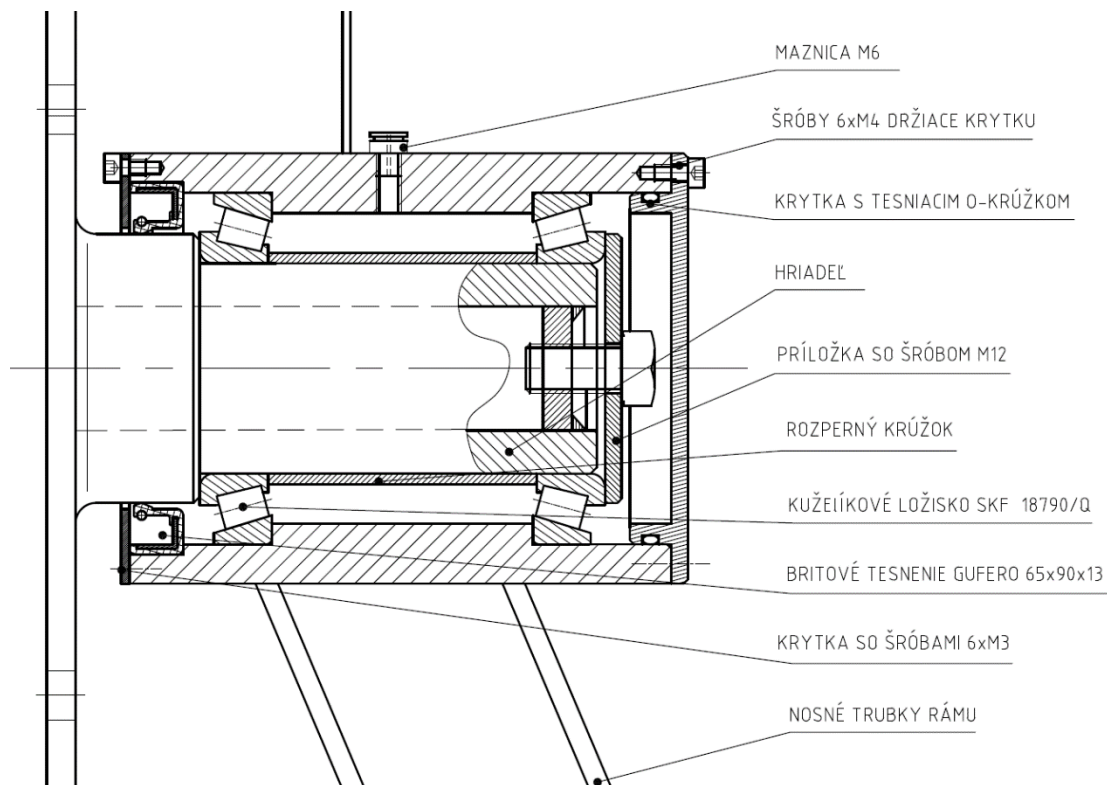
Hnacie koleso sa skladá z hlavnej kruhovej časti z plechu hrúbky 7 mm. Po jej obvode je vyrezaných 16 drážok šírky 7 mm, do ktorých sa priečne zasunú a privaria plechy rovnakej hrúbky, široké 140 mm, ktoré budú prenášať krútiaci moment. Aby sa zubov pásu nedotýkali ostré hrany týchto výstupkov, je cez ne ohnutý 2 mm hrubý plech, ktorý vytvorí oblú dosadacie plochy. Pre dodatočné spevnenie, a tiež aby sa zabránilo zvlčeniu pásu, je po okrajoch privarený plechový prstenec hrúbky 3 mm. Na samotné koleso je privarený hriadeľ. Pre úšetrienie hmotnosti je polotovarom hrubostenná trubka z materiálu ČSN 11523/EN S355J2H. Do dutého vnútra bol navarený kruh s dierou pre šrób M12, ktorý sťahuje a zaisťuje ložiská a spája hriadeľ s rámom. Hnacie koleso je priskrutkované na úchyt kolesa automobilu Suzuki Samurai nie priamo, ale prostredníctvom rozširovacích podložiek pre rozloženie šrób 5×139,7mm v šírke 70 mm. Pre iné vozidlá sa šírka rozširovacích podložiek môže líšiť.



