



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

STUDIE PÁSOVÝCH PODVOZKŮ MOBILNÍCH STROJŮ

THE STUDY CRAWLER UNDERCARRIAGES OF MOBILE MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FILIP HLUZÍN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JAROSLAV KAŠPÁREK, PH.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Filip Hluzín

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

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:

Studie pásových podvozků mobilních strojů

v anglickém jazyce:

The study crawler undercarriages of mobile machines

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte kritický rozbor shrnující poznatky o typech pásových podvozků u současných mobilních pracovních strojů. Součástí práce je i kritický rozbor jednotlivých konstrukčních řešení pásových podvozků s ohledem na použití pásových podvozků v různých terénních podmínkách.

Cíle bakalářské práce:

Vypracujte závěrečnou zprávu, která bude obsahovat:

- Rozdělení pásových podvozků mobilních pracovních strojů do kategorií dle příslušných konstrukčních nebo technologických znaků.
- Rozbor jednotlivých kategorií po konstrukční a technologické stránce.
- Výpis možných parametrů pásového podvozku, podle kterého je prováděna případná volba typu pásového podvozku.
- Závěrečné zhodnocení současně používaných pásových podvozků a případná budoucí orientace směru vývoje pásových podvozků u mobilních pracovních strojů.

Seznam odborné literatury:

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, ISBN 80-200-1045-9, Praha 2003

JEŘÁBEK, K. a kol.: Stroje pro zemní práce – silniční stroje, Ostrava, 1996

BOSOI, E.S., SILTAN-SHAKH, E.G., SMIRNOV, I.I., VERNIAEV, O.V.: Theory, Construction and Calculation of Agricultural Machines, ed. Taylor and Francis, Publication Date: 2001: 680 pages, ISBN: 978-9061919995

WONG, J.Y.: Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering (Second Edition), Terrain Behaviour, Off-Road Vehicle Performance and Design, ISBN: 978-0-7506-8561-0 ;Imprint: Butterworth Heinemann; Hardbound, 488 Pages

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 10.11.2014

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

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



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá studií pásových podvozků mobilních strojů. První polovina práce je věnována rámcům a dalším součástem podvozku stroje. Druhá část je zaměřena na konkrétní podvozky jednotlivých mobilních strojů a jejich vzájemné porovnání.

KLÍČOVÁ SLOVA

rám, pásový podvozek, mobilní stroj

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with study of crawler undercarriage of mobile machines. There is a description of frames and other components of machine's undercarriage in the first part. There is a comparison between selected undercarriage in the second part.

KEYWORDS

frame, crawler undercarriage, mobile machine



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HLUZÍN, F. Studie pásových podvozků mobilních strojů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 29. května 2015

.....

Filip Hluzín



PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc při tvorbě této práce.



OBSAH

Úvod.....	15
1 Základní znaky pásového podvozku	16
1.1 Rámy.....	16
1.1.1 Rámy nedělené	16
1.1.2 Rámy dělené	16
1.1.3 Polorámová konstrukce	19
2 Pojezdové a pohonné ústrojí	20
2.1 Podélné nosiče	20
2.2 Hnací kolo.....	20
2.3 Vodící kolo	21
2.4 Pojezdové kladky	22
2.5 Podpěrné kladky	22
2.6 Pohonné ústrojí	23
2.7 Napínací ústrojí pásu	23
2.8 Pásy.....	24
2.8.1 Ocelové článkové pásy	24
2.8.2 Pryžové pásy	25
2.9 Řízení.....	26
2.9.1 Brzděný diferenciál	26
2.9.2 Směrové spojky a brzdy	26
2.9.3 Řízení planetovým převodem.....	26
2.9.4 Regenerativní řízení	26
2.10 Druhy a typy pásových podvozků.....	26
2.10.1 Druhy pásových podvozků.....	26
2.10.2 Typy pásových podvozků.....	27
3 Podvozky podle oblasti užití	28
3.1 PÁSOVÉ PODVOZKY PRO SMYKEM ŘÍZENÉ KOLOVÉ NAKLADAČE.....	28
3.1.1 Pásový podvozek VTS	28
3.1.2 OTT pásy	28
3.2 KOMPAKTNÍ PÁSOVÉ NAKLADAČE.....	29
3.3 PÁSOVÉ NAKLADAČE.....	31
3.4 DOZERY	33
3.5 MINIRYPADLA	35
3.6 RYPADLA	37
3.7 PÁSOVÉ TRAKTORY	40



3.8	HARVESTORY	42
4	Zhodnocení a volba podvozku	44
4.1	Parametry pro volbu podvozku.....	44
4.2	Volba podvozku.....	45
4.3	Budoucí orientace vývoje pásových podvozků	45
	Závěr.....	46
	Použité informační zdroje	47
	Seznam použitých zkratk.....	51
	Seznam obrázků	52
	Seznam tabulek	54



ÚVOD

S rozvojem zemědělství, stavebního a těžebního průmyslu rostl požadavek na stále výkonnější a tím pádem i těžší stroje. Bylo se potřeba dostat do míst, která byla pro stroje s kolovými podvozky nedostupná kvůli nezpevněnému povrchu, strmému terénu, malé únosnosti půdy a vysoké hmotnosti stroje. Pro tyto specifické podmínky bylo nutno vymyslet a zkonstruovat zcela nový typ podvozku.

V roce 1904 byl patentován pásový podvozek, který vyřešil problémy s vysokou hmotností stroje a jeho negativních vlivů na terén. Pásový podvozek se ukázal jako jedno z nejúčinnějších řešení převodu hnací síly na podklad a to díky větší stykové ploše pásů oproti kolům, což má za následek lepší rozložení váhy stroje a zmenšení měrného tlaku. Díky malým měrným tlakům má podvozek vynikající prostupnost nezpevněným terénem, a to i v místech s malou únosností půdy [1].

Na druhé straně nevýhody těchto podvozků spočívají ve vyšší hmotnosti oproti klasickým kolovým podvozkům, vyšších výrobních nákladech, nutnosti pečlivější údržby, nízké rychlosti, nutnosti přepravy po zpevněných komunikacích na valnicích a vysokému opotřebení jednotlivých součástí pásového podvozku.

I přes tyto nevýhody se pásové podvozky hojně užívají v civilním průmyslu jako alternativa konvenčních kolových podvozků. Jejich výrobou se zabývá mnoho firem např. Liebherr, Caterpillar, Komatsu a mnoho dalších.



1 ZÁKLADNÍ ZNAKY PÁSOVÉHO PODVOZKU

Pásové podvozky se vyznačují malými měrnými tlaky na podklad, díky tomu že se hmotnost stroje rozloží na relativně velkou plochu. Jsou schopny přenášet větší tažné a brzdné síly. Velká styková plocha pásů umožňuje dobrou prostupnost v terénech s velkým stoupáním či v neschůdném terénu. Vyšší hmotnost oproti kolovému podvozku v kombinaci s velkou stykovou plochou zajišťuje vyšší stabilitu stroje. Dále se pásový podvozek vyznačuje nižší rychlostí a vyšší pořizovací cenou oproti např. kolovému podvozku a zhruba poloviční životností. Nutností je údržba, hlavně mazání všech pohyblivých součástí.

Základní součástí podvozku je rám, na kterém je připevněna nástavba stroje a pojezdová část skládající se z pásů, kol, kladek a pohonné jednotky. [2], [13]

1.1 RÁMY

Rám tvoří nosnou část pásového podvozku, vyžaduje se jejích vysoká tuhost. Spojuje nástavbu stroje s pojezdovou částí. Rámy se vyrábějí lité, svařované či montované pomocí šroubových spojů. [2]



Obr. 1.1, Rám pásového rypadla Kraneks EK 300 [3]

1.1.1 RÁMY NEDĚLENÉ

Konstrukce je skříňová a tvoří ji střední most s kruhovou přírubou, na němž může být umístěno velkorozměrové ložisko nesoucí nástavbu. Po bocích jsou přivařeny podélné nosiče pásů. Toto uspořádání neumožňuje změnu rozchodu pásů, tvoří dostatečně tuhou skříň s vysokou hmotností a příznivě ovlivňuje stabilitu stroje. [2]

1.1.2 RÁMY DĚLENÉ

Hlavní částí rámu je svařovaný nebo litý střední most se dvěma přišroubovanými podélnými nosiči pásů.



- **Se stálým rozchodem**

Nosiče se mohou podle potřeby zaměnit za nosiče odlišné délky a šířky tím se změní záběrové podmínky podvozku např. zvýšení stability, snížení měrného tlaku, zlepšení záběrových podmínek stroje.

- **S měnitelným rozchodem**

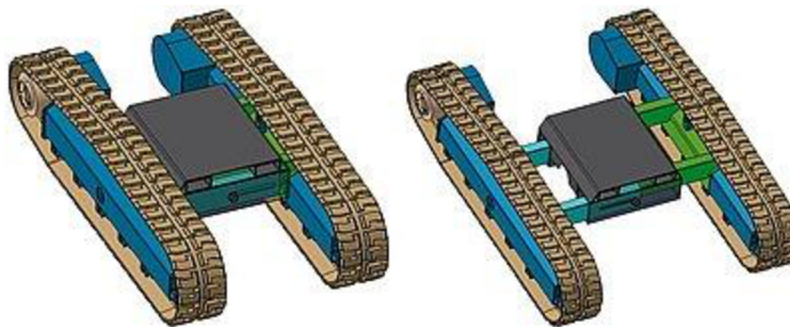
Princip spočívá ve změně šířky pásového podvozku. Zmenšením rozchodu koncepce umožňuje snadnou přepravu stroje pomocí jiného dopravního prostředku. Rozšíření rozchodu zvyšuje stabilitu stroje, proto může stroj být užit v náročnějších terénech nebo být více pracovníě zatížen.

Změna se realizuje z kabiny obsluhy pomocí hydraulických válců zabudovaných v podvozku. Velikost změny rozchodu se pohybuje od 200 mm do 500 mm na každou stranu a liší se konstrukčním řešením hydraulického zařízení. Nejčastější změna rozchodu se realizuje buď pomocí pracovního zařízení, nebo prostřednictvím pracovního zařízení a radlice. V prvním případě nadzvedne pracovní zařízení jeden nosič nad úroveň terénu, nosič se vysune do požadované délky, poté se přesune na druhou stranu, kde se proces zopakuje. Pomocí pracovního zařízení a radlice se nadzvedne celý stroj nad úroveň terénu a oba nosiče se vysunou zároveň.

