

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

PÁSOVÝ PODVOZEK STAVEBNÍCH STROJŮ

CRAWLER UNDERCARRIAGE FOR BUILDING MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL RICHTR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK

BRNO 2008

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je shrnout poznatky o typech pásových podvozků současných stavebních strojů o celkové hmotnosti do deseti tun, vytvořit přehled o použití jednotlivých typů podvozků u konkrétních typů strojů, uvést a porovnat vlastnosti podvozků a pásů s ohledem na hmotnost stroje a provozní podmínky.

Klíčová slova

Stavební, stroj, podvozek, pás, článek, rám

Abstract

The point of the bachelor's thesis is to recapitulate pieces of knowledge about types of crawler undercarriages to the weight of 10 tons, make survey of application various types of undercarriages for concrete types of machines, to give and confront properties of undercarriages and tracks in the light of weight of machine and operating specifications.

Keywords

Building, machine, undercarriage, track, link, frame

Bibliografická citace:

RICHTER, P. *Pásový podvozek stavebních strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 38 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a bez cizí pomoci. Vycházel jsem z vlastních zkušeností, vědomostí, odborné literatury a odborných konzultací s vedoucím práce.

V Brně dne 20. 5. 2008

Poděkování

Za věcné připomínky, cenné rady, ochotu a věnovaný čas děkuji vedoucímu práce
Ing. Jaroslavu Kašpárkovi.

Obsah

1. Úvod	8
2. Uspořádání pásového podvozku	9
2.1 Rámy	9
2.1.1 Rámy nedělené	9
2.1.2 Rámy dělené	10
2.2 Pásové pojízděcí ústrojí	13
3. Rozdělení pásových podvozků	16
3.1 Typy pásových podvozků	16
3.2 Druhy pásových podvozků	17
4. Pásy	17
4.1 Typy pásů	17
4.1.1 Pásy článkové	17
4.1.2 Pásy pryžové	19
5. Pásový podvozek pro smykem řízené nakladače VTS.....	20
5.1 Konstrukce podvozku VTS	21
5.2 Pásy	21
6. Pásové podvozky pro stroje o hmotnosti do 10 tun	23
6.1 Dozery	23
6.2 Pásové nakladače	26
6.3 Minirypadla	29
6.4 Rypadla	32
6.5 Ostatní stavební stroje do 10 tun	35
6.5.1 Pojízdne plošiny	35
6.5.2 Pásový sklápěcí přepravník	35
6.5.2 Silniční frézy	36
7. Závěr	36
Seznam použitých pramenů	38

1. Úvod

S rostoucím objemem stavebních prací se v minulosti objevovaly snahy o zvyšování jejich efektivity. Lidská práce byla drahá, požadavky na rychlost stavebních prací se stupňovaly a nejvhodnějším východiskem se jevílo uplatnění strojů. Pro různé účely byly vyvíjeny více či méně univerzální, jedno však má většina z nich společné: potřebu mobility, ať už za účelem přesunu mezi pracovišti nebo při vlastní činnosti. K uspokojivému řešení tohoto problému byla věnována velká pozornost podvozkům. Stavební stroje se zpravidla pohybují na specifických površích, proto bylo třeba zajistit dobrou pohyblivost a ovladatelnost za všech podmínek. V místech, kde klasické kolové podvozky nepostačují, jeví se účelné nahradit je pásovými.

Nespornou výhodou pásových podvozků oproti kolovým je menší citlivost ke kvalitě povrchu, tedy větší prostupnost zejména těžším terénem a vzhledem k velké styčné ploše pojezdu s půdou i mnohem menší měrný tlak. To je důležité především při pohybu po měkkém terénu.

Nevýhody těchto typů podvozků však jsou značná hmotnost, vyšší výrobní náklady, složitější konstrukce a větší nároky na údržbu, s níž přímo souvisí jejich životnost. Oproti kolovým podvozkům je výrazně nižší i rychlost jízdy stroje, vhodné nejsou ani k delším přesunům. Vzhledem ke své účelovosti nejsou stavební stroje uzpůsobeny pro silniční provoz a na delší vzdálenosti se proto převážejí na přepravnících.



Obr. 1: Dozer Caterpillar D5G LGP [7]

2. Uspořádání pásového podvozku

Pásový podvozek sestává z rámu, na němž je - zpravidla otočně - osazena nástavba stroje a pojížděcího ústrojí, které obsahuje kola, kladky, pásy, pohonné ústrojí atd.



Obr. 2: Podvozek rýpadla Yuchai [15]

2.1 Rámy

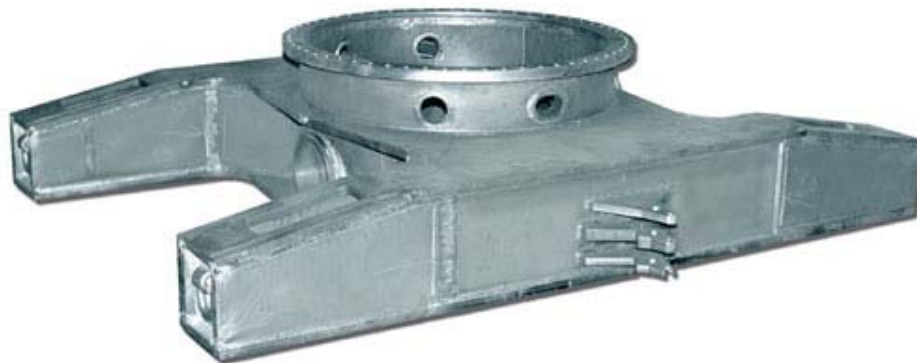
Rámy podvozků tvoří jejich nosnou část, spojují pracovní nastavbu stroje s pojížděcím ústrojím, umožňují zavěšení kol.

2.1.1 Rámy nedělené

- **Rámy svařované**

Mají skříňovou konstrukci tvořenou středním mostem, na horní straně opatřeným ložiskem pro uložení nástavby (kabina řidiče, motor, pracovní ústrojí atd.), k němuž jsou na bocích přivařeny podélné nosníky (nosiče pásů).

Tento typ podvozkových rámu se vyznačuje velkou tuhostí, z níž plyne dobrá celková stabilita stroje, proto je nejužívanější u lopatových nakladačů a rypadel.



Obr. 3: Svařenec rámu podvozku [17]

- **Rámy s kyvným příčnickem**

Konstrukce rámu je obdobná, avšak nejčastěji přední příčník je proveden jako kyvný, čímž je dosaženo lepšího kopírování terénu a přirozenější jízdy stroje. Toho se využívá zejména u dozerů.

2.1.2 Rámy dělené

- **Dělené rámy se stálým rozchodem**

Jsou tvořeny středním mostem s ložiskem. Most může být proveden jako svařenec nebo odlitek, k němuž jsou přišroubovány postranní podélné nosníky. Toto provedení umožňuje výměnu podélných nosníků za delší, čímž je dosaženo zvětšení styku pásu s podkladem a tím snížení měrného tlaku na půdu – tzv. mechanické přestavění.

- **Dělené rámy s proměnným rozchodem**

Používají se u strojů s požadavkem dodatečného zvyšování stability, jako například jeřábů, ale i rypadel. Výhoda spočívá v tom, že podvozek ve zúženém stavu má menší rozměry (resp. šířku), což se ocení zejména při přepravě, zatímco při práci lze jeho rozchod zvýšit a zlepšit tak celkovou stabilitu stroje, zvýšit možnost bočního náklonu, osadit větší pracovní zařízení atd.

Prakticky se změna rozchodu děje hydraulickými válci, jejichž ovládání probíhá z kabiny řidiče (obsluhy). Před vlastním roztažením se podvozek nejprve odlehčí prostřednictvím pracovního zařízení. Je-li výsuvný každý nosič zvlášť, zdvihne se nejprve jedna strana, upraví vysunutí nosiče dle potřeby, pás se spustí na zem a operace se zopakuje i pro druhou stranu. Je-li nutné vysouvat oba nosiče současně, zvedá se celý stroj pomocí pracovního zařízení a radlice.

Typy podvozků s měnitelným rozchodem dle provedení:

a) Řešení s asymetrickými posuvnými příčnicí

Příčnicí jsou k podélným nosníkům přivařeny, mají shodný průřez a v rámu mostu jsou uloženy asymetricky.

b) Řešení s posuvnými příčnicí rozdílných průřezů

Příčnicí přivařeny k podélným nosníkům, mají rozdílný průřez tak, že ty s menším průřezem se zasouvají do příčnicí s průřezem větším.

c) Řešení s posuvnými symetrickými příčnicí

Příčnicí mají shodný průřez, osy vždy levého a pravého jsou shodné, čímž je vzhledem k šířce mostového rámu omezena jejich délka a tím i možnost změny rozchodu.