Obr. 24 Hnacie koleso s hriadeľom

4.3.3 ULOŽENIE HRIADEĽA V RÁME

Hriadeľ je uložený v dvojici proti sebe uložených kužeľíkových ložísk SKF 18720/Q.[35] Zabezpečené sú príložkou so šraubom M12. Priestor medzi ložiskami vymedzuje rozperný krúžok. Ložiskový priestor je proti vnikaniu nečistôt zabezpečený britovým tesnením s krytom z vnútornej strany a víkom s tesniacim O-krúžkom z vonkajšej sprany. Pre jednoduchú aplikáciu maziva je v hornej časti ložiskového telesa umiestnená maznica.



Obr.25 Uloženie hriadeľa hnacieho kolesa v ráme



LOŽISKÁ

Pre výpočet základnej trvanlivosti ložísk bol použitý, vedúcim práce odporučený, výpočtový program firmy SKF. Požadovaná nosnosť každého z podvozkov je 800 kg. Výpočet bol uskutočnený s nasledovnými parametrami :

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Radiálne zaťaženie | $F_r = 8 \text{ kN}$ |
| Axiálne zaťaženie | $F_a = 8 \text{ kN}$ |
| Rýchlosť otáčania (pri 45km/h) | $n_i = 720 \text{ ot./min}$ |
| Teplota pri použití | $T = -5^\circ \text{ C}$ |
| Stupeň čistoty | normálna čistota |

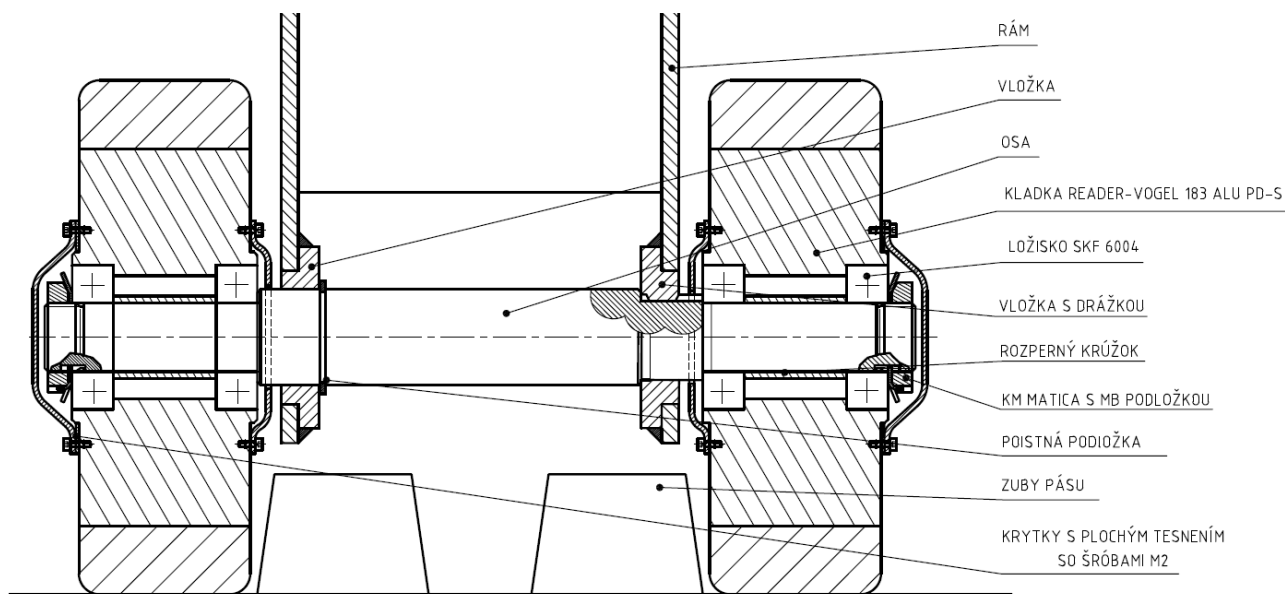
Po prepočítaní aplikáciou SKF sme dostali tieto hodnoty:

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Základná výpočtová trvanivosť ložiska | $L_{10h} = 3490 \text{ hod.}$ |
| Ekvivalentné dynamické zaťaženie | $P = 15,2 \text{ kN}$ |

Základná výpočtová trvanivosť ložiska vyhovuje zadaniu.