Konstrukční řešení měnitelného rozchodu pásových podvozků

Řešení s asymetrickými posuvnými příčnický

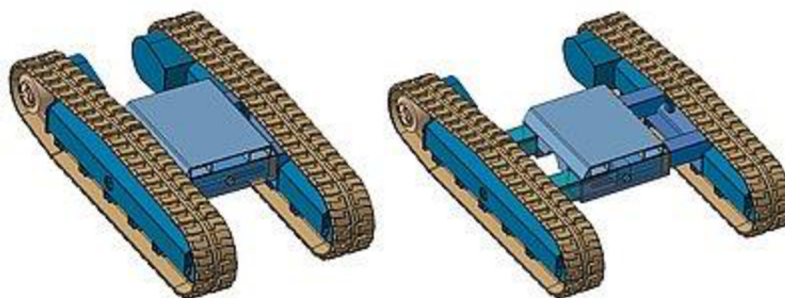
Nosiče pásů jsou svařeny s příčnický. Příčnický jsou v rámu uloženy asymetricky a mají stejný průřez.



Obr. 1, 2, Řešení s asymetrickými posuvnými příčnický [4]

Řešení s posuvnými příčnický rozdílných průřezů

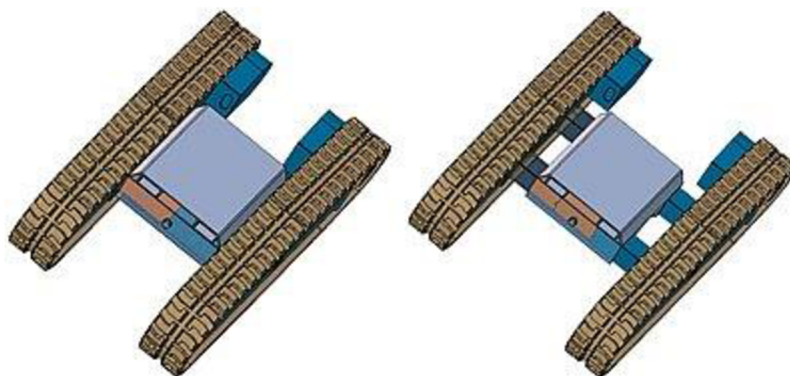
Řešení obdobné jako v předešlém případě, ovšem příčnický na jedné straně mají rozdílný průřez jako příčnický na straně druhé. Při změně rozchodu se příčnický menších průřezů zasouvají do příčnicků větších rozměrů.



Obr. 1.3, Řešení s posuvnými příčnicí rozdílných průřezů [4]

Řešení s posuvnými symetrickými příčnicí

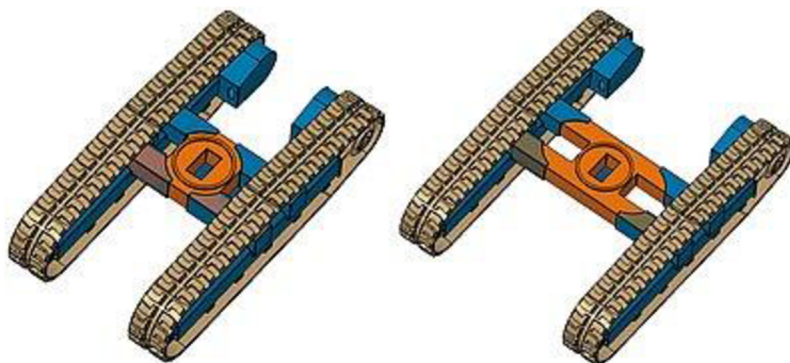
Příčnicí uložené symetricky mají stejný průřez. Konstrukčně řešení do jisté míry kombinuje předchozí dvě řešení.



Obr. 1.4, Řešení s posuvnými symetrickými příčnicí [4]

Řešení s posuvnými nosiči pásů

Příčnicí svařené s rámem tvoří jeden celek. Podélníky jsou uloženy posuvně na příčnicích. Koncepce však vyžaduje dostatečnou šířku stroje, proto je vhodná pro stroje vyšší hmotnosti.

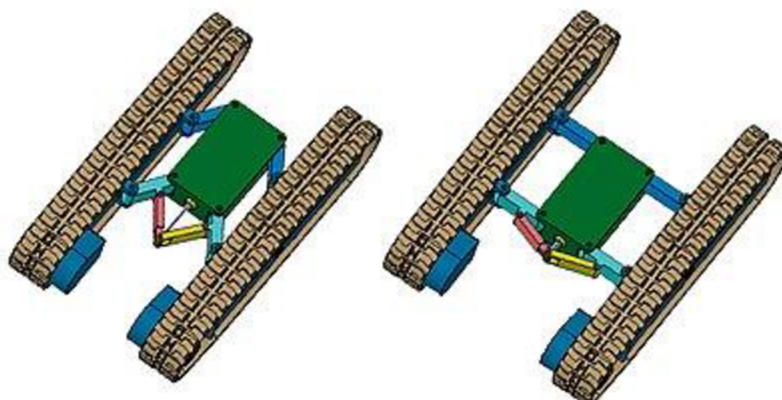


Obr. 1.5, Řešení s posuvnými nosiči pásů [4]



Řešení kloubové

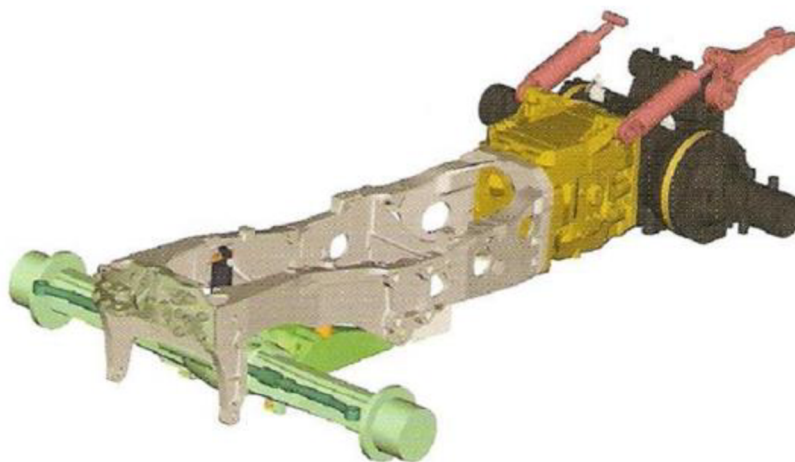
Řešení vyžaduje nadzvednutí celého stroje nad úroveň terénu a vysunutí obou nosičů zároveň. Pomocí kloubu se rozevírají nosiče, tím se mění velikost rozchodu. [2], [4]



Obr. 1.6, Řešení kloubové [4]

1.1.3 POLORÁMOVÁ KONSTRUKCE

Konstrukce se skládá ze zadního mostu, masivní převodovkové skříně plnící nosnou funkci a rámu nesoucího motor, konstrukce je výhodná zejména u pásových traktorů nižších výkonů. [5]

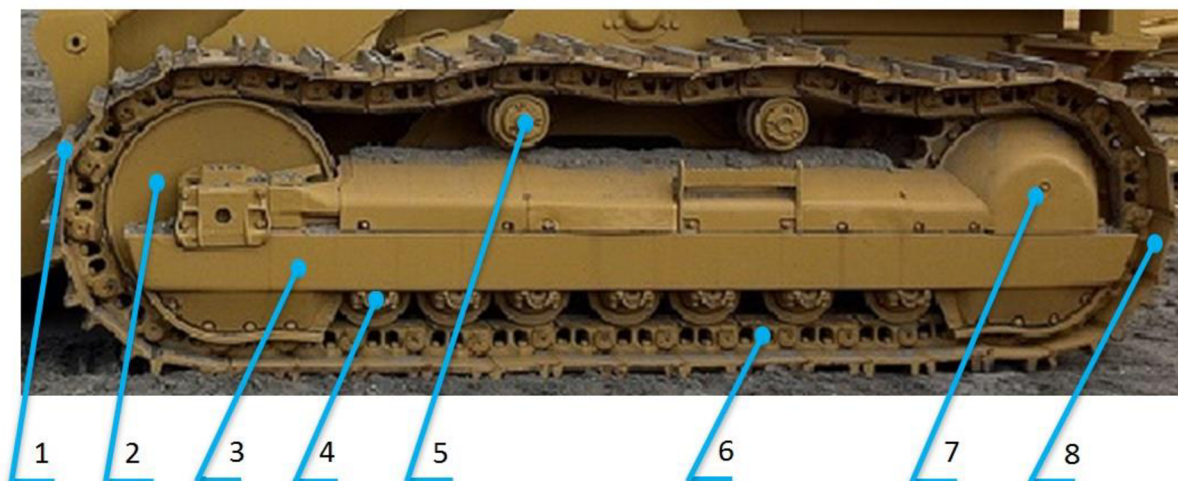


Obr. 1.7, Polorámová konstrukce traktoru [5]



2 POJEZDOVÉ A POHONNÉ ÚSTROJÍ

Pojezdové ústrojí tvořené nosiči pásů je připevněno pomocí příčníků připevněno k rámu stroje. Rypadla a jim podobné stroje mají rám tuhý, dozery a pásové traktory mají jeden příčník uložený kyvně. Jednotlivé součásti podvozku jsou zobrazeny na obrázku (Obr. 1.8). [2]



Obr. 2.1, Pojezdové ústrojí (Caterpillar 977l track loader)

1-Žebro; 2-Vodící kolo; 3-Podélný nosič; 4-Pojezdová kladka; 5-Podpěrná kladka;
6-Článkový řetěz; 7-Hnací kolo; 8-Opěrná deska [6]

2.1 PODÉLNÉ NOSIČE

Tvoří jej dva ohýbané, válcované, nebo složené svařované nosníky spojené a vyztužené stojinami a pásnicemi, protože musí být nosník dostatečně tuhý, aby se zabránilo nežádoucím deformacím. Stojiny a pásnice jsou umístěny tak, aby nebránili údržbě a výměně dalších částí pásového podvozku. [2], [13]

2.2 HNACÍ KOLO

Hnací kolo přenáší krouticí moment z hydromotoru na pojezdový pás. Důležitým výrobním požadavkem je dostatečná přesnost geometrie zubů kola pro správný záběr zubů kola a pojezdového pásu. Kolo je odlito buď jako celek s kalenými zuby, nebo se užívá kalených věnců, či kalených věncových segmentů přišroubovaných pomocí lícovaných šroubů na těleso kola. Výhodou věnců je snadná výměna při opotřebení bez nutnosti demontáže jiných součástí a úspora výrobních nákladů. [2], [7], [13]



Obr. 2.2, Ozubený věnec hnacího kola [7]

2.3 VODÍCÍ KOLO

Vodící kolo je hladké, opatřené nákrážky pro vedení článkového řetězu. Nákrážky oddělují dosedací plochy pro řetěz. Pracovní plochy se většinou nijak neobrábí, ale pouze povrchově kalí. Kolo se buď odlévá, nebo svařuje. [2], [13]