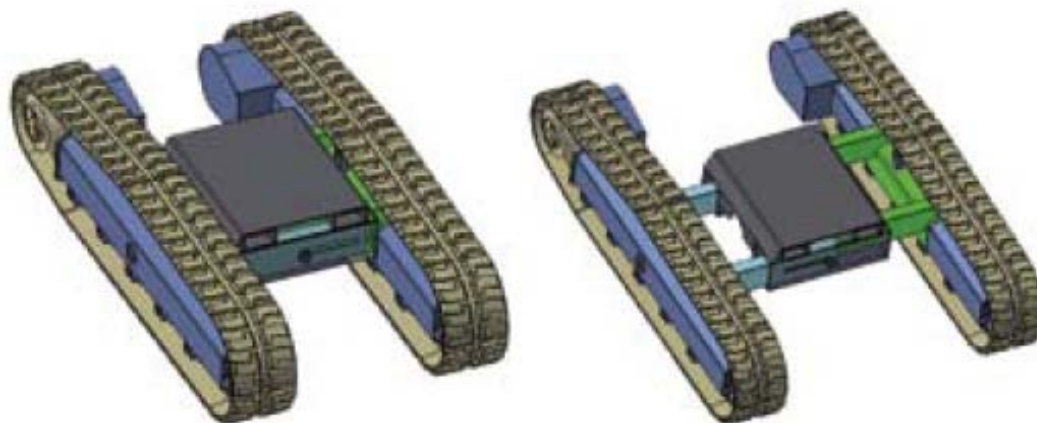
d) Řešení s posuvnými nosiči pásů

Příčnicí jsou přivařeny k mostovému rámu a nosiče pásů se svými navařenými pouzdry po příčnicích posouvají.

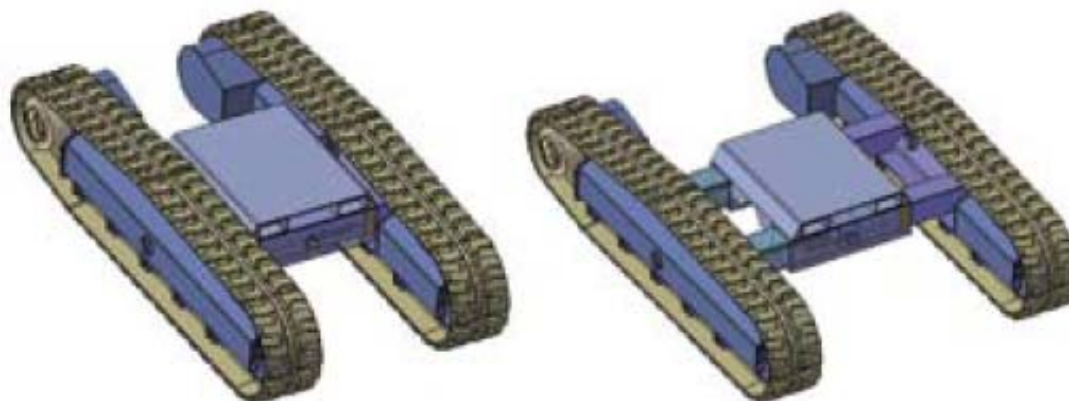
e) Řešení kloubové

Příčnicí jsou opatřeny klouby a změna rozchodu se děje jejich rozevíráním.

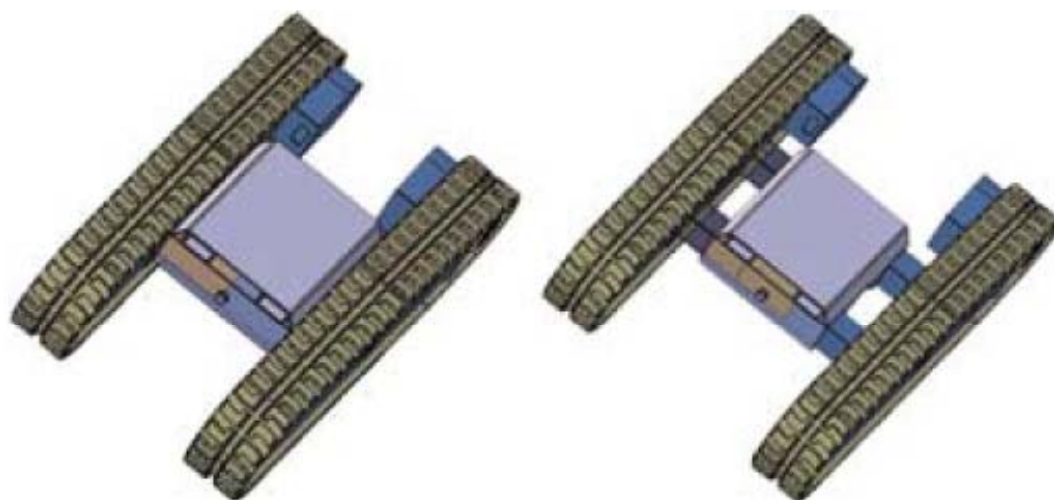
U této varianty nelze vysouvat podélné nosiče pásů zvlášť, je tedy použitelná jen u strojů opatřených také radlicí.



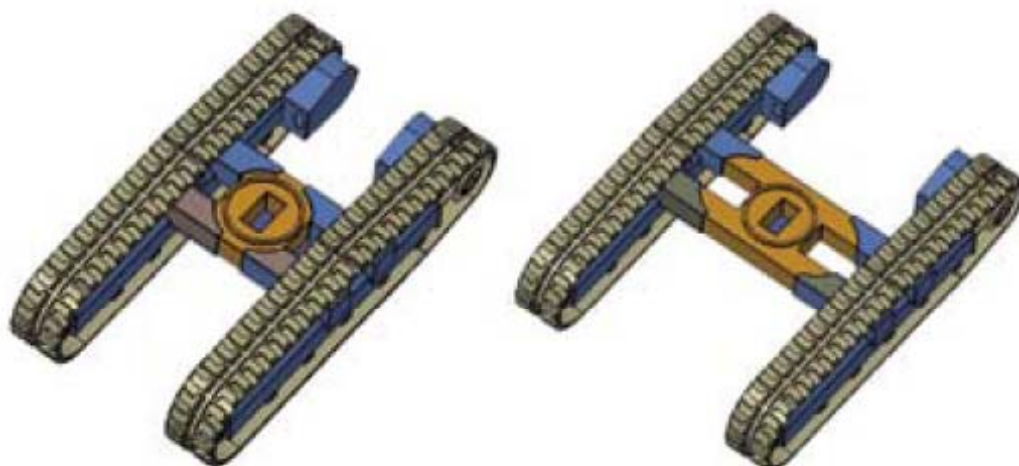
Obr. 4: Řešení s asymetrickými posuvnými příčnicí [3]



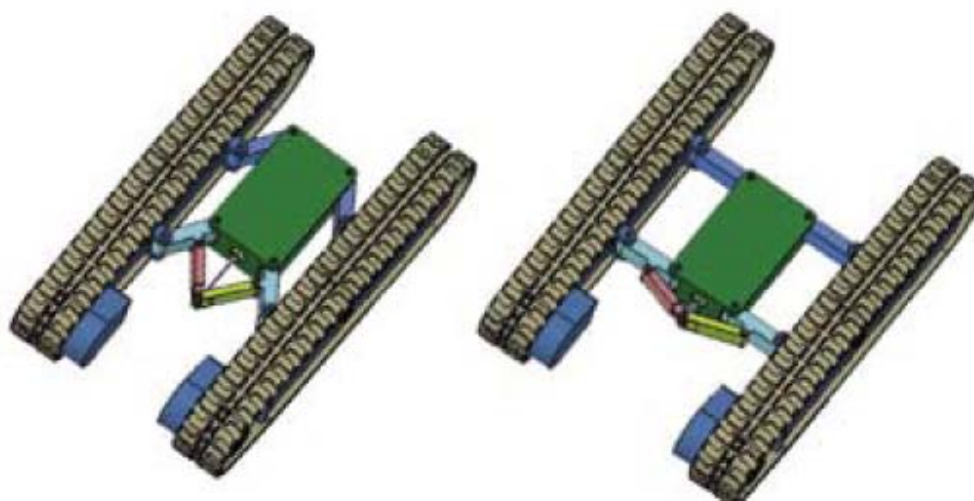
Obr. 5: Řešení s posuvnými příčnicí rozdílných průřezů [3]



Obr. 6: Řešení s posuvnými symetrickými příčnicí [3]