4.3.4 OSA A ULOŽENIE KLADIEK

Uloženie kladiek bolo navrhnuté tak, že kladky sú umiestnené na ose, ktorá ide vcelku skrz rovnobežné plechy rámovej konštrukcie. Aby bola zaistená vymeniteľnosť v prípade poškodenia, bolo navrhnuté riešenie na obr. 24.



Obr.26 Uloženie osy v ráme



Do dier v hlavnom ráme boli umiestnené vložky, ktoré sú po obvode navarené na rám. Slúžia na zväčšenie kontaktnej plochy osy a rámu, čím sa zníži kontaktné napätie. Osa sa vkladá do rámu z ľavej strany. Pravá strana osy je menšieho priemeru a obsahuje drážku, do ktorej zapadne výstupok na pravej vložke. Zabráni sa tak pretáčaniu osy vo vložkách. Na pravej strane osy z vnútornej strany rámu je umiestnený poistný krúžok (segerka), ktorý obmedzí osu v pohybe do strán. Osa je vyrobená z materiálu S355J2. Samotné kladky sa po nasadení na osu zabezpečia KM maticou poistenou MB podložkou. Priestor ložísk a matice sa nakoniec zakrytuje proti vnikaniu veľkých nečistôt. Krytky sú vyrobené lisovaním z plechu hrúbky 1mm.

LOŽISKÁ

V pojazdových kladkách boli použité guľôčkové ložiská SKF 6004-2RSH s obojstranným trecím tesnením.[35] Nosnosť podvozku(800 kg) sa na plochu pásu rozkladá pomocou 8 kladiek. Životnosť bola overená na základe týchto zadaných parametrov:

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Radiálne zaťaženie | $F_r = 1,5 \text{ kN}$ |
| Axiálne zaťaženie | $F_a = 0,5 \text{ kN}$ |
| Rýchlosť otáčania(pri 45km/h) | $n_i = 3200 \text{ ot./min}$ |
| Teplota pri použití | $T = - 5^\circ \text{ C}$ |
| Stupeň čistoty | normálna čistota |
| Použité mazivo | Standard MT47 |

Po prepočítaní aplikáciou SKF sme dostali tieto hodnoty:

| | |
|--|-------------------------------|
| Základná výpočtová trvanlivosť ložiska | $L_{10h} = 6120 \text{ hod.}$ |
| Ekvivalentné dynamické zaťaženie | $P = 1,56 \text{ kN}$ |

Základná výpočtová trvanlivosť ložiska vyhovuje zadaniu.

NAPÍNACIE ZARIADENIE

Napínacie zariadenie sa skladá z návarkov hrúbky 7 mm s dierou, umiestnených z vnútornej strany rámu. Cez diery vedú závitové tyče M8 spojené s osou pomocou dier so závitom, ktoré sú do nej vyvítané. Spojenie vložiek a osy napínáku drážkou nie je potrebné, jej pretáčaniu bráni práve spojenie so závitovými tyčami. (obr.23) Závitové tyče sú zakrútené niekoľko závitov do pripravených dier v ose. Poistené matky vytvoria predpätie, aby sa predišlo ich samovoľnému vyšróbovaniu z osy. Ďalšia dvojica matiek po stranách návarkov zabezpečuje samotný posuv osy a dopnutie pásu.



Obr.27 Detail napínacieho zariadenia

4.3.5 KOMPLETNÁ ZOSTAVA: MODUL PÁSOVÉHO PODVOZKU

Na obr. 28 je zobrazená zostava modulu pásového podvozku. Základné technické špecifikácie sú spísané v tab.5. Pri montáži na Suzuki Samurai dôjde k celkovému zvýšeniu svetlej výšky o 144 mm a celkovo sa vozidlo rozšíri o 256 mm.