Obr. 2.3, Vodící kolo [8]



2.4 POJEZDOVÉ KLDKY

Těleso kladky tvoří dva svařené výkovky, v nichž jsou zalisována dvě kluzná pouzdra, volný prostor je vyplněn mazivem. Kladka se otáčí na čepu, jenž je na konci pevně uložen v podélném nosníku. Kladky zajišťují vedení spodní větve pásu, přenášejí zatížení z pásů do rámu a také mají za úkol kopírovat vhodně terén, aby byly zajištěny vhodné záběrové podmínky podvozku. [2], [13]



Obr. 2.4, Pojezdová kladka [9]

2.5 PODPĚRNÉ KLDKY

Konstrukce je obdobná jako u pojezdových kladek. Pojezdové kladky napínají horní větev pásu a brání jejímu nadměrnému průvěsu. [13]



Obr. 2.5, Podpěrná kladka [9]



2.6 POHONNÉ ÚSTROJÍ

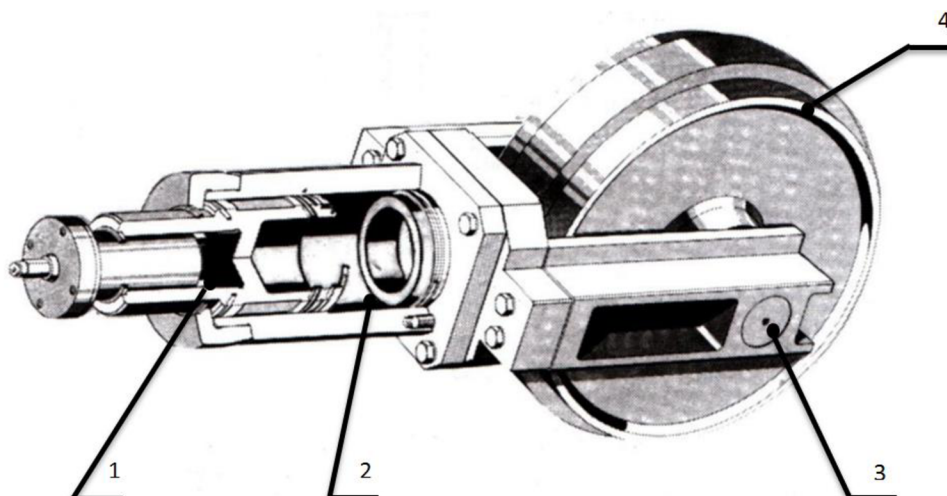
Každý pás je poháněn vlastním hydromotorem, kterému je olej tlakový dodáván pomocí hydraulického převaděče. Převaděč je umístěn v otočném svršku a je napájen z hydrogenerátorů. Jelikož jsou koncové otáčky hydromotorů příliš velké (uvádí se 3000 otáček za minutu i více), řadí se mezi hydromotor a hnací kolo převodovka, která umožňuje potřebnou redukci otáček. Převodovka se skládá z převodu čelními koly a planetové převodovky. [13]



Obr. 2.6, Pojezdový hydromotor [10]

2.7 NAPÍNACÍ ÚSTROJÍ PÁSU

Konstrukční řešení u starších modelů sestává z vinuté pružiny připevněné k vodícímu kolu, u moderních strojů se užívá hydraulicko-pneumatický systém odpružení. Systém se skládá z vodícího kola uloženého ve vidlici, k níž je přišroubováno pouzdro, v němž je tukový váleček a okolní prostor je vyplněn dusíkem. Úkolem napínacího ústrojí je správné napínání pásu tak aby nedošlo k jeho přetržení, nebo svlečení a zároveň musí být dostatečně tuhé, aby nedocházelo ke stálým posuvům, protože pás při pohybu je zatížen velkými rázy. [13]



Obr. 2.7, Napínací ústrojí [13]



2.8 PÁSY

2.8.1 OCELOVÉ ČLÁNKOVÉ PÁSY

Pás je složen ze článkového řetězu a přišroubovaných opěrných desek. Řetěz je tvořen dvojicí kovaných lamel, mezi nimi jsou vložena pouzdra a těsnění, a tyto lamely jsou navlečeny na dutém hřídeli. Hřídel je napuštěný olejem, který protéká otvorem mezi hřídel a pouzdro a maže třecí části čepů a pouzder. Opěrné desky jsou šroubovány k lamelám a vyrábí se řezáním z válcovaných profilů.



Obr. 2.8, Řez spoje článkového řetězu [9]

Druhy opěrných desek a jejich užití

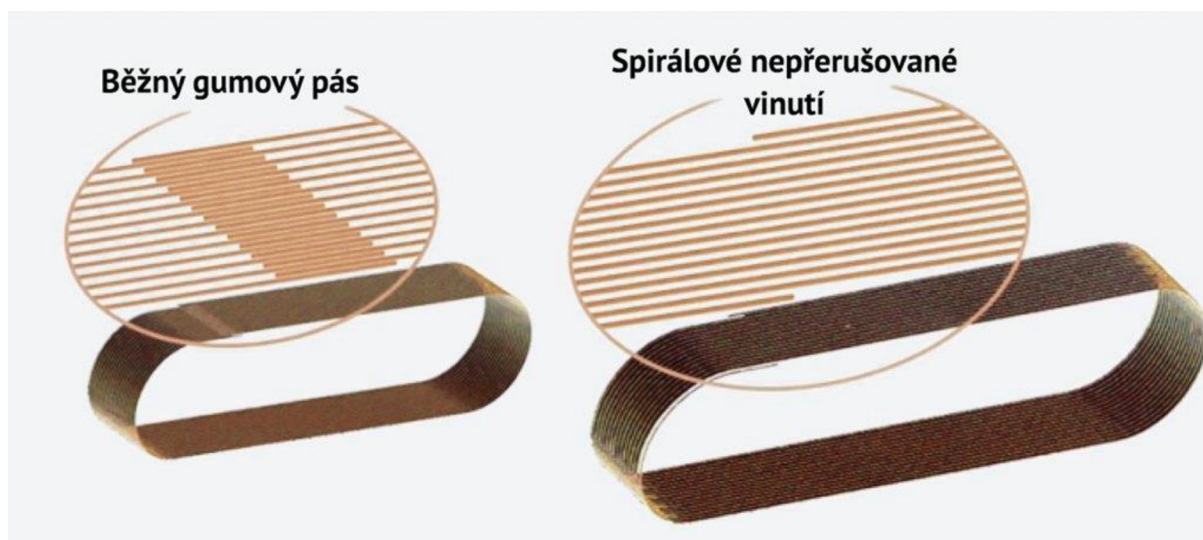
- Deska s jedním žebrem - používá se u dozerů a traktorových strojů, tam kde je za potřebí velké tažné síly.
- Deska se dvěma či třemi žebry - používá zejména u rypadel.
- Deska s hladkým povrchem - užívá se ve zvlášť mokrých půdách či na površích snadno poškoditelných.
- Deska s přišroubovaným povlakem z umělých hmot - užívá se u silničních fréz, vykazuje velkou šetrnost k asfaltovému povrchu. [2], [13]



Obr. 2.9, Opěrná deska se dvěma žebry [9]

2.8.2 PRYŽOVÉ PÁSY

Skládají se z jednoho gumového tělesa vyztuženého po celé délce ocelovými lany. Lana mohou být buď napojována, nebo může být užito jedno nepřerušované lano namotané do spirály, což je mnohem lepší. Pryžový pás dovoluje stroji jezdit vyšší rychlostí a také lépe tlumí dynamické rázy. Také není nutno tento pás mazat, protože nemá žádné navzájem se pohybující součástky. [11]



Obr. 2.10, Schéma napojených výztuží (vlevo), schéma spirálového vyztužení (vpravo) [11]



Obr. 2.11, Pryžový pás Rubberhill [12]

2.9 ŘÍZENÍ

2.9.1 BRZDĚNÝ DIFERENCIÁL

Mezi pásy je umístěn diferenciál a pro zatáčení je brzděna jedna jeho strana. [34]

2.9.2 SMĚROVÉ SPOJKY A BRZDY

Vypnutím či zapnutím spojky na straně pásu, pro rychlejší zatočení se vypnutí kombinuje s brzděním. [34]

2.9.3 ŘÍZENÍ PLANETOVÝM PŘEVODEM

Unašeč je spojen s koly, zastavením centrálního kola a unašeče dojde k zatočení. [34]

2.9.4 REGENERATIVNÍ ŘÍZENÍ

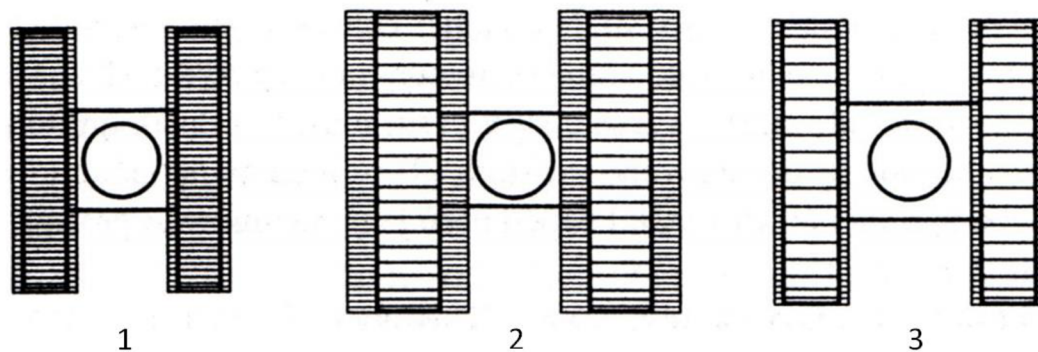
Na jedné straně ubíráme otáčky hnacího kola, a převádíme je na druhé hnací kolo. [34]

2.10 DRUHY A TYPY PÁSOVÝCH PODVOZKŮ

2.10.1 DRUHY PÁSOVÝCH PODVOZKŮ

Únosnost půdy rozhoduje o délce opěrných desek a tím pádem o druhu podvozku.

