

**STROJNÍCKA FAKULTA
TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**



Zemné stroje

Teoretické základy

prof. Ing. Jozef Kul'ka, PhD.

Ing. Matúš Kačír

**EDÍCIA ŠTUDIJNEJ LITERATÚRY
Košice 2024**

Recenzenti:

prof. Ing. Daniela MARASOVÁ, CSc.

doc. Ing. Marianna TOMAŠKOVÁ, PhD.

Zemné stroje

© **prof. Ing. Jozef Kulka, PhD.**

Ing. Matúš Kačír

Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach

Rok: 2024

Vydanie: prvé

Náklad: 50 ks

Rozsah: 212 strán

ISBN 978-80-553-4764-6

OBSAH

Úvod	5
1. Súčasný stav v produkcii mobilných pracovných strojov	6
1.1 Tendencie vývoja konštrukcií mobilných pracovných strojov	8
2. Rozdelenie mobilných pracovných strojov	10
2.1 Rýpadlá	11
2.2 Nakladače	13
2.3 Rýpadlo-nakladače	14
2.4 Manipulátory	14
2.5 Dozéry	15
2.6 Scrapery	16
2.7 Gradery	16
2.8 Zemné frézy	17
2.9 Zhutňovacie stroje	18
3. Podvozky mobilných pracovných strojov	19
3.1 Požiadavky na podvozky a rozdelenie podvozkov	19
3.1.1 <i>Rozdelenie podvozkov strojov pre zemné práce</i>	21
3.2 Terramechanika kolesových podvozkov	21
3.2.1 <i>Namáhanie zeminy pod kolesami podvozku</i>	23
3.3 Mechanika pneumatík	25
3.4 Konštrukcia kolesových podvozkov	29
3.5 Základné koncepcie kolesových podvozkov	32
3.6 Stabilita podvozkov	34
3.7 Pneumatikové kolesá	36
3.8 Základné koncepcie riadenia smeru jazdy MPS	42
3.9 Nápravy kolesových podvozkov	43
3.10 Príklady konštrukčných vyhotovení náprav	45
4. Terramechanika pásových podvozkov	48
4.1 Základné koncepcie pásových podvozkov	57
4.2 Vedenie pojazďového pásu	67
4.3 Pojazďové pásy	69
5. Skupiny zemných strojov	81
5.1 Dozéry	81

5.1.1	<i>Základné technické parametre dozérov</i>	82
5.1.2	<i>Typy dozérov a ich konštrukcia</i>	83
5.1.3	<i>Podvozok a pohon dozérov</i>	85
5.1.4	<i>Konštrukcia a parametre radlice</i>	88
5.1.5	<i>Prídavné zariadenia dozérov</i>	95
5.2	<i>Grejdre</i>	100
5.2.1	<i>Rozdelenie grejdrov</i>	101
5.2.2	<i>Usporiadanie podvozku</i>	105
5.2.3	<i>Pracovné zariadenia grejdrov</i>	111
5.3	<i>Lopatové nakladače</i>	115
5.3.1	<i>Základné rozdelenie nakladačov</i>	116
5.3.2	<i>Základné parametre nakladačov</i>	120
5.3.3	<i>Kinematiky pracovných zariadení nakladačov</i>	127
5.4	<i>Teleskopické manipulátory</i>	130
5.4.1	<i>5.4.1 Parametre teleskopického výložníka</i>	130
5.5	<i>Rýpadlo-nakladače</i>	133
5.5.1	<i>Rozdelenie rýpadlo - nakladačov</i>	134
5.5.2	<i>Pohon rýpadlo – nakladačov</i>	137
5.5.3	<i>Prídavné zariadenia</i>	143
5.6	<i>Lyžicové rýpadlá</i>	145
5.6.1	<i>Lanové rýpadlá</i>	145
5.6.2	<i>Hydraulické rýpadlá</i>	150
5.6.3	<i>Moduly pracovných zariadení hydraulických rýpadiel</i>	159
5.6.4	<i>Nástroje rýpadiel</i>	165
5.6.5	<i>Silové parametre rýpadiel</i>	167
5.6.6	<i>Stabilita hydraulických rýpadiel</i>	172
5.7	<i>Skrejpre a skrejper –dozéry</i>	177
5.7.1	<i>Parametre a rozdelenie skrejprov</i>	177
5.7.2	<i>Pracovný cyklus skrejpra</i>	184
5.8	<i>Ryhovače</i>	190
5.9	<i>Dampre</i>	201