Obr. 28 Zostava modulu pásového podvozku



Tab. 5 Technická špecifikácia navrhnutého podvozku

| MODEL | BP-BG01 |
|--|--|
| Materiál rámu | oceľ |
| Materiál hnacieho kolesa/kladiiek | oceľ, hliník a guma Pevodyn-Soft |
| Hmotnosť | 340 kg / 85 kg ks. |
| Doporučená maximálna hmotnosť vozidla | 1600 kg |
| Šírka pásu | 310 mm(12,2 in) |
| Materiál pásu | gumová zmes vystužená kompozitným vláknom |
| Zvýšenie svetlej výšky | 144 mm(5,7 in.) |
| Stičná plocha | min.: 0,88 m ² / max.: 1,08 m ² |
| Odporúčaná maximálna rýchlosť | 45 km/h(65km/h na obmedzený čas) |
| Maximálny bočný náklon | - |
| Redukcia prevodu | zvýšený o 1/2 oproti vozidlu so štandardnou pneumatikou 215/70 R15 |



ZÁVER

V tejto práci bol podaný základný prehľad o pásových vozidlách využívaných na pohyb po snehu, použitie pásového podvozku v histórii automobilového priemyslu a bola popísaná konštrukcia a technické špecifikácie rôznych typov v súčasnosti vyrábaných pásových podvozkov pre automobily od svetových výrobcov. Pri písaní tejto práce nebola nájdená akákoľvek ucelená publikácia, ktorá by podávala informácie o problematike snehových pásových podvozkov pre automobily, preto táto rešeršná časť poskytuje základný súhrn poznatkov pre tých, ktorí uvažujú o kúpe takéhoto podvozku alebo sa o takéto podvozky zaujímajú.

V praktickej časti bol vytvorený zjednodušený konštrukčný návrh pásového podvozku pre malé terénne vozidlo do 1600kg. Bol vytvorený 3D model a technická dokumentácia zostavy podvozku. Funkčnosť a trvanlivosť ložísk za normálnych podmienok stanovená nad požadovanú hranicu 3000 prevádzkových hodín. Podarilo sa zachovať jednoduchosť konštrukcie a požadovaný merný tlak. Hmotnosť navrhnutého riešenia 85 kg je porovnateľná s konkurenčnými. Pri reálnej montáži tohto podvozku by bolo nutné na konštrukciu vozidla pridať dorazy, ktoré by bránili dotyku pásu s blatníkom.



POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

- [1] ŠALING, Samo; IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, Mária; MANÍKOVÁ, Zuzana. Veľký slovník cudzích slov. 5. revid. a dopl. vyd. Bratislava – Prešov : SAMO, 2008. 1184 s. ISBN 978-80-89123-07-0. S. 930.
- [2] ŠALING, Samo; IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, Mária; MANÍKOVÁ, Zuzana. Veľký slovník cudzích slov. 5. revid. a dopl. vyd. Bratislava – Prešov : SAMO, 2008. 1184 s. ISBN 978-80-89123-07-0. S. 961.
- [3] *Rolby* [online]. 2006 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.rolby.wz.cz/index.htm>
- [4] Lavína 801TD-Z: Fotoalbum. *Snežná pásová vozidla* [online]. Třinec, 2015 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.lavina.estranky.cz/clanky/fotoalbum.html>
- [5] History: History of the Snow-Trac ST4. *Snow-Trac* [online]. 2005 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.snow-trac.com/history.htm>
- [6] DAVID'S VINTAGE SNOWMOBILE PAGE. *David sleds* [online]. Quebec, 2015 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: http://www.davidsleds.mysite.com/PAGE_20067.html
- [7] OLAFSKÝ, David. Trac master: Švédsky záchranár v Nízkyh Tatrách. *Veterán sk.* 2013, **2013**(2), 52-53.
- [8] Renegade Backcountry X: Trail sled or deep snow sled? Both. *Ski-doo: Snowmobiles* [online]. Valcourt (Quebec), 2016 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: http://www.ski-doo.com/content/ski-doo/en_US/ski-doo/renegade/renegade-backcountry-x.html
- [9] Timbersled Short Track Raw (ST 120 RAW). *Timbersled* [online]. Minnesota(USA), 2016 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.timbersled.com/en-us/snow-bike/short-track-raw>
- [10] Grizzly at ABR. In: *Grooming Talk* [online]. 2011 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: http://z1.ifrm.com/1500/199/0/p1018681/Grizzly_at_ABR_DL_.jpg
- [11] PLICHTA, Z. *Pásový podvozek lesního traktoru*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.
- [12] MAREŠ, M. *Konstrukce mobilního pásového podvozku transportního stroje*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
- [13] Citroën-Kegresse-Hinstin Autochenille. Citroënët [online]. Veľká Británia, 2006 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.citroenet.org.uk/utilities/autochenille/autotechenille.html>
- [14] A brief history of The Model T Ford Snowmobile. *Model T Ford Snowmobile Club* [online]. West Ossipee (New Hampshire), 2014 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.modeltfordsnowmobile.com/lcmainbriefhistory.htm>