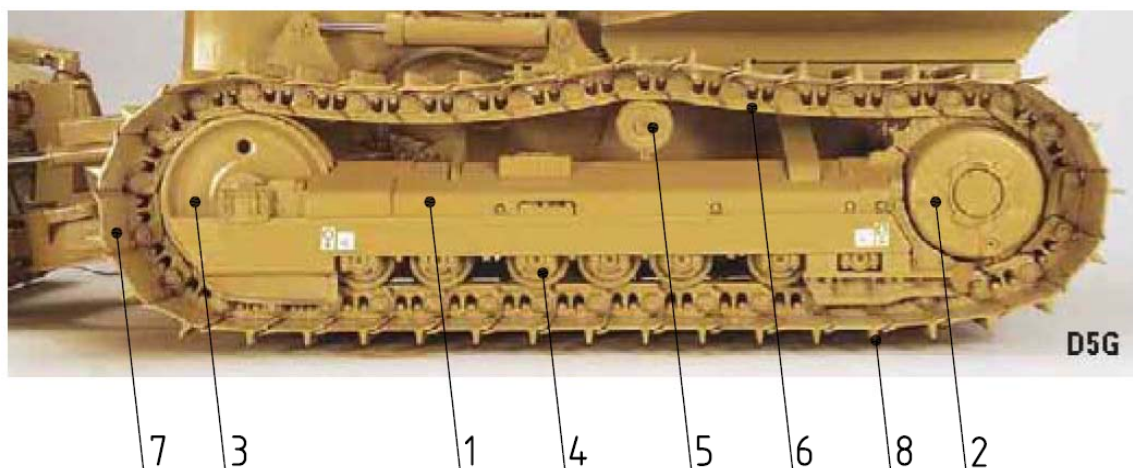


Obr. 7: Řešení s posuvnými nosiči pásů [3]



Obr. 8: Řešení kloubové [3]

2.2 Pásové pojízďecí ústrojí



Obr. 9: Schéma pojízďecího ústrojí (dozer Caterpillar D5G)

1 – Podélný nosník; 2 – Hnací turasové kolo; 3 – Vodící kolo; 4 – Pojezdové kladky;
5 – Podpěrná kladka; 6 – Článkový řetěz; 7 – Opěrná deska ;8 – Žebro [7]

Podélný nosník – Jsou na něm zavěšena jednotlivá kola (kladky). Hlavním požadavkem je dostatečná tuhost vylučující nadměrné deformace i při pohybu v členitém terénu. Obvykle je tvořen dvěma válcovanými, ohýbanými nebo lisovanými profily spojenými k sobě, které jsou v zájmu zvýšení tuhosti opatřeny výztuhami.

Hnací turasové kolo – Přenáší výkon z pojezdového hydromotoru na pás. Po obvodu je opatřeno ozubením s přesně definovaným profilem umožňujícím plynulý záběr. Funkční plochy zubů jsou povrchově kaleny, aby dobře odolávaly abrazivnímu působení nečistot vniklých mezi plochu zubu a pouzdro řetězu pásu. Místo řetězových kol vyráběných vcelku se více používají ozubené věnce či segmenty, které jsou k vlastnímu kolu šroubované lícovanými šrouby. Toto umožňuje výrobu kola z méně kvalitního materiálu a rovněž snižuje náklady při výměně opotřebovaných částí, kdy není třeba měnit celé kolo.



Obr. 10: Ozubený věnec hnacího kola [5]

Vodící a napínací ústrojí – Sestává z vodícího kola, které je po obvodu hladké. Vodící plocha je opatřena nákrůžkem znemožňujícím svlečení pásu. Vodící kolo je posuvně uloženo ve vidlici, což umožňuje napínání pásu. Vidlice je přišroubována k tlumicímu zařízení. Dříve bylo tvořeno silnou vinutou pružinou, která je dnes nahrazena hydraulicko-pneumatickým systémem. Úkolem tlumicího zařízení je pohlcovat rázy působící na vodící kola a zabránit nadměrnému napnutí pásu například při vniknutí cizího tělesa mezi některé z kol a pás.

Pojezdové kladky – Jsou uloženy na pevných čepech na podélném nosníku, přenášejí z něj síly na pás (resp. na terén) a zajišťují příčné vedení pásu. Potřeba malé vzájemné rozteče kladek vyžaduje jejich malý průměr. I proto jsou na čepech uloženy kluzně. Ložiska jsou utěsněna, což je velmi důležité s ohledem na podmínky, v nichž se stroje pohybují.

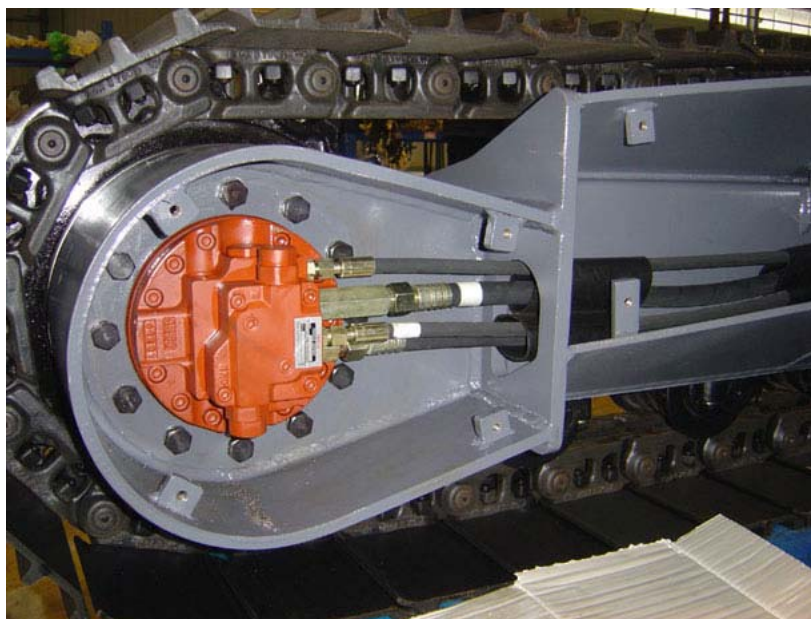


Obr. 11: Pojezdová kladka [5]

Podpěrné kladky – Jejich úkolem je podpírat horní volnou větev pásu, čímž brání jejímu nadměrnému prověšení.

Pásy – budou blíže popsány v samostatné kapitole

Pohonné ústrojí – Pohon každého hnacího kola zabezpečuje vlastní rotační hydromotor, k němuž je tlakový olej přiváděn potrubím z hydraulického převaděče propojujícího otočnou nastavbu s podvozkem stroje. Výstupní otáčky pístových hydromotorů jsou až 3000/min, proto jsou za ně řazeny koncové převody, zpravidla planetové v kombinaci s čelními. Převodové poměry koncových převodů se podle typu hydromotoru, resp. jeho výstupních otáček, pohybují mezi 1:5 až 1:150. Zatačení stroje se děje pomocí rozdílných otáček hydromotorů.



Obr. 12: Hydromotor hnacího kola [15]



Obr. 13: Podvozek s pryžovými pásy [6]



Obr. 14: Podvozek s ocelovými pásy [6]



Obr. 15: Podvozek s pryžovými pásy a měnitelným rozchodem [6]



Obr. 16: Podvozek s vyměnitelnými pásy [6]

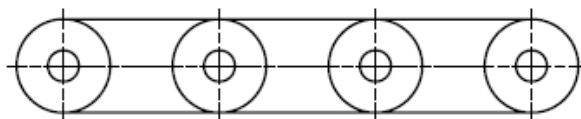
3. Rozdělení pásových podvozků

3.1 Typy pásových podvozků

Typem pásového podvozku se rozumí jeho konstrukční uspořádání, tj. tvar, počet a sestavení pojezdových a podpěrných kladek, napínacího i hnacího kola.