- Podvozky standartní
Jsou určeny pro měrné tlaky 40-135 kPa
- Long Crawler
Široká stopa a velký rozvor dovoluje montáž opěrných desek o velkých šířkách a tím snížit měrný tlak na půdu pod 30 kPa.
- Heavy Duty
Jsou určeny pro velká namáhání do nejtěžších provozů. Hodnota měrných tlaků může překročit 100 kPa díky silnějšímu dimenzování podvozku. [2]



Obr. 2.12, Schématický nákres druhů pásových podvozků

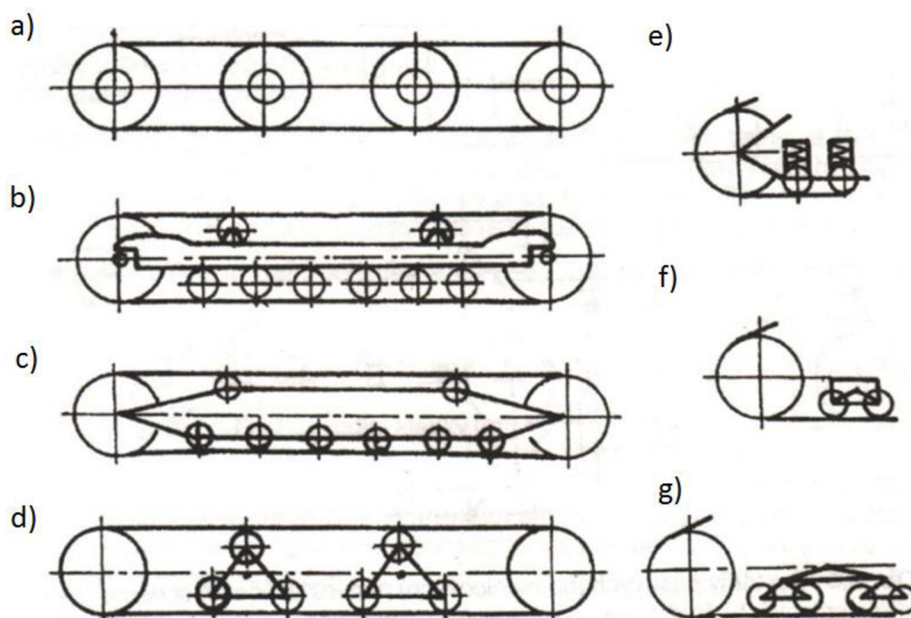
1-Standardní; 2-Long Crawler; 3-Heavy Duty [2]

2.10.2 TYPY PÁSOVÝCH PODVOZKŮ

Dělíme je podle konstrukčního uspořádání, tzn. počet a umístění pojezdových a podpěrných kladek, napínací mechanismus atd. [13]

Příklady typů

- 1) málokladkový
- 2) mnohokladkový-traktorový
- 3) mnohokladkový-vahadlový jednostupňový
- 4) mnohokladkový-vahadlový dvoustupňový



Obr. 2.13, Schématický nákres typů pásových podvozků

a-málokladkový; b,c-mnohokladkový-traktorový; d,e,f- mnohokladkový-vahadlový jednostupňový g- mnohokladkový-vahadlový dvoustupňový [13]



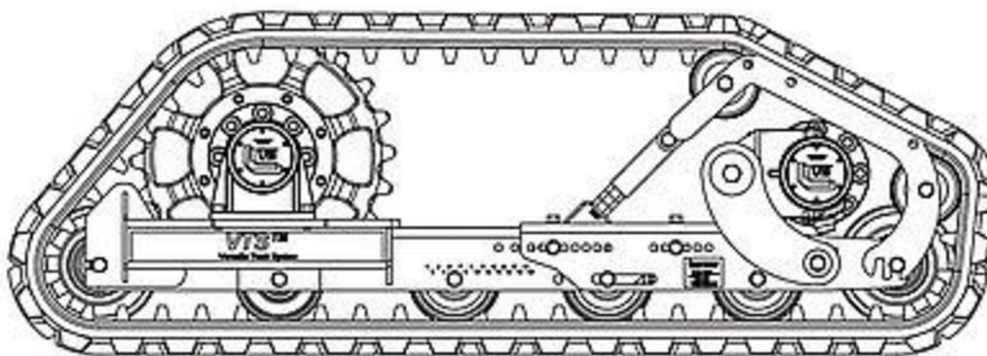
3 PODVOZKY PODLE OBLASTI UŽITÍ

3.1 PÁSOVÉ PODVOZKY PRO SMYKEM ŘÍZENÉ KOLOVÉ NAKLADAČE

Pásové podvozky pro smykem řízené kolové nakladače zlepšují záběrové podmínky stroje v těžkém terénu, snižují měrný tlak na podklad a dle konstrukce dělí na dvě skupiny.

3.1.1 PÁSOVÝ PODVOZEK VTS

Pásový podvozek VTS (Versatile truck system), vyvinutý společností GEHL, je plně zaměnitelný s kolovým podvozkem užívaným na kolový smykem řízený nakladač. Kola se odšroubují a jsou nahrazena podvozkem VTS, vzdálenost mezi předními a zadními pojezdovými kladkami je zhruba o půl metru větší nežli u původního kolového podvozku, podvozek je také těžší, což příznivě ovlivňuje stabilitu a měrný tlak. Krouticí moment se přenáší pouze zadní hnací kola, přední náboje se točí bez přenosu krouticího momentu. Nutností je stroj osadit větší lopatou, protože podvozek VTS je širší, nežli původní podvozek. [14], [35]



Obr. 3.1, Schématický nákres pásového podvozku VTS [14]

3.1.2 OTT PÁSY

OTT (Over the Tyre Tracks) pásy jsou konstrukčním řešením, jak snadno změnit kolový podvozek na pásový prostým nasazením pásů přes kola pásového nakladače. Nasazení pásů trvá jen několik desítek minut, pásy zlepšují záběrové podmínky stroje a pořizovací cena je nižší nežli u VTS podvozku, ovšem řešení neposkytuje takové zlepšení záběrových podmínek jako podvozek VTS. Pásy se vyrábějí jako pryžové nebo ocelové. [36], [37]



Obr. 3.2, OTT pás nasazený přes kola smykem řízeného nakladače[15]

3.2 KOMPAKTNÍ PÁSOVÉ NAKLADAČE

Kompaktní pásové nakladače mají podvozek trojúhelníkového tvaru, hnací kolo umístěné nad středovými pojezdovými kladkami, toto řešení ovšem umožňuje pouze malý úhel opásání, ale umožňuje hydromotory umístit přímo do karoserie nakladače, tím pádem může být rám stroj kratší. Nakladač je opatřen gumovými pásy, značnou výhodou je snadná údržba.

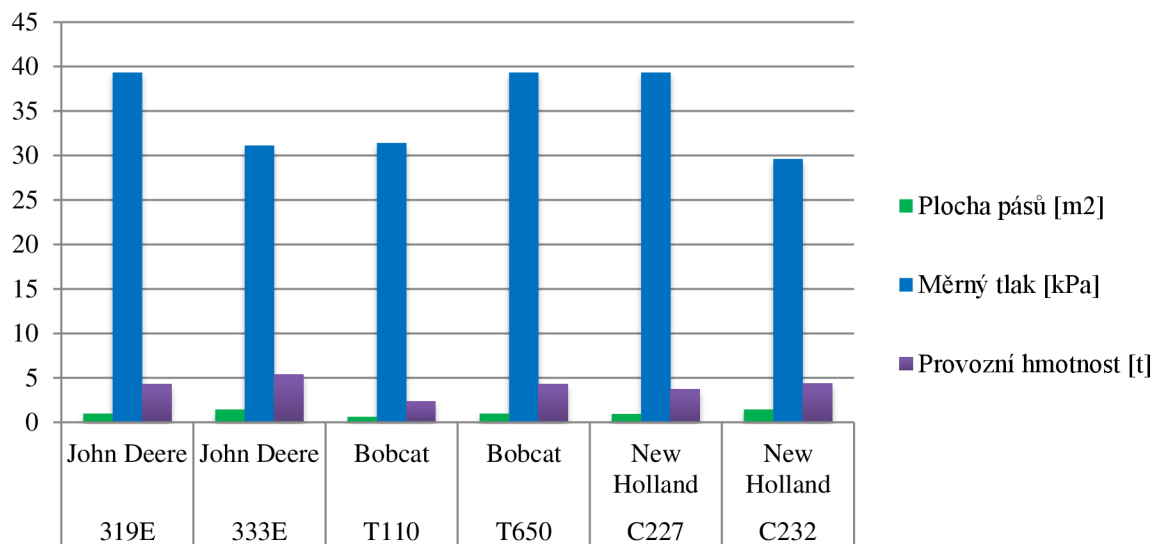
Stroje se s tímto podvozkem se uplatňují v místech kde, kolový podvozek ani OTT pásy nestačí z důvodu těžšího terénu či prokluzu kol v blátě, protože materiál klade na stroj při nabírání velký odpor, pásový podvozek značně zlepšuje záběrové podmínky. Stroj lze také osadit větší lopatou a tím zlepšit pracovní výkon stroje.

Z příložené tabulky (Tabulka 2.1) a grafu (Obr. 2.1) vyplývá, že se zvyšující hmotností stroje klesá u výrobců (John Deere a New Holland) i měrný tlak na podklad s rostoucí styčnou plochou pásů. U výrobce Bobcat měrný tlak s hmotností roste i s rostoucí styčnou plochou pásů. [2], [16], [17], [18]



Tab. 3.1: Přehled podvozků kompaktních pásových nakladačů [16], [17], [18]

Typ stroje	319E	333E	T110	T650	C227	C232
Výrobce	John Deere	John Deere	Bobcat	Bobcat	New Holland	New Holland
Výkon motoru [kW]	49,4	72	31,2	55,4	50	57
Počet středových vodících kladek stroje celkem	8	10	8	8	6	8
Styčná délka obou pásů [mm]	3000	3200	2458	2998	2882	3204
Standartní šířka pásů [mm]	320	450	250	320	320	450
Plocha pásů [m ²]	0,96	1,44	0,61	0,96	0,92	1,44
Maximální rychlost [km/h]	9,3	12,6	8,4	10,6	13,4	12,2
Měrný tlak [kPa]	39,3	31,1	31,4	39,3	39,3	29,6
Provozní hmotnost [t]	4,286	5,357	2,36	4,282	3,72	4,37



Obr. 3.3, Graf porovnání podvozků kompaktních pásových nakladačů [16], [17], [18]



Obr. 3.4, Kompaktní pásový nakladač John Deere E333 [17]