- [15] About Us: Company History. *James A. Cuthbertson Ltd.* [online]. Biggar (Škótsko), 2000 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.jamescuthbertson.co.uk/about/company-history.php>
- [16] Cuthbertson Tracked: Cuthbertson Tracked Land Rovers. *LR-MAD* [online]. ©2012 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.lr-mad.co.uk/en/cuthbertson-tracked>
- [17] Vehicles: Land-Rover. *Four wheel drive Online* [online]. 4WDOnline, ©2013 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.4wdonline.com/LandRover/Series/Cuthbertson.html>
- [18] Series Land-Rovers: Land-Rover S2 - Cuthbertson. *Land-Rover Series Club Czech Republic* [online]. Praha: Land-Rover Series Club, 2010 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.lrsc.cz/modely/series2/Cuthbertson>
- [19] File: Tracked land rover. *Wikimedia Commons* [online]. England, 2007 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tracked_land_rover_%281%29.jpg
- [20] *Dominator Track System* [online]. Chassel (Michigan): American tracktruck, 2008 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.americantracktruck.com>
- [21] *Mattracks: Worldwide Track Technology* [online]. Karlstad (Minnesota): Mattracks, © 2016 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <https://www.mattracks.com>
- [22] *Versatracks* [online]. Nottingham (United Kingdom): Versatracks, ©2010-2013 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.versatracks.com/>
- [23] *ZonePowerTrack* [online]. Alma (Quebec): Powertrack, 2016 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.zonepowertrack.com>
- [24] *Wheeltracks* [online]. WheelTracks, 2015 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.wheeltracks.net/ru/>
- [25] *Track N Go: Wheel Driven Track System* [online]. Lévis (Quebec): Track N Go, 2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://trucktracks.com/en/>
- [26] HYLAND, Ray. Mattracks: two year long-term test. *Expedition Portal* [online]. Hope (British Columbia): Expedition Portal, 2011 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://expeditionportal.com/mattracks-two-year-long-term-test/>
- [27] Блог: Представляю вашему вниманию американского конкурента ВГД фирмы MATTRACKS. *Drive2* [online]. Volgograd: DRIVE2.RU, 2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <https://www.drive2.ru/b/224471/>
- [28] Спецтехника: Вездеход Track N Go в Хабаровске. *Drom* [online]. DromRu, ©1999-2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://spec.drom.ru/khabarovsk/misc/vezdehod-track-n-go-34388311.html>
- [29] *Tracked vehicle build up* [online]. In: . 2009 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.pirate4x4.com/forum/general-4x4-discussion/854333-tracked-vehicle-build-up.html>