Příklady typů pásových podvozků:

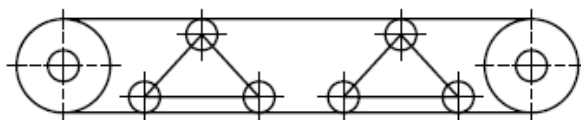
- a) *Málokladkový*
- b) *Mnohokladkový traktorový*
- c) *Mnohokladkový vahadlový jednostupňový*
- d) *Mnohokladkový vahadlový dvoustupňový*



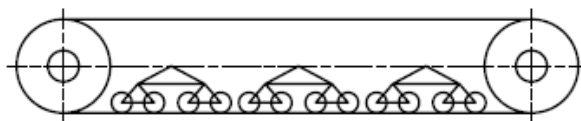
a)



b)



c)



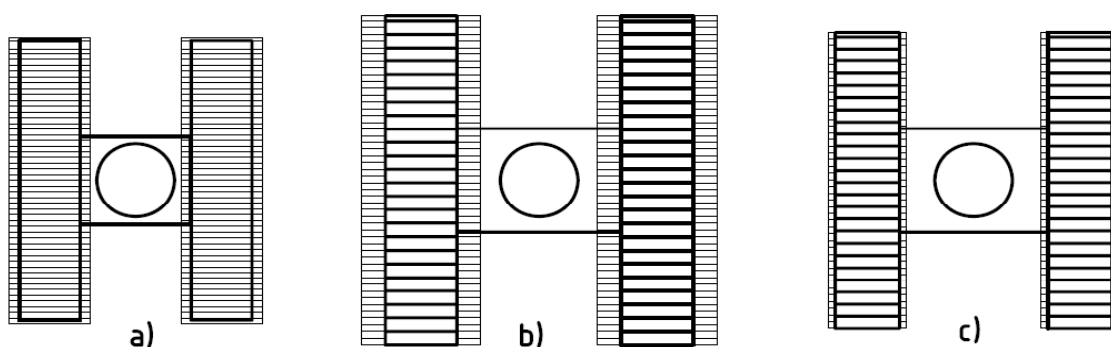
d)

Obr. 17: Některé typy pásových podvozků [2]

3.2 Druhy pásových podvozků

Odvíjejí se od šířek pásů (jejich opěrných desek) o nichž rozhoduje poměr únosnosti půdy a hmotnosti stroje.

- a) **Standardní** – Jsou určeny pro střední a velké měrné tlaky (40 – 135) kPa
- b) **Long Crawler** – Vyznačují se velkým rozvorem a opěrnými deskami značných šířek. Používají se v málo únosných terénech (měrný tlak menší než 30 kPa)
- c) **Heavy Duty** – Používané v těžkých provozech, měrné tlaky větší než 100 kPa, snášejí velké namáhání díky silnému dimenzování jednotlivých částí.



Obr. 18: Druhy pásových podvozků [1]

4. Pásy

Chování pásového podvozku v terénu do značné míry ovlivňují právě vlastnosti pásů. Důležitá je tuhost opěrných desek a jejich otěruvzdornost, dobrá ohebnost a dlouhá životnost pásů bez nároků na jejich přílišnou údržbu. Volba typu pásů souvisí samozřejmě rovněž s charakterem podkladu, na němž se stroj má pohybovat.

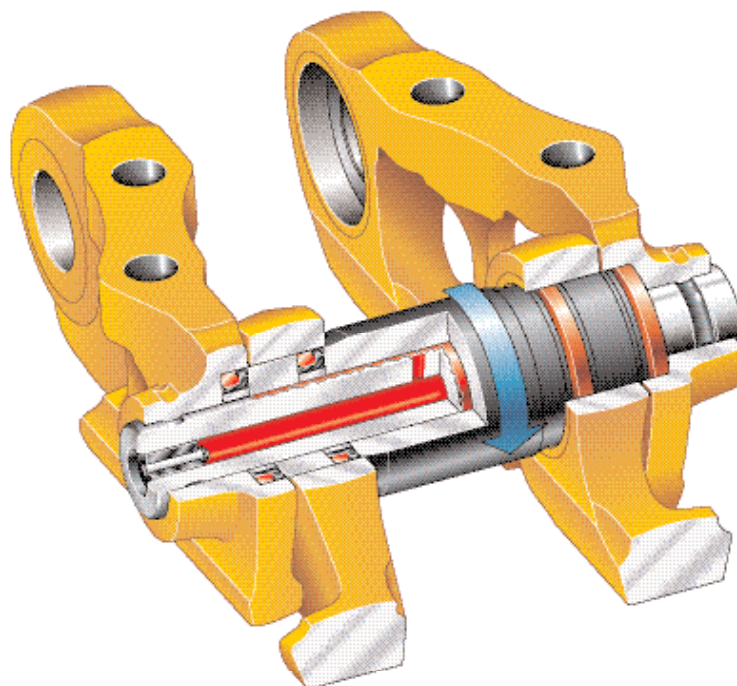
4.1 Typy pásů

4.1.1 Pásy článkové

Jde o pásy tzv. traktorového typu tvořené článkovým řetězem, k jehož lamelám jsou přišroubovány desky. Ty se vyrábí řezáním z válcovaných profilů na délku, která určuje šířku pásu. Desky jsou opatřeny jednou až třemi ostruhami, které zlepšují tuhost desek a zlepšují záběr pásu. Článek řetězu sestává ze dvou kovaných lamel, mezi něž jsou vložena distanční pouzdra s podložkami a těsněním. Toto je navlečeno na hřídeli, jehož dutina je vyplněna mazivem.



Obr. 19: Článek řetězu pásu [5]



Obr. 20: Detail spojení článků řetězu pásu [7]

Na obrázku 19 je detail spojení článků řetězu pásu pro dozer firmy Caterpillar. Mezi lamely řetězu je vloženo pouzdro, které se při kontaktu se zuby věnce hnacího kola může na spojovacím řepu volně otáčet, což snižuje celkové opotřebení řetězu, snižuje hluk a prodlužuje celkovou životnost pásu.

Druhy opěrných desek:

- Deska s jedním žebrem nebo ostruhou – používá se u strojů s nároky na velkou tažnou sílu
- Deska se dvěma nebo třemi žebry – nejpoužívanější u rypadel
- Deska s hladkým povrchem – není opatřena žebry, je proto šetrná k povrchu (např. travnaté plochy)
- Desky z umělých hmot s ocelovou výztuží
- Povlaky z umělých hmot přišroubovatelné na ocelové desky – při velké pevnosti pásu jsou šetrné k podkladu, například při pokládce asfaltu



Obr. 21: Opěrné desky odlité s články řetězu v kuse [5]

4.1.2 Pásky pryžové

Pryžové pásky nejsou složeny z jednotlivých článků, ale vyrábějí se v kuse a jejich ohebnost zajišťuje pružnost materiálu. Snášejí vyšší rychlosti, tlumí dynamické rázy a jsou šetrné k podkladu, po němž se stroj pohybuje. Protože nejsou složeny z jednotlivých článků, odpadá problém s mazáním a těsněním jejich spojů. Pevnost v tahu zajišťují ocelové výztuhy.



Obr. 22: Pryžový pás SOLIDEAL [3]

5. Pásový podvozek pro smykem řízené kolové nakladače

Velmi rozšířenými stavebními stroji jsou nakladače se smykem řízeným čtyřkolovým podvozkem. Ten jim sice uděluje výbornou manévrovatelnost, jako všechny kolové podvozky má však omezenou pohyblivost v těžším terénu. Proto bylo společností GEHL zkonstruován výměnný pásový podvozek VTS (Versatile truck system). Navržen je tak, aby jej bylo možné použít bez jakýchkoli úprav nakladače, pouze po sejmutí původních kol. Nakladač opatřený tímto podvozkem má výrazně vyšší stabilitu (díky zvětšenému rozvoru). Velkou výhodou je, že díky poměrně snadné a časově nenáročné výměně lze volit podvozky podle potřeby. Větší hmotnost pásového podvozku oproti kolům snížila těžiště stroje, což spolu se zmíněným delším rozvorem zajišťuje větší stabilitu, umožňující větší pracovní dosah do výšky i do stran, resp. manipulaci s větším množstvím materiálu a tím i hospodárnější práci v kratších časech.