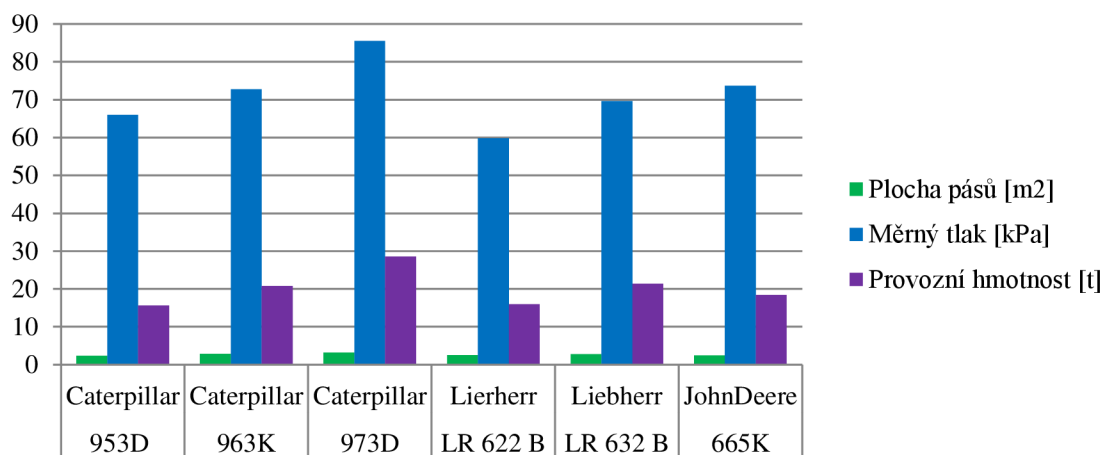
3.3 PÁSOVÉ NAKLADAČE

Pásové nakladače jsou univerzálními stroji, používají se k nakládání, těžbě a převážení materiálu. Mohou rozrývat a tvarovat terén, využití nacházejí také při demolici budov. Podvozek má tuhý rám se stálým rozchodem pro zajištění dostatečné stability stroje, mnohokladkový podvozek zajišťuje rovnoměrné rozložení měrného tlaku po celé délce pásu. Hnací kolo je umístěno vzadu, napínací kolo vpředu. Každé hnací kolo má vlastní hydromotor umístěný za kolem v nosiči pásů. Pásky jsou ocelové opatřené podpěrnými deskami s jedním, či dvěma žebry, nebo ostruhou pro zvýšení tahové síly stroje. Životnost pásů je obdobná jako u dozerů a pohybuje se v rozsahu 6000 až 8000 motohodin a v abrazivních prostředích jako je např. písek či suť prudce klesá. Z příložené tabulky (Tabulka 2.2) a grafu (Obr. 2.3) vyplývá, že s rostoucí hmotností stroje roste i měrný tlak na podklad i přes rostoucí styčnou plochu pásů. [2], [13], [19], [20], [21], [38]



Tab. 3.2: Přehled podvozků pásových nakladačů [19], [20], [21]

Typ stroje	953D	963K	973D	LR 622 B	LR 632 B	665K
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Lierherr	Liebherr	JohnDeere
Výkon motoru [kW]	110	144	196	97	132	110
Počet jezdových kladek stroje celkem	12	14	14	12	12	12
Styčná délka obou pásů [mm]	4646	5084	5860	4956	5346	4824
Šířka pásů [mm]	480	550	550	508	508	508
Plocha pásů [m ²]	2,3	2,8	3,22	2,52	2,72	2,45
Maximální rychlost dopředu [km/h]	10	10	11	11	11	10
Měrný tlak [kPa]	66	72,8	85,5	59,8	69,6	73,7
Provozní hmotnost [t]	15,6	20,76	28,58	15,943	21,38	18,422



Obr. 3.5, Graf porovnání podvozků pásových nakladačů [19], [20], [21]



Obr. 3.6, Pásový nakladač Caterpillar 953D [22]

3.4 DOZERY

Dozery se používají k plošné těžbě zeminy a jejímu rozhrnování, odstraňování porostů a svahování, vedlejším efektem je hutnění zeminy. Klasický podvozek dozeru má téměř stejnou konstrukci jako podvozek nakladače. Výjimku tvoří tzv. Delta-podvozek patentovaný firmou Caterpillar. Podvozek se užívá u dozerů vyšších výkonových kategorií. Pás je napnut mezi třemi koly, z nichž je horní kolo hnací, a spodní dvě kola jsou vodící. Mnohokladkový-vahadlový jednostupňový podvozek umožňuje dokonalé kopírování terénu, tím se zlepšují záběrové podmínky stroje. Z přiložené tabulky (Tabulka 2.3) a grafu (Obr. 2.5) vyplývá, užití pásů XL (extra long) sníží hmotnost stroje, ale vzroste měrný tlak na půdu, oproti tomu užitím pásů LGP (low ground pressure) dojde ke zvýšení hmotnosti stroje, ale sníží se měrný tlak na půdu a zvýší se stabilita stroje. Dále u výrobců Caterpillar a Komatsu obecně s vyšší hmotností stroje roste styčná plocha pásů a tím dochází k poklesu měrného tlaku, u výrobce John Deere s rostoucí hmotností roste i měrný tlak s užitím pásů XL. Obecně s rostoucí hmotností stroje se zvyšuje počet pojezdových kladek. Dozery se standardně osazují pásy stejné konstrukce, jaké mají pásové nakladače. [2], [13], [23], [24], [25]

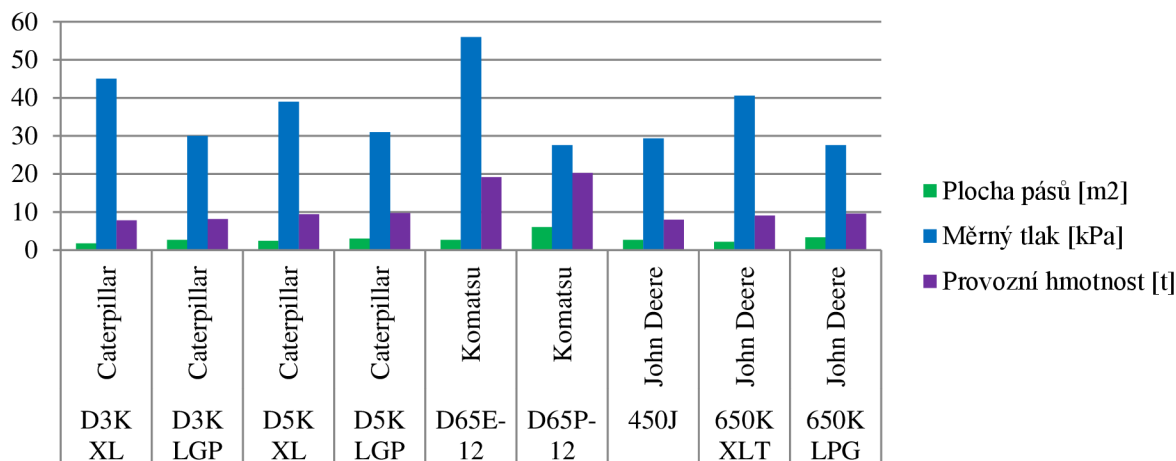


Tab. 3.3: Přehled podvozků pásových dozerů [23], [24], [25]

Typ stroje	D3K XL	D3K LGP	D5K XL	D5K LGP	D65E-12	D65P-12
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Komatsu	Komatsu
Výkon motoru [kW]	55	55	71,6	71,6	135	142
Počet pojezdových kladek stroje celkem	12	12	14	14	14	16
Styčná délka obou pásů [mm]	4190	4190	4620	4620	5350	6570
Šířka pásů [mm]	406	635	510	660	510	915
Plocha pásů [m ²]	1,7	2,7	2,4	3	2,7	6
Maximální rychlost dopředu (couvání) [km/h]	9(10)	9(10)	9(10)	9(10)	10,6(13,4)	10,6(13,4)
Měrný tlak [kPa]	45	30	39	31	55,9	27,5
Provozní hmotnost [t]	7,795	8,093	9,408	9,683	19,125	20,185

Tab. 3.3- pokračování

Typ stroje	450J	650K XLT	650K LPG
Výrobce	John Deere	John Deere	John Deere
Výkon motoru [kW]	52	78	78
Počet pojezdových kladek stroje celkem	12	14	14
Styčná délka obou pásů [mm]	4368	4698	4698
Šířka pásů [mm]	610	457	710
Plocha pásů [m ²]	2,66	2,15	3,34
Maximální rychlost dopředu (couvání) [km/h]	8(8)	8(5)	8(5)
Měrný tlak [kPa]	29,3	40,6	27,5
Provozní hmotnost [t]	7,949	9,049	9,514



Obr. 3.7, Graf porovnání podvozků pásových dozerů [23], [24], [25]



Obr. 3.8, Pásový dozer Caterpillar D5K LGP [26]

3.5 MINIRYPADLA

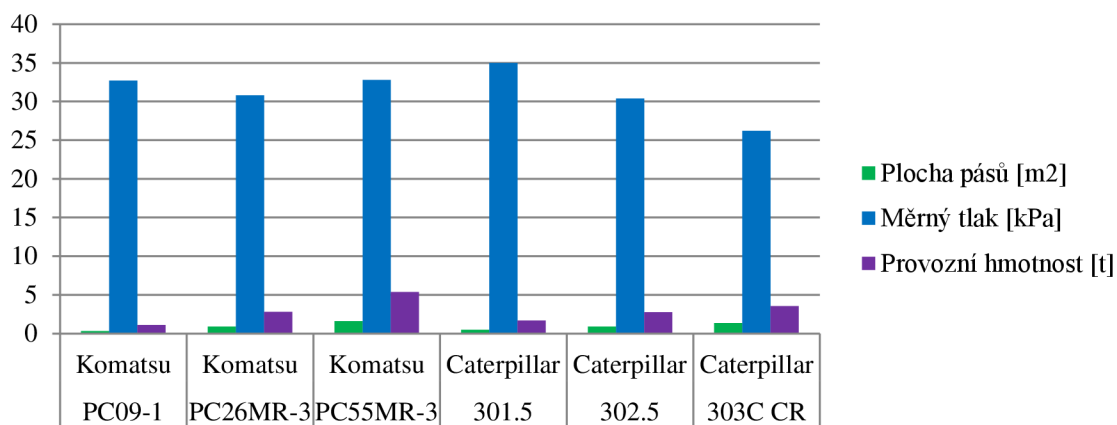
Minirypadla se užívají pro náhradu lidské pracovní síly, nebo klasických rypadel ve stavebnictví u výkopů malých šířek a hloubek, neboť mají větší pracovní výkon nežli člověk, a provozní náklady jsou mnohonásobně menší nežli u klasického rypadla, další výhodou je snadná přeprava stroje a malé rozměry. Podvozek se skládá z mostového rámu opatřeného velkorozměrovým ložiskem, k rámu jsou přišroubovány nosiče pásů s vloženými hydromotory, hnací kolo je umístěno před vlastní hydromotorem v zadní části stroje, vodící kolo vepředu. Na rám stroje se v některých případech montuje dozerová radlice pro rozhrnování zeminy. Stroj je opatřen pryžovými pásy, které se u některých modelů dají zaměnit za ocelové pásy. Z příložené tabulky (Tabulka 2.4) a grafu (Obr. 2.7) vyplývá, že



měrný tlak na podklad se pohybuje v rozsahu 25 až 35 kPa, počet podpěrných kladek se zvyšující se hmotností stroje a styčnou plochou roste. [13], [27], [28]