Úvod

Učebné texty Zemné stroje obsahujú teoretické a legislatívne východiská platné pri navrhovaní a konštruovaní flexibilných zostáv typových rád zemných strojov, ako špecifickej kategórie mobilných pracovných strojov, ktoré predstavujú širokú druhovú skladbu mechanizácie používanej v pozemnom stavebníctve, pri stavbe cestných komunikácií alebo iných stavieb v poľnohospodárstve, lesnom hospodárstve. Zemné stroje sú určené na rozpojovanie zemín a hornín, ich nakladanie na dopravné prostriedky, prepravu, rozprestieranie a prípadne aj zhutňovanie.

Učebné texty sú rozdelené podľa druhovej skladby strojov na samostatné časti (dozéry, grejdre, nakladače, rýpadlo-nakladače, rýpadlá, scrapery, ryhovače, dampre), v každej časti je okrem strojov venovaná pozornosť aj najčastejšie používaným prídavným pracovným nástrojom a zariadeniam.

Učebné texty sú určené študentom inžinierskeho a doktorandského štúdia na technických univerzitách zaoberajúcich sa odbornou problematikou mobilných pracovných strojov, najmä v rámci študijného programu „Dopravná technika a logistika“ a jemu príbuzným odborom.

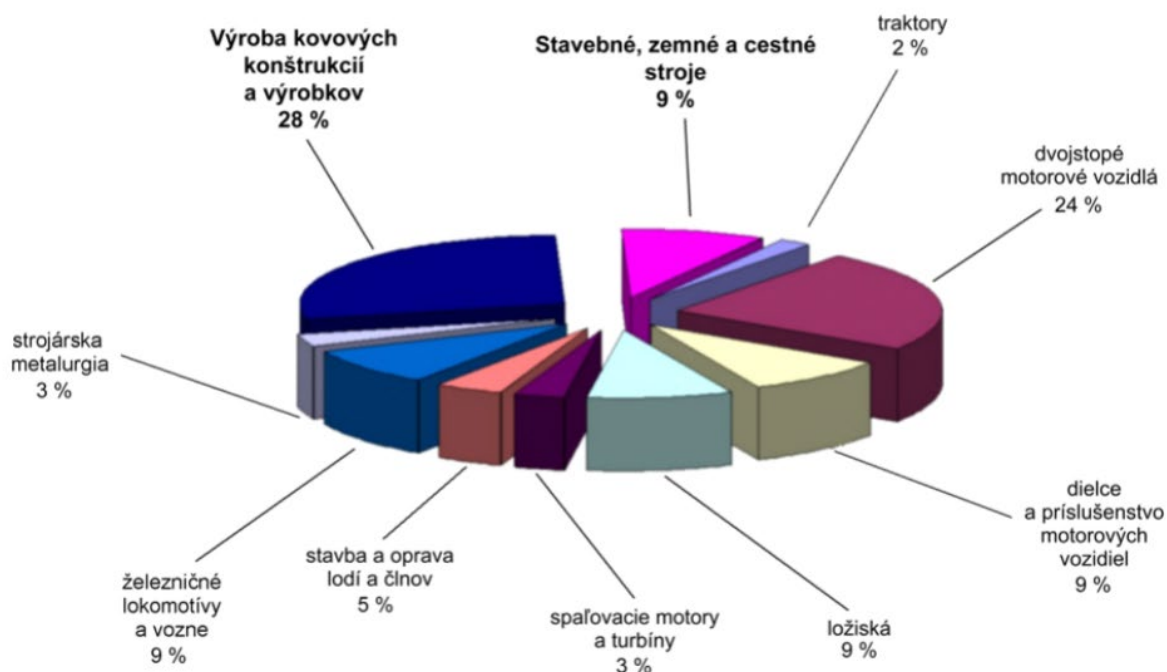
Tieto učebné texty boli spracované ako doplnujúca literatúra k prednáškam predmetu Teória a stavba zemných strojov. Svojím obsahom učebné texty spĺňajú požiadavky, ktoré sú kladené na predmety v profiloch absolventov jednotlivých študijných odborov.