Obr. 23: Smykem řízený nakladač s pásovým podvozkem [3]

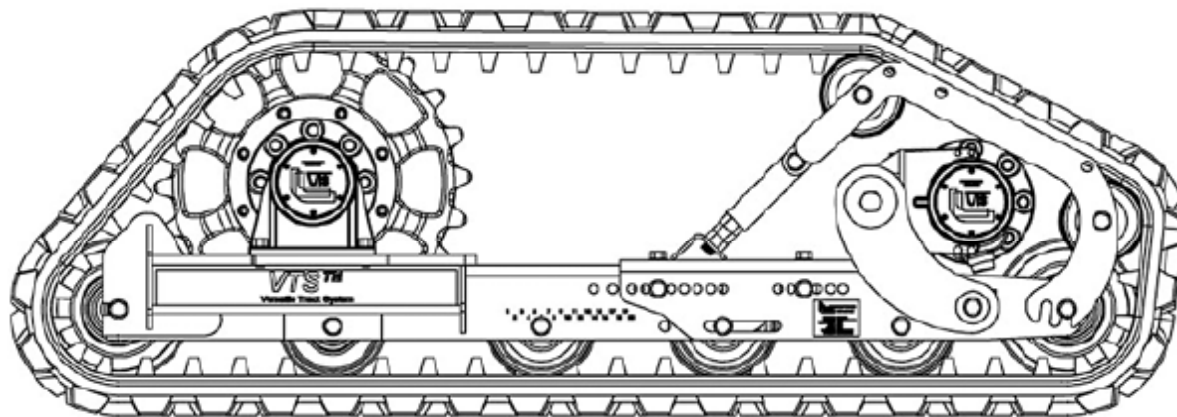


Obr. 24: Detail pásového podvozku VTS [18]

5.1 Konstrukce podvozku VTS

Základ podvozku tvoří teleskopický dvoudílný podélný nosník, jehož obě poloviny jsou spojeny šrouby. Toto řešení umožňuje individuální přesné nastavení osové vzdálenosti nábojů. Hnací turasové kolo je přišroubováno na hřídel místo zadního kola nakladače. Podvozek je ke stroji upevněn pomocí konzoly s ložiskem nasazené na hřídel hnacího kola. Konzola je přišroubována k zadnímu dílu podélného nosníku. Jeho přední část je na stroji zavěšena prostřednictvím náboje na hřídeli předního kola nakladače. Náboj je s podélným nosníkem propojen vidlicí na čepech, která zajišťuje pružení. Při něm se podvozek otáčí kolem hřídele hnacího kola, zatímco přední část podvozku se může přizpůsobovat podkladu a to každá strana nezávisle na druhé. Vpředu na podélný nosník navazuje rozvidlené rameno, k podélnému nosníku uchycené čepem, jehož druhá strana je s horní plochou podélného nosníku propojena šroubovým napínákem pásu. Ten je tvořen dvěma šrouby s oky a opačným závitem, zašroubovanými do společné dlouhé matice, jejíž strany mají rovněž opačné závity. Otáčením maticí se oka obou šroubů vzájemně přibližují resp. oddalují, čímž se mění napnutí pásu. Podélný nosník obsahuje čtyři pojezdové kladky a vodící kolo na každém konci, přičemž přední má společnou osu otáčení s ramenem pro napínání pásu. V něm je uloženo třetí vodící kolo a podpěrná kladka nesoucí horní větev pásu.

Pohon každé strany podvozku zajišťuje jen jedna z hřídelí původních kol (zadní), zatímco přední se otáčí naprázdno. Toto sice vede k většímu zatížení hnací hřídele, zkušenosti však zatím nenaznačují její zvýšenou poruchovost při tomto způsobu pohonu.



Obr. 25: Schéma podvozku VTS [3]

5.2 Pásky

Podvozek je opatřen pryžovými pásky se dvěma druhy výztuh. První tvoří ocelová lanka pro zvýšení pevnosti v tahu, druhou příčné ocelové tyče s vytvořenými zuby, které zajišťují vedení pásu. Další funkcí výztužných příčných tyčí je přenášení síly od zubů hnacího turasového kola do pásu.



Obr. 26: Podvozek by měl vykazovat dobré provozní vlastnosti i při znečištění [18]



Obr. 27: Montáž podvozku na nakladač [3]

Vzhledem k nárůstu šířky je vhodné nakladač opatřit širší lopatou. Protože podvozek je americké konstrukce, vyvinut byl pro smykem řízené nakladače dostupné na americkém trhu a na u nás nejrozšířenějších strojích UNC či Locust odzkoušen zatím nebyl.

6. Pásové podvozky pro stroje o hmotnosti do 10 tun

V této kapitole budou u nejběžnějších stavebních strojů o hmotnosti do 10 tun posuzovány důležité technické parametry, které souvisí s jejich podvozkem. Zejména půjde o hmotnost stroje, výkon motoru, který při pohybu přenáší pásy a měrný tlak na půdu. Porovnávají budou u typických strojů v dané kategorii, především od výrobců s širokým obchodním zastoupením a dostupnými technickými daty svých produktů.

Pozn.: Účel uváděných grafů je porovnávací; poměr mezi tímž parametrem u jednotlivých strojů je zachován, s ohledem na řádově různé hodnoty posuzovaných veličin jsou však některé násobeny koeficienty v zájmu vyšší přehlednosti a názornosti. Svislá osa proto postrádá měřítko (je společná pro veličiny o různých jednotkách)

6.1 Dozery



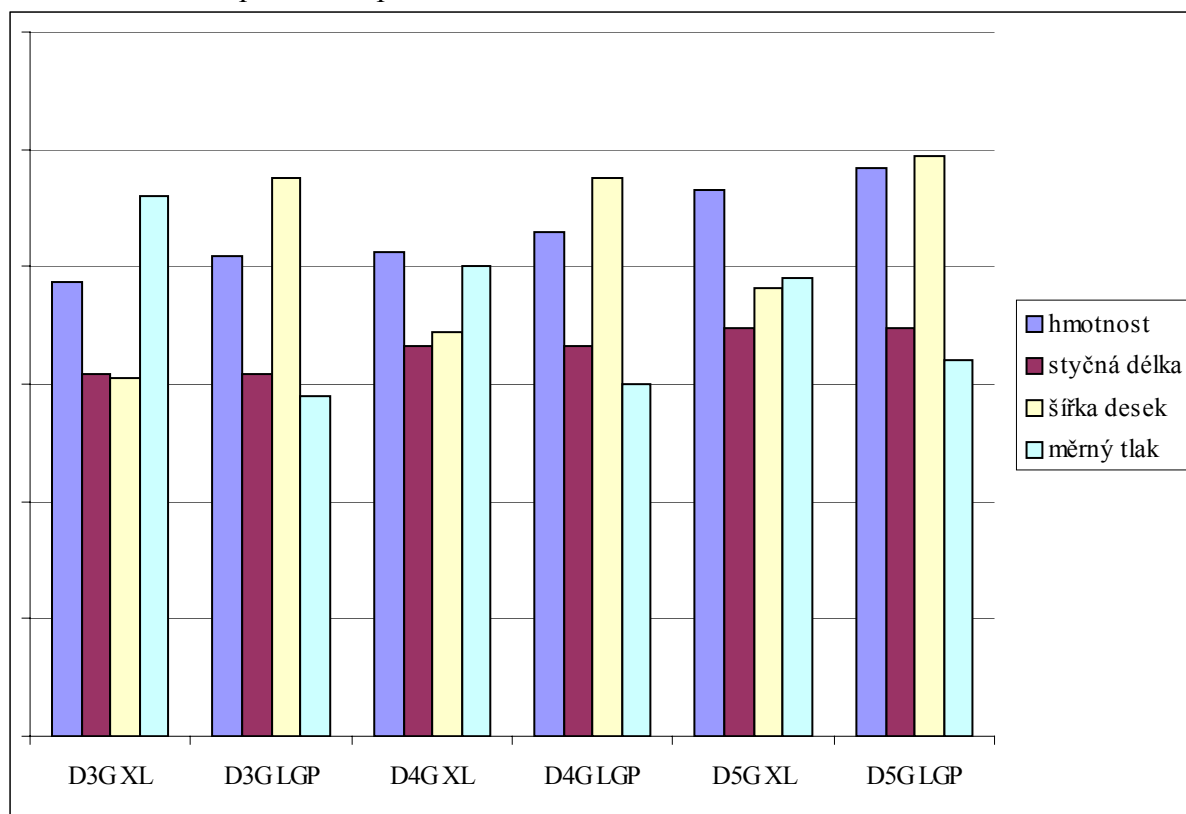
Obr. 28: Dozer Caterpillar typ D4G XL [7]

Podvozky dozerů se vybavují zpravidla ocelovými pásy opatřenými opěrnými deskami s žebry. Při práci stroje vznikají velké jízdní odpory, proto je nutné zajistit dobré záběrové podmínky. Navíc v pásu vznikají velké tahové síly namáhající řetěz pásu. U podvozku chybí mostový rám s ložiskem, protože stroj nemá žádnou nastavbu, která by se potřebovala na podvozku otáčet. Podélné nosníky jsou proto kyvně zavěšeny přímo na rámu. Tím je dosaženo lepšího kopírování terénu a plavnější jízdy.

Tabulka 1 (zdroj [7])

Typ stroje	<i>D3G XL</i>	<i>D3G LGP</i>	<i>D4G XL</i>	<i>D4G LGP</i>	<i>D5G XL</i>	<i>D5G LGP</i>
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar
Provozní hmotnost [kg]	7750	8190	8260	8600	9320	9670
Výkon motoru [kW]	53	53	60	60	68	68
Měrný tlak [kPa]	46	29	40	30	39	32
Počet jezdových kladek	6	6	7	7	7	7
Styčná délka pásu s terénem [mm]	2055	2055	2211	2211	2317	2317
Šířka opěrných desek [mm]	406	635	460	635	510	660
Nejvyšší rychlost vpřed / vzad [km/h]	9/9,6	9/9,6	9/9,6	9/9,6	9/9,6	9/9,6

Graf 1: Porovnání parametrů podvozků dozerů



Přenos výkonu z motoru na hnací kola je hydrostatický, každá strana má vlastní hydromotor, umožňující plynulou regulaci otáček, tím i rychlost stroje a zatáčení.