Tab. 3.4: Přehled podvozků pásových minirypadel [27], [28]

Typ stroje	PC09-1	PC26MR-3	PC55MR-3	301.5	302.5	303C CR
Výrobce	Komatsu	Komatsu	Komatsu	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar
Výkon motoru [kW]	6,8	15,7	29,5	13	17,1	22,4
Počet jezdových kladek stroje celkem	4	6	8	6	6	6
Styčná obou délká pásů [mm]	1800	2970	4000	2040	2940	4440
Šířka pásů [mm]	180	300	400	230	300	300
Plocha pásů [m ²]	0,324	0,891	1,6	0,469	0,882	1,332
Maximální rychlost [km/h]	3	4	4,6	4,4	4,5	4,8
Měrný tlak [kPa]	32,7	30,8	32,8	35	30,4	26,2
Provozní hmotnost [t]	1,08	2,8	5,35	1,673	2,734	3,555



Obr. 3.9, Graf porovnání podvozků pásových minirypadel [27], [28]



Obr. 3.10, Pásové minirypadlo Komatsu PC26MR-3 [28]

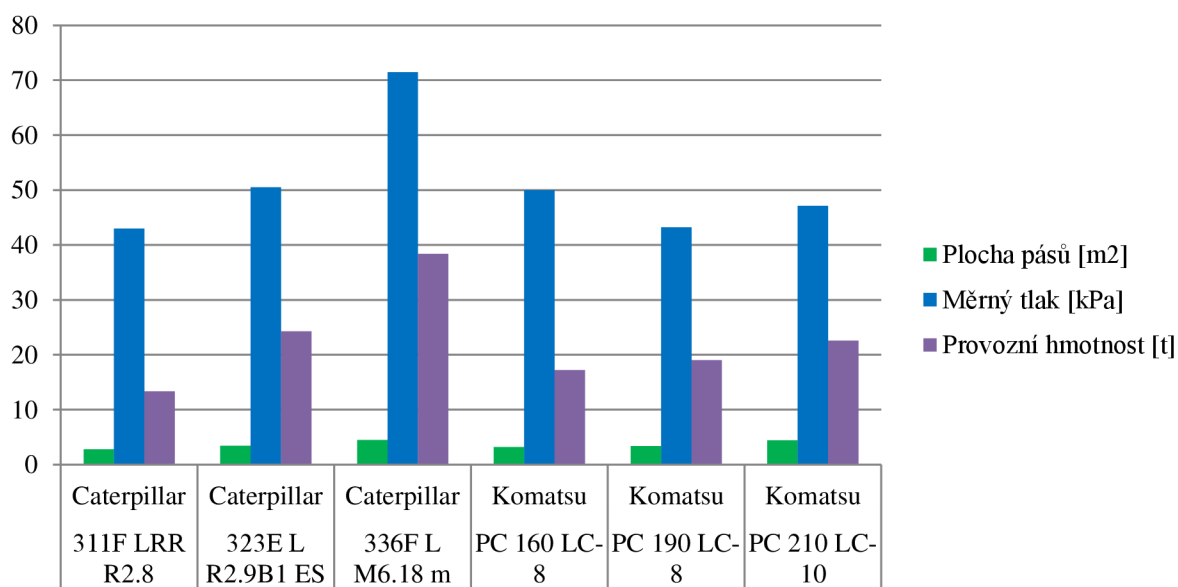
3.6 RYPADLA

Rypadla se používají při rozpojování a nakládání hornin a hloubení výkopů. Konstrukce je obdobná jako u minirypadla. Rám může být se stálým rozchodem jako u minirypadel, anebo může mít zařízení umožňující plynulou změnu rozchodu, jehož funkce je popsána v kapitole 1.1.2, změna rozchodu umožňuje stroji zlepšit stabilitu při práci i v náročném terénu. Pásky jsou většinou ocelové opatřené opěrnými deskami se dvěma či třemi žebry, nebo deskami hladkými. Z přiložené tabulky (Tabulka 2.5) a grafu (Obr. 2.9) vyplývá že, u výrobce Caterpillar s rostoucí hmotností roste i měrný tlak na podklad, u výrobce Komatsu se měrný tlak pohybuje v rozsahu 43 kPa až 50 kPa, do tabulky (Tabulka 2.5) byly použity podvozky s nejmenší vyráběnou šířkou opěrných desek. Změna délek opěrných desek značně ovlivňuje měrný tlak na podklad, to je zřejmé za tabulky (Tabulka 2.6) a grafu (Obr. 2.10), kde byla zkoumána různá délka opěrných desek na příkladu rypadla Komatsu PC 160 LC-8. Pokud se prodlouží opěrná deska, pak klesne tlak na podklad, ovšem se zvětšující se délkou roste i hmotnost stroje, kdyby nestačilo pouhé prodloužení desek je zde možnost použít podvozek LGP který má větší styčnou plochu pásů. Měrný tlak tedy u tohoto rypadla lze snížit z hodnoty 50 kPa až na hodnotu 19,13 kPa a tím stoj použít i na podkladech s velmi malou únosností.[2], [13], [29], [30]



Tab. 3.5: Přehled podvozků pásových rypadel [29], [30]

Typ stroje	311F LRR R2.8	323E L R2.9B1 ES	336F L M6.18 m	PC 160 LC-8	PC 190 LC-8	PC 210 LC-10
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Komatsu	Komatsu	Komatsu
Výkon motoru [kW]	52	114	226	90	97	123
Počet jezdových kladek stroje celkem	12	16	18	14	14	18
Styčná délka obou pásů [mm]	5560	5660	8080	6340	6550	7330
Šířka pásů (nejkratší pásy) [mm]	500	600	600	500	600	600
Plocha pásů [m ²]	2,78	3,396	4,484	3,17	3,39	4,389
Maximální rychlost [km/h]	5,4	5,6	4,8	5,5	5,5	5,5
Měrný tlak [kPa]	43	50,5	71,5	50	43,2	47,1
Provozní hmotnost [t]	13,3	24,3	38,4	17,26	19,05	22,62

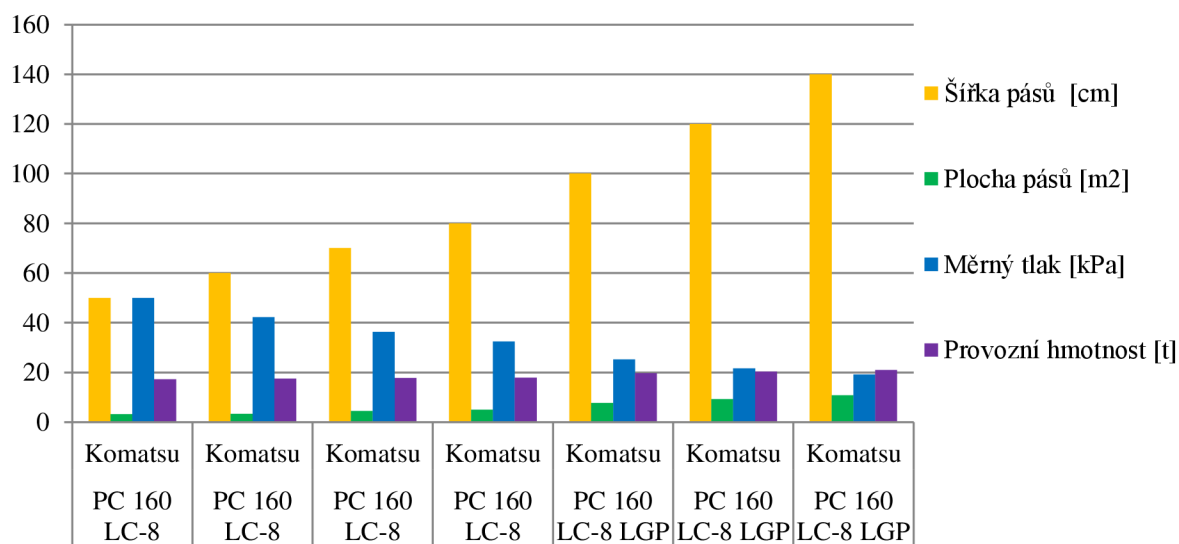


Obr. 3.11, Graf porovnání podvozků pásových rypadel [29], [30]



Tab. 3.6: Vliv změny délky opěrné desky na měrný tlak u rypadla Komatsu PC 160 LC-8[30]

Typ stroje	PC 160 LC-8	PC 160 LC-8	PC 160 LC-8	PC 160 LC-8	PC 160 LC-8 LGP	PC 160 LC-8 LGP	PC 160 LC-8 LGP
Výrobce	Komatsu	Komatsu	Komatsu	Komatsu	Komatsu	Komatsu	Komatsu
Výkon motoru [kW]	90	90	90	90	90	90	90
Počet jezdových kladek stroje celkem	14	14	14	14	14	14	14
Styčná délka obou pásů [mm]	6340	6340	6340	6340	7690	7690	7690
Šířka pásů [cm]	50	60	70	80	100	120	140
Plocha pásů [m ²]	3,17	3,39	4,44	5,07	7,69	9,23	10,77
Maximální rychlost [km/h]	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Měrný tlak [kPa]	50	42,2	36,3	32,4	25,21	21,58	19,13
Provozní hmotnost [t]	17,26	17,48	17,7	17,92	19,75	20,35	20,95



Obr. 3.12, Graf Vlivu změny délky opěrné desky na měrný tlak u rypadla

Komatsu PC 160 LC-8 [30]



Obr. 3.13, Rypadlo Komatsu PC 160LC-8 [30]

3.7 PÁSOVÉ TRAKTORY

Moderní pásové traktory se používají při tažení zemědělských nástrojů a vlečení vleků. Traktory pásové oproti kolovým vynikají mnohem větší tažnou silou, která není závislá na podmínkách půdy, na níž se pohybují, dále kladou menší měrný tlak na půdu, což je výhodné při zpracování půdy, protože je nežádoucí její hutnění. Pásové traktory jsou pryžové opatřené šípovým dezénem, podobným dezénu pneumatiky kolového traktoru. Z hlediska konstrukce se dají pásové traktory rozdělit do dvou kategorií.

- Pásové traktory se dvěma pásovými jednotkami
Rám je jednodílný, hnací kolo je umístěno vzadu, za ním následuje vlastní hydromotor. Napínací kolo je umístěno vepředu, počet pojezdových kladek na každém pásové jednotce začíná na třech a s hmotností stroje roste. Napínací systém je hydraulicko-pneumatiký. Mezi nejznámější výrobce patří Caterpillar s modelovou řadou Challenger MT800, John Deere s modelovou řadou 9R.