Autori prijímajú všetky pripomienky od čitateľov a použijú ich pri prípadnej inovácii, resp. reedícii učebných textov.

Podakovanie patrí grantovej agentúre KEGA, ktorá prostredníctvom projektu: 044TUKE-4/2024 “Aplikácia virtuálnej a rozšírenej reality do vzdelávania s cieľom inovácie konštrukčných študijných programov” podporila vydanie týchto učebných textov.

1. Súčasný stav v produkcii mobilných pracovných strojov

Výroba mobilných stavebných pracovných strojov predstavuje v súčasnosti v rozvinutých hospodárskych krajinách a tiež aj na Slovensku dôležitú súčasť strojárkeho priemyslu (Obr.1.1).



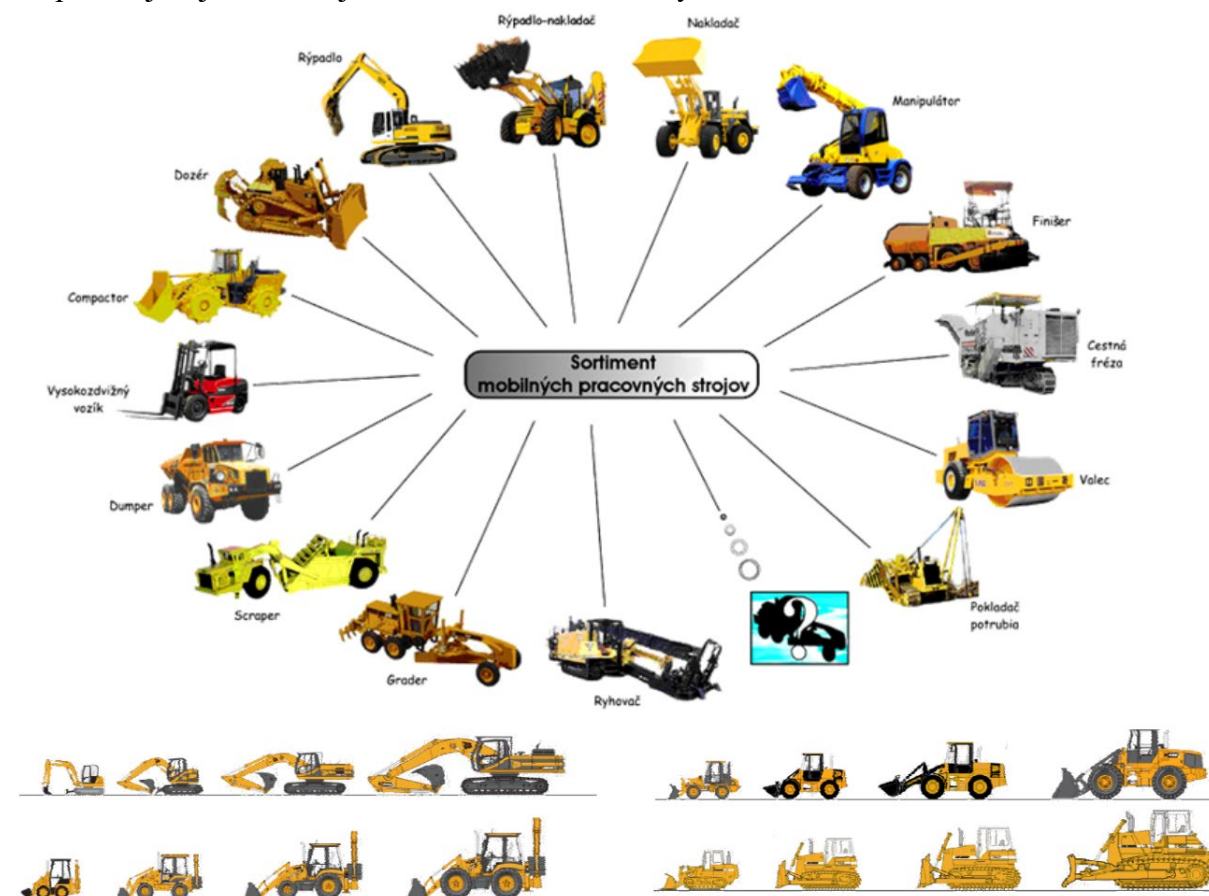
Obr. 1.1 Podiely strojárkej výroby na Slovensku v jednotlivých výrobných odboroch [1]