- [30] *Youtube* [online]. 2013 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <https://i.ytimg.com/vi/HYLazxjcFLk/hqdefault.jpg>
- [31] Wholesale track for snowmobile. *China senior supplier* [online]. Jiangxi, China, 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: http://www.chinaseniorsupplier.com/old1/Automobiles_Motorcycles/ATV_Parts/60283608192/Manufacture_rubber_track_for_snowmobile_310_66.html
- [32] Katalóg priemyselných kolies a kladiek firmy Reader-Vogel. *Raeder-Vogel: For better wheels and better service* [online]. Hamburg, 2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://www.raedervogel.de/en/service/online-catalogue>
- [33] Xtrack All-Season UTV System. *ATV Tracks* [online]. Spokane: Camoplast ATV/UTV Tracks, 2013 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://camoplastatvutvtracks.com/products/utvs-tracks/xtrack-all-season-utv-system>
- [34] SVOBODA, Pavel a Jan BRANDEJS. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. Vyd. 5. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-7204-838-0.
- [35] SKF: Ložiska, jednotky a tělesa. *SKF* [online]. Praha: Skf Česká Republika, 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/bearings-units-housings/index.html>



Zoznam Použitých Skratiek a Symbolov

| | | |
|-----------|-----------|---|
| Atv | [-] | All terrain vehicle |
| Dfk | [mm] | Prepočítaný priemer hnacieho kolesa |
| Dmin | [mm] | Minimálny priemer hnacieho kolesa |
| Dok | [mm] | Priemer hnacieho kolesa z koncepčného náčrtu |
| Dvk | [mm] | Vonkajší priemer pojazdovej kladky |
| Fa | [kN] | Axiálne zaťaženie ložiska |
| Fr | [kN] | Radiálne zaťaženie ložiska |
| J.A.C Ltd | [-] | James A. Cuthbertson Ltd |
| kp | [mm] | Šírka pásu |
| L10h | [hod] | Výpočtová trvanlivosť ložiska podľa SKF |
| lp | [mm] | Dĺžka styčnej plochy pri pohybe po tvrdom povrchu |
| mc | [kg] | Celková hmotnosť vozidla Suzuki Samurai |
| mcelk | [kg] | Celková zadaná hmotnosť vozidla |
| mn | [kg] | Nosnosť viac zaťaženej nápravy |
| mp | [kg] | Pohotovostná hmotnosť vozidla Suzuki Samurai |
| mp | [kg] | Hmotnosť pásu |
| mpn | [kg] | Zaťaženie prednej nápravy |
| mpod | [kg] | Predpokladaná hmotnosť 4 podvozkov |
| Mvk | [mm] | Nosnosť pojazdovej kladky |
| mzn | [kg] | Zaťaženie zadnej nápravy |
| n | [-] | Počet priečnikov hnacieho kolesa |
| ni | [ot./min] | Rýchlosť otáčania vnútorného krúžku ložiska |
| np | [kg] | Požadovaná nosnosť každého z podvozkov |
| nvz | [-] | Počet zubov pásu v zábere hnacieho kolesa |
| nz | [-] | Počet zubov pásu |
| Ofk | [mm] | Prepočítaný obvod hnacieho kolesa |
| Omax | [mm] | Obvod opásania v maximálnej polohe napínača pásu |
| Omin | [mm] | Obvod opásania v minimálnej polohe napínača pásu |
| Ook | [mm] | Obvod hnacieho kolesa z koncepčného náčrtu |
| Op | [mm] | Obvod pásu |
| P | [kN] | Ekvivalentné dynamické zaťaženie |
| pc | [Pa] | Požadovaný celkový merný tlak podvozku |
| pm | [Pa] | Vypočítaný merný tlak |



| | | |
|------------|------|--|
| pr | [mm] | Rozteč medzi vrcholmi zubov |
| T | [°C] | Teplota okolia pri prevádzke |
| UHMWPE | [-] | Ultra-high-molecular-weight polyethylene |
| Utv | [-] | Utility task vehicle |
| zv | [mm] | Zvýšenie svetlej výšky pásovým podvozkom |
| zvmax | [mm] | Max. dovolené zvýšenie svetlej výšky podvozkom |
| α_0 | [°] | Uhol opásania hnacieho kola |



ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Výkres celkovej zostavy 01-BP-16-001

Príloha 2: Výkres podzostavy zvarenca pojazdovej časti rámu 01-BP-16-002