Obr. 3.14, Pásový traktor Challenger MT800C [31]

- Pásové traktory se čtyřmi pásovými jednotkami
Rám je složen ze dvou jednotek, které jsou spojeny čepem, a vzájemné natáčení jednotek se provádí pomocí lineárních hydromotorů. Pás u výrobce Case IH je napnut mezi třemi koly, z nichž horní je hnací, dvě spodní jsou vodící, mezi nimiž jsou umístěny 3 podpěrné kladky. Pás u modelu New Holland T9.560 je napnut mezi čtyřmi koly, z nichž horní je hnací, dvě spodní a jedno přední jsou vodící, mezi nimiž jsou umístěny 2 podpěrné kladky. Výhodou čtyř oproti dvěma pásovým jednotkám je větší tažná síla a také lepší kopírování terénu. [5], [39], [40], [41]



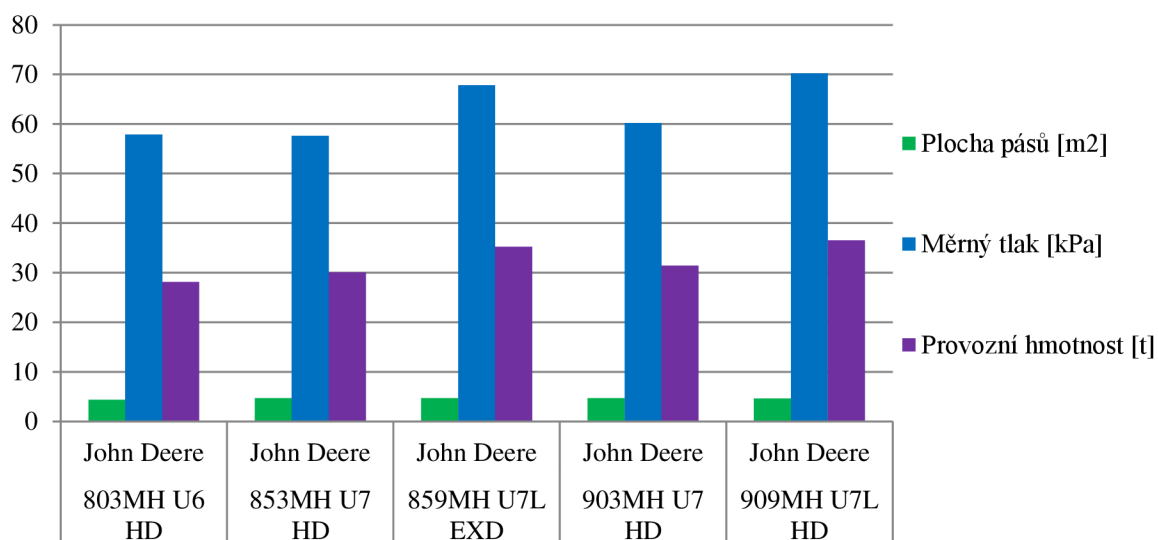
Obr. 3.15, Pásový traktor Case IH Steiger 600 QuadTrac [32]

3.8 HARVESTORY

Harvestory se obecně používají při těžbě dříví, jedná se o víceúčelový stroj, který kácí, odvětvuje, rozřezává a ukládá strom v jednom cyklu. Pásové harvestory se používají k mýtní těžbě, která se ovšem v naší zemi téměř neužívá. Podvozek je podobný podvozku pásového rypadla, pásy jsou podle hmotnosti stroje ocelové s opěrnými deskami s jedním až třemi žebry, nebo pryžové u strojů do hmotnosti 11 tun. Nastavba se u některých modelů může naklápět pomocí lineárních hydromotorů příčně i podélně, aby se zajistila dostatečná stabilita při práci stroje ve svazích. Nevýhodou pásového podvozku je velmi nízká rychlost (max. 5 km/h) a poškození kořenů porostu. Z přiložené tabulky (Tabulka 2.7) a grafu (Obr. 2.13) vyplývá že, u výrobce John Deere s rostoucí hmotností roste i měrný tlak na podklad a pohybuje v rozsahu 57,6 kPa až 70,2 kPa, do tabulky (Tabulka 2.7) byly použity podvozky s nejmenší vyráběnou šířkou opěrných desek. [42], [43], [44]

Tab. 3.7: Přehled pásových harvesrotů výrobce John Deere [42], [43]

Typ stroje	803MH U6 HD	853MH U7 HD	859MH U7L EXD	903MH U7 HD	909MH U7L HD
Výrobce	John Deere	John Deere	John Deere	John Deere	John Deere
Výkon motoru [kW]	213	213	213	213	213
Počet jezdových kladek stroje celkem	18	18	20	18	20
Délka podvozku stroje [mm]	3570	3830	3830	3830	3810
Šířka pásů [mm]	610	610	610	610	610
Plocha pásů [m ²]	4,36	4,67	4,67	4,67	4,65
Maximální rychlost [km/h]	4,9	4,2	3,9	4,2	4,2
Měrný tlak [kPa]	57,9	57,6	67,8	60,2	70,2
Provozní hmotnost [t]	28,15	30,07	35,26	31,42	36,49



Obr. 3.16, Graf porovnání podvozků pásových harvestorů [42], [43]



Obr. 3.17, Pásový harvestor Caterpillar 501 [45]



4 ZHODNOCENÍ A VOLBA PODVOZKU

4.1 PARAMETRY PRO VOLBU PODVOZKU

Hlavním aspektem pro volbu pásového podvozku příslušného stroje je způsob práce stroje. Obecně je možné rozdělit stroje s pásovým podvozkem podle způsobu práce do dvou skupin.

- **Stroje pracující za pohybu**

Stroje, jejichž práce probíhá za pohybu, mají podvozek konstruovaný pro co nejlepší kopírování terénu, aby byly zajištěny dobré záběrové podmínky stroje. Typickým příkladem těchto strojů jsou dozery a pásové traktory.

U dozerů a pásových nakladačů působí velké odpory na radlici hrnouce materiál před sebou, na pás působí velké tahové napětí, proto je pás tvořen ocelovým článkovým řetězem s příšroubovanými opěrnými deskami s žebry, aby pás snášel tahové napětí, měl dobré záběrové schopnosti a nebyl citlivý na ostré předměty. Dozery oproti pásovým nakladačům mají širší opěrné desky, důvodem je snížení měrného tlaku na podklad. Použití ocelových pásů má za následek vyšší hmotnost stroje, nutnost pečlivé údržby, vyšší cenu podvozku a tím i stroje, nižší pojezdovou rychlost a nižší životnost pásů oproti pásům pryžovým.

Kompaktní a smykem řízené nakladače s pásovým podvozkem mají nižší hmotnost oproti pásovým nakladačům a pás není namáhán tak velkým tahovým napětím, z tohoto důvodu se osazují ve většině případů pryžovými pásy. Ty umožňují stroji jezdit vyšší rychlostí, mají delší životnost, nepotřebují tak pečlivou údržbu a jsou levnější. Velikost stroje limituje pracovní výkon, který je mnohem menší nežli pracovní výkon pásového nakladače.

Specifické požadavky jsou kladeny na podvozek pásového traktoru, který musí snášet velké tahové napětí, dobře kopírovat terén a zároveň zajistit maximální rychlost 40 km/h. V minulosti se traktory osazovali ocelovými pásy, jenže ty zvyšovali hmotnost stroje, vyžadovali náročnou údržbu a nedovolovali vysoké pojezdové rychlosti. Z těchto důvodů se dnešní stroje osazují výhradně pryžovými pásy, které snášejí vyšší pojezdové rychlosti.

- **Stroje pracující za klidu podvozku**

Podvozek slouží ke krátkým pojezdům po pracovní oblasti, nevyžadují se u něj tak dobré záběrové vlastnosti. Hlavním požadavkem na podvozek při práci je zajištění stability stroje. Příkladem těchto strojů jsou rypadla a pásové harvestory.

Rypadla a minirypadla mají podvozek mnohokladkový traktorového typu, který minimálně kopíruje terén, ale zajišťuje stroji dobrou stabilitu při práci. U minirypadel a rypadel nižších výkonových tříd se používá pásů pryžových, u rypadel vyšších výkonových tříd pásů ocelových.

Podvozek harvestoru je mnohokladkový-vahadlový, výhodou typu podvozku je mnohem lepší kopírování terénu nežli u podvozku rypadla za stejné pracovní stability stroje.



4.2 VOLBA PODVOZKU

Nejdůležitějším aspektem pro volbu podvozku, jak bylo psáno v podkapitole 4.1, je způsob práce stroje. Volba podvozku značně ovlivní pracovní výkon stroje, čili ji konstruktér nesmí podcenit.

4.3 BUDOUCÍ ORIENTACE VÝVOJE PÁSOVÝCH PODVOZKŮ

S uvážením současného trendu vývoje bude i nadále pokračovat nahrazování pásů ocelových pásy pryžovými, z důvodů snazší údržby a nižší ceny v aplikacích, kde to dovolí zatížení pásu. Lze předpokládat, že uspořádání podvozku a jeho hlavní části již velkými konstrukčními změnami procházet nebudou. Budoucí trendy vývoje lze spatřit především ve zvyšování životnosti nejvíce namáhaných součástí podvozků za využití moderních materiálů a způsobů zpracování. Dále bude kladen důraz na snížení výrobních nákladů.



ZÁVĚR

Cílem práce bylo rešeršní rozdělení podvozků mobilních strojů podle konstrukce nebo technologických znaků. Práci lze rozdělit do čtyř základních částí.

V první části byla věnována pozornost samotné konstrukci rámu stroje a změně rozchodu. Část je proložena názornou obrazovou dokumentací jednotlivých komponent podvozku.

Druhá část se zaměřuje na pojezdové a pohonné ústrojí stroje, obsahuje popis jednotlivých součástí, pásů, a rozdělení podvozků podle typu konstrukce.

Následující část popisuje samotné stroje na pásovém podvozku. Větší pozornost je věnována stavebním strojům, protože jsou nejrozšířenějším zástupcem strojů s pásovým podvozkem. Dále se věnuje pásovým traktorům a harvesterům. U jednotlivých strojů je popsán způsob práce, konstrukce podvozku a druh pásu. Část je proložena obrazovou dokumentací jednotlivých strojů. K vybraným modelům stavebních strojů jsou přiloženy tabulky a grafy vybraných vlastností důležitých pro prostupnost stroje terénem.