Všechny stroje jsou opatřeny ocelovými článkovými pásy. Pásy modelů LGP (Low Ground Pressure) mají oproti modelům XL širší opěrné desky pásů. Tím je dosaženo nižšího měrného tlaku i při větší hmotnosti stroje.

Z grafu je patrné, že měrný tlak na půdu u jednotlivých strojů není úměrný jejich hmotnosti. Paradoxně u stroje s nejnižší hmotností je měrný tlak největší. Jeho hodnotu totiž ovlivňuje různá styčná délka pásů s podkladem a šířka opěrných desek

Opěrné desky jsou ocelové a mají jedno žebro. Žebra dozerových pásů jsou poměrně vysoká, na měkkém terénu mají zbořením do země zvýšit adhezi, která je především tvořena soudržností podkladu. K proklouznutí pásu by teoreticky došlo až v případě, že by smykové napětí přesáhlo pevnost terénu.



Obr. 29: Dozer Caterpillar typ D5G LGP [7]

6.2 Pásové nakladače



Obr. 30: Kompaktní pásový nakladač Caterpillar typ 247B série II [7]



Obr. 31: Pásový nakladač Bobcat T190 [16]

Pásové nakladače nacházejí uplatnění všude tam, kde kolový podvozek klasických smykem řízených nakladačů nestačí, zejména v těžším terénu. Má-li nakladač nabrat materiál, který klade velký odpor proti vnikání břitu lžice, pryžové pneumatiky kolového nakladače začnou prokluzovat a stroj se zastaví. Objem lžice se tak využije pouze z malé části, z čehož plyne malá efektivita práce. Řešením je nakladač s pásovým podvozkem.

Rovněž lze tyto stroje s úspěchem uplatnit tehdy, chceme-li se vyhnout poškození podkladu, např. při pracích na trávníku apod.

Nakladače jsou opatřeny podvozky trojúhelníkového tvaru, kdy hnací kolo je umístěno tak, aby jeho osa byla nad podlahou stroje. Díky tomu jsou hydromotory skryty v karoserii a není třeba řešit tlakové olejové vedení do podvozku. Tento typ podvozku se vyznačuje poměrně malým úhlem opásání hnacího kola, což je důsledkem jeho polohy.

Pásky jsou pryžové.

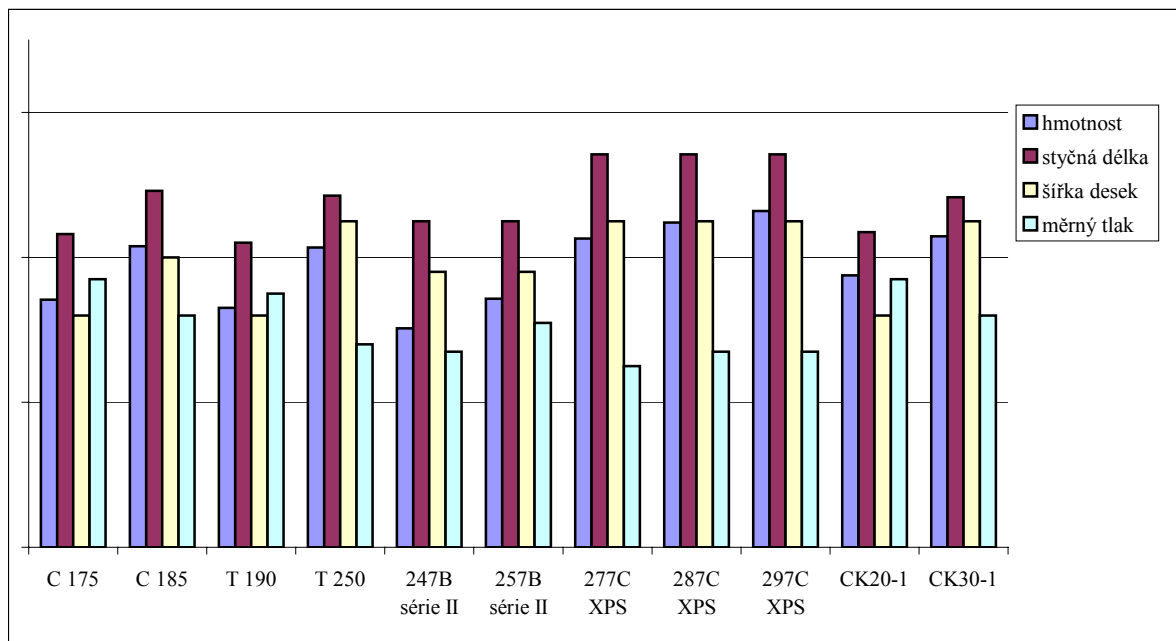
Tabulka 2 (zdroj [7, 8, 12, 16])

Typ stroje	C 175	C 185	T 190	T 250	247B série II	257B série II
Výrobce	New Holland	New Holland	Bobcat	Bobcat	Caterpillar	Caterpillar
Provozní hmotnost [kg]	3418	4152	3305	4137	3024	3428
Výkon motoru [kW]	45	58	49	65	42	42
Měrný tlak [kPa]	37	32 / 28	35	28	27	31
Počet pojezdových (vodících) kladek	3 (2)	4 (2)	3 (2)	4 (2)	5 (1)	5 (1)
Styčná délka pásu s terénem [mm]	1440	1640	1401	1618	1499	1499
Šířka pásu [mm]	320	400 / 450	320	450	380	380
Nejvyšší rychlost [km/h]	12	12,9	11,4	10,6	12	11

Tabulka 2 – pokračování

Typ stroje	277C XPS	287C XPS	297C XPS	CK20-1	CK30-1
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Caterpillar	Komatsu	Komatsu
Provozní hmotnost [kg]	4260	4479	4640	3750	4290
Výkon motoru [kW]	61	61	67	51,8	62
Měrný tlak [kPa]	25	27	27	37	32
Počet pojezdových (vodících) kladek	5 (2)	4 (2)	4 (2)	4 (2)	5 (2)
Styčná délka pásu s terénem [mm]	1808	1808	1808	1450	1610
Šířka pásu [mm]	450	450	450	320	450
Nejvyšší rychlost [km/h]	15	15	15	12	12

Graf 2: Porovnání parametrů podvozků pásových nakladačů



Obr. 32: Pásový nakladač Komatsu CK20-1 [8]

6.3 Minirypadla



Obr. 33: Minirypadlo Komatsu PC30MR [8]

V poslední době jsou minirypadla ve stavebnictví velmi rozšířená. Vhodná jsou pro výkopové práce menšího rozsahu, k nimž se velká rypadla nehodí. Přednostmi jsou malé rozměry, nízká hmotnost, snadná přeprava, úsporný provoz a šetrnost k podkladu. Kromě standardní lžice lze stroje opatřit hydraulickým kladivem, zemním vrtákem či jiným pracovním zařízením.

Podvozky minirypadel sestávají z mostového rámu, podélných nosníků s integrovanými hydromotory. V přední části podélného nosníku je vodící kolo, následují pojezdové kladky a hnací kolo. Horní větev pásu je vedena obvykle jednou podpěrnou kladkou. Délku styku podvozku se zemí udává osová vzdálenost vodícího a hnacího kola. Většinou se podvozky minirypadel opatřují pryžovými pásy, ty však lze většinou vyměnit za ocelové.