Poslední část hodnotí parametry pro případnou volbu podvozku a popisuje případnou budoucí orientaci konstrukce pásových podvozků.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Pastorek, Z. a kol.: Traktory. Vydal Ing. František Savov, Praha 2001.
- [2] VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, ISBN 80-200-1045-9, Praha 2003
- [3] HÁJEK, Ondřej. Pásové rypadlo Kraneks EK 300 - výkladní skříň ruského kapitalismu. *Bagry.cz* [online]. 2004 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/recenze/pasove_rypadlo_kraneks_ek_300_vykladni_skrin_ruskeho_kapitalismu
- [4] GULAN, Ladislav a MAZURKIEVIČ, JU. Vývoj a konštrukcia pásových podvozkov s meniteľným rozchodom. *Stavebni-technika.cz* [online]. 2006 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/vyvoj-a-konstrukcia-pasovych-podvozkov-s-menitelnym-rozchodom>
- [5] BAUER, František. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [6] IMGARCADE.COM/. *Imgarcade.com/* [online]. 2013 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://imgarcade.com/1/caterpillar-track-loader/>
- [7] Komponenty pro podvozky stavebních strojů. VESELÝ, Josef. *Stavebni-technika.cz/* [online]. 2008 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/komponenty-pro-podvozky-stavebnich-stroju>
- [8] Vodící kola, napínací kola. In: *Lipatech.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.lipatech.cz/dily-a-servis/podvozkove-dily/produkt/vodici-kola-napinaci-kola>
- [9] PODVOZKOVÉ DÍLY. In: *Renomag.cz* [online]. © 2005 - 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/komponenty-pro-podvozky-stavebnich-stroju>
- [10] POJEZDOVÉ HYDROMOTORY. *Gumovepasy.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.gumovepasy.cz/leve-menu/pojezdove-hydromotory/>
- [11] HEJHÁLEK, Jiří. Pásky pro malou stavební techniku. *Stavebni-technika.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/pasy-pro-malou-stavebni-techniku>
- [12] GUMOVÉ PÁSY RUBBERHILL. *Gumovepasy.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.gumovepasy.cz/leve-menu/gumove-pasy/>
- [13] JEŘÁBEK, K. a kol.: Stroje pro zemní práce – silniční stroje, Ostrava, 1996
- [14] Pásový podvozek VTS na smykem řízené kolové nakladače GEHL, MUSTANG a jiné. 2014. HEJHÁLEK, Jiří. *Stavebni-technika.cz* [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/pasovy-podvozek-vts-na-kolove-nakladace>



- [15] OTT PÁSY. 2013. „ Www.pasynabagry.cz [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.pasynabagry.cz/cz/ott-pasy.html>
- [16] Katalogy kompaktních pásových nakladačů Bobcat [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://www.bobcat.cz/pasove-nakladace.html>
- [17] Katalogy kompaktních pásových nakladačů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: https://www.deere.com/en_US/products/equipment/compact_track_loaders/compact_track_loaders.page
- [18] Katalogy kompaktních pásových nakladačů New Holland [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/c227-c232_cz-5c02aa-0c4f6.pdf?redir
- [19] Katalogy pásových nakladačů Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/nakladace/pasove-nakladace>
- [20] Katalogy pásových nakladačů Liebherr [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://cdn-9.psndealer.com/e2/dealersite/images/heavymachinesinc/LR622-LR632%20Crawler%20Loaders.pdf>
- [21] Katalogy pásových nakladačů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: https://www.deere.com/en_US/products/equipment/crawler_loaders/655k/655k.page?
- [22] Katalogy pásových nakladačů Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.directindustry.com/prod/caterpillar-equipment/compact-tracked-loader-19427-42129.html#product-item_534966
- [23] Katalogy dozerů Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/dozery/pasove-dozery>
- [24] Katalogy dozerů Komatsu [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/D65E_P-12_HESS143108.pdf
- [25] Katalogy dozerů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: https://www.deere.com/en_US/products/equipment/crawler_dozers/crawler_dozers.page
- [26] Katalogy dozerů Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/small-dozers/14140069.html
- [27] Katalogy minirypadel Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://www.ritchiespecs.com/searchresults?type=&category=Mini%20Excavator&make=Caterpillar>
- [28] Katalogy minirypadel Komatsu [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.komatsu.eu/komatsu-utility-machine.asp?machine_type_id=18
- [29] Katalogy rypadel Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/rypadla/pasova-rypadla>



- [30] Katalogy rypadel Komatsu [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.komatsu.eu/komatsu-construction-and-quarry-machine.asp?machine_type_id=1
- [31] Katalogy pásových traktorů Challenger [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.tourkft.hu/?page_id=223
- [32] Katalogy pásových traktorů CASE IH [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: <http://www.agrozes.cz/traktory-case-ih>
- [33] Katalogy harvestorů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.deere.com/en_US/products/equipment/harvesters/harvesters.page?
- [34] Miler, Ph.D., Ing. Petr. Vozidlové mechanismy [online prezentace]. 2011 [cit. 2015-04-18]. Dostupný z WWW: http://oppa-smad.tf.czu.cz/?q=system/files/VM-7._pr.ppt.
- [35] HÁJEK, Ondřej. Jak je to s pásovým podvozkem Gehl VTS pro smykem řízené nakladače? Bagry.cz [online]. 2007 [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/recenze/jak_je_to_s_pasovym_podvozkem_gehl_vts_pro_smykem_rizenem_rizene_nakladace
- [36] KŘÍSTEK, Martin. Nejen all-steel radiální pneumatiky a OTT pásy od firmy ČEMAT trading, spol. s r.o. *Stavebni-technika.cz/* [online]. 2010 [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/nejen-all-steel-radialni-pneumatiky-a-ott-pasy-od-firmy-cemat-trading>
- [37] HÁJEK, Ondřej. Kombinace: Bobcat S300 + pryžové pásy Solideal OTT Trackmaster. *Stavebni-technika.cz/* [online]. 2011 [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/job_reporty/kombinace_bobcat_s300_pryzove_pasy_solideal_ott_trackmaster
- [38] HÁJEK, Ondřej. Je zde největší pásový nakladač světa v nejnovějším provedení - Caterpillar 973D. *Bagry.cz/* [online]. 2010 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/articles/news/je_zde_nejvetsi_pasovy_nakladac_sveta_v_nejnovejsim_provedeni_caterpillar_973d
- [39] Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku. Praha: Profi Press s.r.o, 2015. ISBN 0373-6776. ISSN 0373-6776.
- [40] PÁSOVÝ TRAKTOR CHALLENGER MT800C VÝBORNĚ ZVLÁDNE I ZEMNÍ PRÁCE. *Zeppelin.cz* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://zeppelin.cz/cs/site/zeppelin/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/pz-tz-archiv2009/pz-tz-archiv_2009/pz-tz-traktor.htm
- [41] JEDLIČKA, Milan. Vyjímekný pásový New Holland T9.560 Jediný v Evropě na pásových jednotkách ATI!. *Newholland-biso.eu* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/majestatni-new-holland-t9-560-na-pasovych-jednotkach-ati/>
- [42] Katalogy harvestorů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.deere.com/en_US/docs/html/brochures/publication.html?id=69db18a7#16



- [43] Katalogy harvestoeů John Deere [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.deere.com/en_US/docs/html/brochures/publication.html?id=4cb02326#1
- [44] NERUDA, Jindřich. Harvestorové technologie lesní těžby. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3.
- [45] Katalogy harvestorů Caterpillar [online]. [cit.2015-05-6]. Dostupný z: http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/harvesters/track-harvesters/18241666.html



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- LGP Low ground pressure
XL Extra long
VTS Versatile truck system
OTT Over the tyre tracks



SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1.1 Rám pásového rypadla Kraneks EK 300
- Obr. 1.2 Řešení s asymetrickými posuvnými příčnický
- Obr. 1.3 Řešení s posuvnými příčnický rozdílných průřezů
- Obr. 1.4 Řešení s posuvnými symetrickými příčnický
- Obr. 1.5 Řešení s posuvnými nosiči pásů
- Obr. 1.6 Řešení kloubové
- Obr. 1.7 Polorámová konstrukce traktoru
- Obr. 2.1 Pojezdové ústrojí (Caterpillar 977l track loader)
- Obr. 2.2 Ozubený věnec hnacího kola
- Obr. 2.3 Vodící kolo
- Obr. 2.4 Pojezdová kladka
- Obr. 2.5 Podpěrná kladka
- Obr. 2.6 Pojezdový hydromotor
- Obr. 2.7 Napínací ústrojí
- Obr. 2.8 Řez spoje článkového řetězu
- Obr. 2.9 Opěrná deska se dvěma žebry
- Obr. 2.10 Schéma napojených výztuží, schéma spirálového vyztužení
- Obr. 2.11 Pryžový pás Rubberhill
- Obr. 2.12 Schématický nákres druhů pásových podvozků
- Obr. 2.13 Schématický nákres typů pásových podvozků
- Obr. 3.1 Schématický nákres pásového podvozku VTS
- Obr. 3.2 OTT pás nasazený přes kola smykem řízeného nakladače
- Obr. 3.3 Graf porovnání podvozků kompaktních pásových nakladačů
- Obr. 3.4 Kompaktní pásový nakladač John Deere E333
- Obr. 3.5 Graf porovnání podvozků pásových nakladačů
- Obr. 3.6 Pásový nakladač Caterpillar 953D



- Obr. 3.7 Graf porovnání podvozků pásových dozerů
- Obr. 3.8 Pásový dozer Caterpillar D5K LGP
- Obr. 3.9 Graf porovnání podvozků pásových minirypadel
- Obr. 3.10 Pásové minirypadlo Komatsu PC26MR-3
- Obr. 3.11 Graf porovnání podvozků pásových rypadel
- Obr. 3.12 Graf Vlivu změny délky opěrné desky na měrný tlak u rypadla
Komatsu PC 160 LC-8
- Obr. 3.13 Rypadlo Komatsu PC 160LC-8
- Obr. 3.14 Pásový traktor Challenger MT800C
- Obr. 3.15 Pásový traktor Case IH Steiger 600 QuadTrac
- Obr. 3.16 Graf porovnání podvozků pásových harvestorů
- Obr. 3.17 Pásový harvestor Caterpillar 501



SEZNAM TABULEK

- Tab. 3.1 Přehled podvozků kompaktních pásových nakladačů
- Tab. 3.2 Přehled podvozků pásových nakladačů
- Tab. 3.3 Přehled podvozků pásových dozerů
- Tab. 3.4 Přehled podvozků pásových minirypadel
- Tab. 3.5 Přehled podvozků pásových rypadel
- Tab. 3.6 Vliv změny délky opěrné desky na měrný tlak u rypadla
Komatsu PC 160 LC-8
- Tab. 3.7 Přehled pásových harvesrotů výrobce John Deere