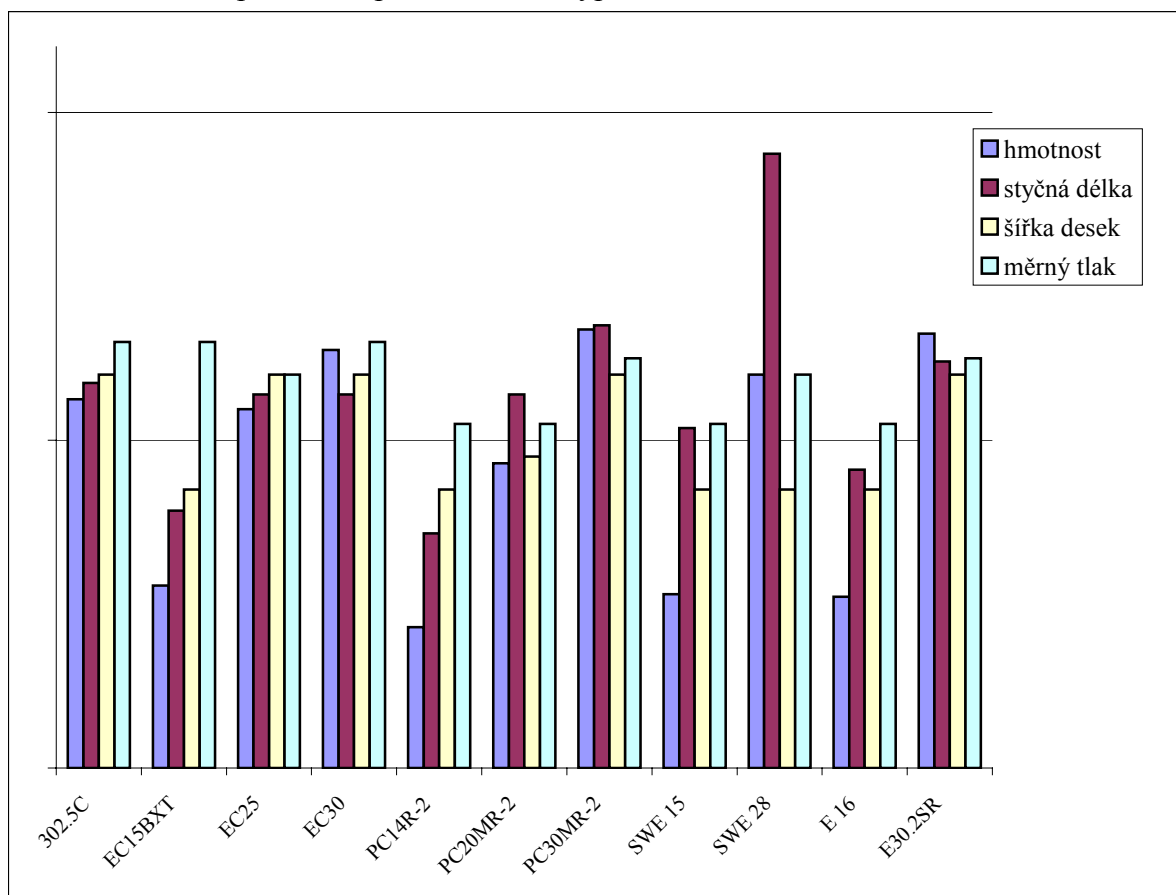
Tabulka 3 (zdroj [7, 8, 10, 12, 14])

Typ stroje	302.5C	EC15BXT	EC25	EC30	PC14R-2	PC20MR-2
Výrobce	Caterpillar	Volvo	Volvo	Volvo	Komatsu	Komatsu
Provozní hmotnost [kg]	2850	1713	2790	3151	1460	2460
Výkon motoru [kW]	18,6	14	17,1	17,8	11,2	15,5
Měrný tlak [kPa]	32	32	30	32	27	27
Počet pojezdových kladek	3	3	3	3	3	3
Styčná délka pásu s terénem [mm]	1475	1085	1440	1440	1016	1440
Šířka pásu [mm]	300	230	300	300	230	250
Nejvyšší rychlost [km/h]	5	2	3,7	3,7	2	4,6

Tabulka 3 – pokračování

Typ stroje	PC30MR-2	SWE 15	SWE 28	E 16	E30.2SR
Výrobce	Komatsu	Sunward	Sunward	New Holland	New Holland
Provozní hmotnost [kg]	3275	1660	3000	1645	3250
Výkon motoru [kW]	20,6	17,3	19,8	11	22
Měrný tlak [kPa]	31	27	30	27	31
Počet jezdových kladek	4	3	3	3	4
Styčná délka pásu s terénem [mm]	1650	1337		1210	1540
Šířka pásu [mm]	300	230	230	230	300
Nejvyšší rychlost [km/h]	4,6	4,5	4,3	3,5	4,5

Graf 3: Porovnání parametrů podvozků minirypadel





Obr. 34: Minirypadlo Caterpillar 302.5C [7]



Obr. 35: Minirypadlo Komatsu PC20MR-2 [8]

6.4 Rypadla

Rypadlové podvozky jsou obdobné konstrukce jako podvozky minirypadel, jsou však robustnější a nejčastěji se osazují ocelovými pásy. Při větší délce podvozku mívají větší počet podpěrných kladek.

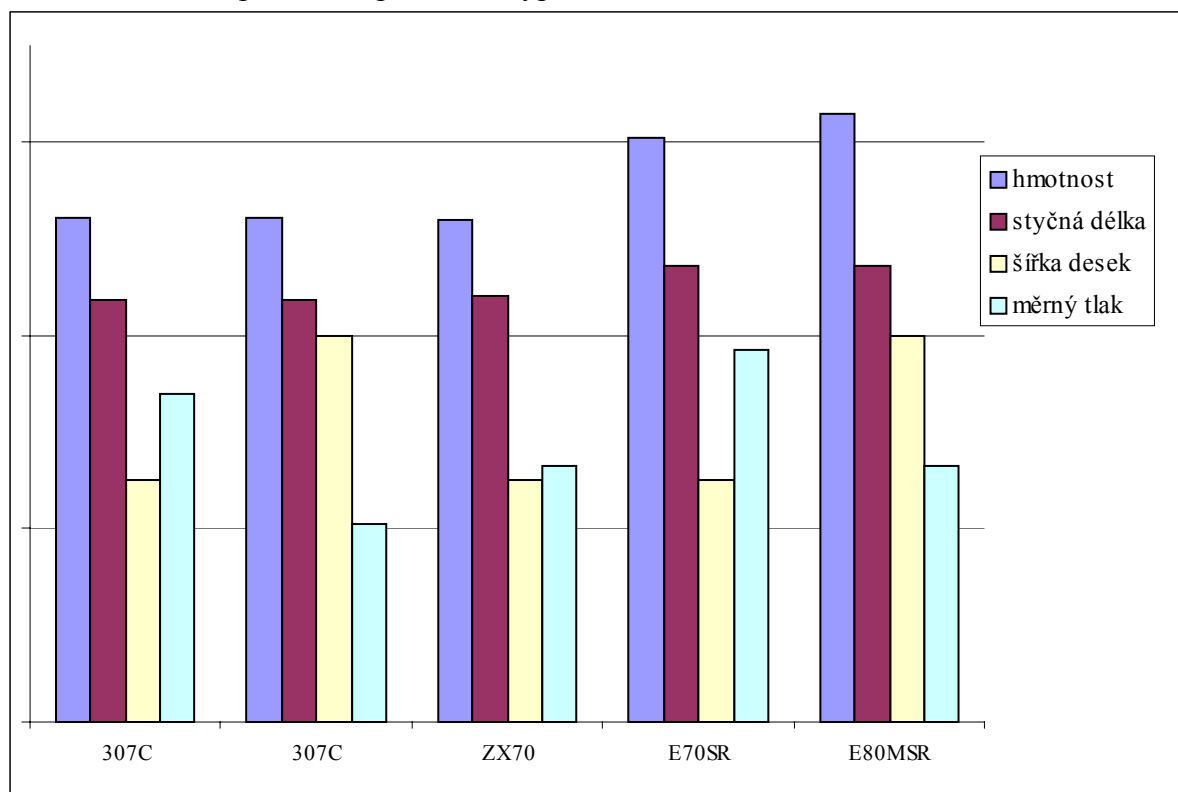


Obr. 36: Rypadlo Hitachi ZX70 [9]

Tabulka 4 (zdroj [7, 9, 12])

Typ stroje	307C	307C	ZX70	E70SR	E80MSR
Výrobce	Caterpillar	Caterpillar	Hitachi	New Holland	New Holland
Provozní hmotnost [kg]	7210	7210	7200	8050	8300
Výkon motoru [kW]	41	41	40,5	41	41
Měrný tlak [kPa]	36	27	31	39	31
Počet pojezdových kladek	5	5	5	5	5
Styčná délka pásu s terénem [mm]	2120	2120	2140	2240	2240
Šířka pásu [mm]	450	600	450	450	600
Nejvyšší rychlost [km/h]	5,3	5,3	5	5,3	5,3

Graf 4: Porovnání parametrů podvozků rypadel



Obr. 37: Rypadlo Caterpillar 307C SB [7]

6.5 Ostatní stavební stroje do 10 tun

6.5.1 Pojízdné plošiny

Podvozek pásových plošin je v podstatě shodný s podvozkem minirypadel. Tvoří jej mostový rám, podélné nosníky, hnací kola, vodící kola, pojezdové kladky a na každé straně jedna podpěrná kladka. Pásky jsou pryžové o šířce kolem 400mm. Rychlost pojezdu je do 2km/hod.



Obr. 38: Pojízdná plošina Hitachi HX64B [9]

6.5.2 Pásový sklápěcí přepravník

Podvozek má pevný střední mostový rám, na němž je otočně uložena nástavba s kabinou obsluhy a sklápěcí ložnou plochou. V přední části podvozku je umístěno hnací kolo, vzadu vodící kolo. Na každé straně je pod podélným nosníkem na čepích zavěšena čtveřice vahadel, každé se dvěma pojezdovými kladkami. Natáčení vahadel na čepu umožňuje kopírování terénních nerovností. Horní větev pásu je nesena dvěma podpěrnými kladkami. Pás je pryžový s ocelovými výztuhami.



Obr. 39: Hitachi EG40R [9]



Obr. 40: Hitachi EG70R [9]

6.5.2 Silniční frézy

Fréza Caterpillar PM – 102 je vybavena čtyřmi samostatnými podvozky, z nichž každý má vlastní hydromotor. Natáčení podvozků vzhledem k rámu stroje a řízení otáček hydromotorů umožňuje přesné manévrování.

Článkový pás je opatřen polyuretanovými opěrnými deskami



Obr. 41: Podvozek silniční frézy Caterpillar PM – 102 [7]

7. Závěr

Stavební stroje o hmotnosti do 10 tun lze rozdělit na dvě charakteristické skupiny, u nichž se však různé konstrukce podvozků do značné míry prolínají. Podvozky mohou být konstruovány s nejrůznějším uspořádáním pojezdového ústrojí. Rozdíl mezi oběma skupinami spočívá zejména v uložení podélných nosníků, tedy pojezdových ústrojí, z čehož plyne úroveň stability stroje.

A) Stroje, jejichž práce probíhá za pohybu

B) Stroje, které při práci zpravidla stojí a podvozek je určen především pro krátký přesun v rámci pracoviště

Ad A) Typickými představiteli jsou dozery. Jejich podvozek by měl nejen umožňovat pohyb v těžším terénu, ale také zaručovat relativně klidnou jízdu i na větších nerovnostech. Stroj je při práci téměř stále v pohybu a od charakteru jízdy se odvíjí pohodlí obsluhy. Důležité jsou záběrové vlastnosti pásů pro překonávání jízdnic odporů vznikajících při práci stroje. Podvozky mívají neproměnný rozchod.

Ad B) V této skupině dominují rypadla. Tyto stroje se při vlastní práci zpravidla nepohybují, hlavním požadavkem na podvozek je zajištění stability celého stroje. Podvozky se proto konstruují s pevně ukotvenými koly (pojezdovými kladkami) bez odpružení a podélnými nosníky uchycenými pevně, často s měnitelným rozchodem. Oproti strojům první skupiny se pohybují nižšími rychlostmi. U pásů nejsou tolik podstatné záběrové vlastnosti.

Charakteristiky a vlastnosti jednotlivých typů podvozků

Pásové podvozky všech stavebních strojů o hmotnosti do 10 tun se vyznačují malým měrným tlakem dosahujícím nejčastěji hodnot do 40 kPa. Vyšší měrné tlaky mají podvozky dozerů, od nichž se obvykle nepožaduje šetrnost vůči podkladu, naopak se potýkají s velkými odpory proti pohybu, proto je nutné zaručit dobré záběrové podmínky. Nejmenší měrné tlaky vykazují podvozky minirypadel, jejich hodnoty se pohybují kolem 30 kPa. Podvozky většiny strojů umožňují volbu pásů o různých šířkách, podle aktuálního požadavku na měrný tlak.

Dominantním typem podvozků pro stavební stroje o hmotnosti do 10 tun je mnohokladkový traktorový. Opatřuje se pásy pryžovými, ocelovými, případně je uzpůsoben pro použití obou typů. Rypadla a minirypadla osazená tímto typem podvozků ve variantě s pryžovými pásy dosahují rychlosti do 5km/hod. Dozery s traktorovým mnohokladkovým podvozkem s ocelovými pásy dosahují rychlosti 10km/hod.

Rozdíl mezi dozerovým podvozkem a podvozkem rypadel spočívá ve vzájemné poloze podélných nosníků. U dozerů je možný jejich vzájemný pohyb díky přednímu pohyblivému příčnicku. Toto řešení je u rypadel vyloučeno, protože by podstatně snížilo stabilitu stroje.

Pásové nakladače mívají tzv. delta-podvozek s hnacím kolem umístěným výš oproti ostatním kolům a kladkám. Charakteristické umístění hnacího kola však snižuje úhel jeho opásání, čímž se síla při záběru rozloží na menší počet zubů. Podvozky firmy Caterpillar mají na jedné hřídeli vždy několik úzkých pojezdových kladek, čímž je hmotnost stroje rozložena na celou šířku pásu.

U sklápěcích pásových přepravníků se vyskytují jednostupňové vahadlové podvozky. Tato konstrukce umožňuje lepší kopírování terénu podvozkem. Koncová kola (hnací a vodící) jsou vyvýšena, čímž krajní úseky pásů mezi první resp. poslední pojezdovou kladkou a hnacím, resp. vodícím kolem jsou šikmé, což zlepšuje schopnost stroje překonávat kolmé stupně.

Rypadla a nakladače se osazují pásy pryžovými nebo ocelovými s deskami bez žebry či s dvěma a více nízkými žebry.

Dozery mívají nejčastěji pásy ocelové se žebry (každá deska je opatřena jedním), která zaručí dobrý záběr. Některé podvozky jsou uzpůsobeny pro použití pryžových i ocelových pásů

Porovnání vlastností pryžových a ocelových pásů

Pryžové pásy

Výhody pryžových pásů:

- Dobré tlumení dynamických rázů
- Nevyžadují údržbu (mimo kontroly napnutí) – nemají jednotlivé články, jejichž spoje jsou citlivým místem
- Šetrnost k podkladu

Nevýhody:

- Jejich základní materiál – pryž – podléhá stárnutí
- Snášejí menší zatížení než pásy ocelové
- Hrozí jim mechanické poškození ostrými předměty, například kameny
- Mají omezené záběrové podmínky oproti pásům ocelovým, které lze opatřit žebry

Ocelové pásy

Výhody ocelových (článekových) pásů:

- Použitelné pro velká zatížení (zejména tahová)
- Vysoká tuhost opěrných desek
- Možnost výměny desek – při opotřebení nebo za desky jiného typu (s žebry, hladké, s nekovovým povlakem)

Nevýhody:

- Velká hmotnost
- Nutnost mazání spojů
- Vlivem opotřebenosti spojů se zvětšuje jejich délka
- Velký hluk při jízdě a vznik dynamických rázů a vibrací

Před návrhem podvozku musí konstruktér dobře zvážit, k jakému účelu bude stroj používán, tedy v jakém prostředí se bude pohybovat, jak často, na jaké vzdálenosti apod. V zájmu co nejširšího využití stroje, například rypadla jako dozeru, je třeba některé části podvozku uzpůsobit, např. rám opatřit oky pro uchycení radlice. Aby se mohly stroje pohybovat po površích různého charakteru, je užitečné umožnit výměnu pásů, kdy si těžký terén o velkém stoupání vyžádá nasazení pásů s žebry, která na druhou stranu značně poškodí travnatou plochu. Naopak v případě jednoúčelových strojů, jako jsou silniční frézy, které se pohybují po zcela konkrétním typu povrchu, lze podvozek danému účelu plně přizpůsobit.

Seznam použitých pramenů

- [1] VAŇEK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, vydavatelství Academia, Praha, ISBN 80-200-1045-9, vydání 1., 550 stran, 2003
- [2] JEŘÁBEK, K. a kol.: Stroje pro zemní práce - silniční stroje, 1. vydání, Ostrava : Vysoká škola báňská-Technická univerzita, 1996, 464 stran ISBN: 80-7078-389-3.

Webové stránky:

- [3] <http://www.stavebni-technika.cz>
- [4] <http://www.bagry.cz>
- [5] <http://www.moravia-bagr.cz>
- [6] <http://www.hinowasottocarri.it>
- [7] <http://www.p-z.cz>
- [8] <http://www.komatsu.cz>
- [9] <http://www.hitachi-c-m.com>
- [10] <http://www.volvo.com>
- [11] <http://www.hyundai-czech.com>
- [12] <http://www.newholland.cz>
- [13] <http://www.liebherr.cz>
- [14] <http://www.sunward.cz>
- [15] <http://www.yuchai.cz>
- [16] <http://www.bobcat.cz>
- [17] <http://www.samstroje.sk>
- [18] <http://www.bagry.cz>