Na základe celkového vývoja v najrozvinutejších krajinách EÚ sa dá povedať, že ich produkcia mala v poslednom období stúpajúci trend a táto tendencia sa dá očakávať aj v budúcnosti, vzhľadom na rozsiahle plánované aktivity v hlavných priemyselných odvetviach. Skutočnosť, že ide o pomerne veľký objem výroby umocňuje fakt, že druhová skladba a veľkostné spektrum mobilných pracovných strojov, alebo stavebných strojov a mechanizácie vôbec sú veľmi široké a pestré (Obr.1.2).

Rôznorodosť druhovej skladby, či už univerzálnych alebo jednoúčelových strojov, je jednoznačne podmienená pracovnými technológiami, pre ktoré sú určené v rôznych odvetviach priemyselnej činnosti. Veľkostné rozdelenie mobilných strojov do tried je objektivizované jednotlivými výrobcami na základe vlastných hodnotiacich kritérií a rôznych prevádzkových ukazovateľov. Podobne ako v minulosti, aj teraz sa produkcia stavebných strojov a stavebnej mechanizácie podieľa významnou mierou na celkovom objeme strojárkej výroby rozvinutých priemyselných krajín a prognózy hospodárskeho vývoja krajín EÚ predpokladajú ďalší rozvoj jednotlivých priemyselných odvetví, čo bude vyžadovať aj zvýšené nasadenie mobilných pracovných strojov. Tieto požiadavky definujú smerovanie a organizáciu efektívnej výroby tejto komerčne zaujímavej komodity v budúcnosti.

Na základe vyhodnotenia dlhoročných štatistík predaja v krajinách EÚ možno vo všeobecnosti konštatovať, že najpočetnejším výrobným sortimentom sú minirýpadlá, teleskopické manipulatory, pásové rýpadlá a kolesové nakladače [1]. Tento fakt je odrazom stúpajúcej hospodárskej aktivity v hlavných odvetviach využívajúcich mobilné pracovné stroje

ako sú stavebníctvo, poľnohospodárstvo, lesníctvo a drevospracujúci priemysel a tiež komunálna sféra. Predpokladom efektívnej výroby mobilných pracovných strojov, resp. stavebných strojov a stavebnej mechanizácie vôbec, je v prvom rade zabezpečenie ich zodpovedajúcej technickej úrovne a následného odbytu na trhu.



Obr. 1.2 Druhovú a veľkostnú skladbu mobilných pracovných strojov [1]

Tieto skutočnosti sú podmienené najmä úrovňou odborného technického personálu, ktorý túto skupinu strojov navrhuje, zabezpečuje jej výrobu a testovanie a v neposlednom rade aj predaj, prevádzku a údržbu. Tvorivý technický potenciál vývojových pracovníkov, jeho úroveň poznania najnovších metód konštruovania a najnovších progresívnych systémov a prostriedkov zabezpečuje kvalitu procesu konštrukčného návrhu výrobku, technologickú prípravu výroby a následne aj inováciu výrobku.

Z dôvodu zvýšenia konkurencieschopnosti výrobkov sa kladie stále väčší dôraz na predvýrobné etapy realizácie výrobku, teda výskum, vývoj a technickú prípravu výroby. Práve etapa vývoja výrobku pozostávajúca z jeho projektovania, konštruovania, výroby a skúšok prototypu významne ovplyvňuje jeho vlastnosti ako sú kvalita, životnosť a bezpečnosť. Hľadanie efektívnych metód a postupov v procese návrhu nových typov a druhov mobilných pracovných strojov je teda stále aktuálnou problematikou zdokonaľovania inžinierskych predvýrobných činností.

V procese vývoja a konštruovania mobilných strojov sa v ostatnom čase kladie dôraz na vývoj flexibilných modulárnych konštrukcií zložených z unifikovaných modulárnych dielov schopných pokryť náročné a rôznorodé požiadavky používateľov. Konkurencieschopnosť

strojárskych výrobkov na trhu závisí nielen od ich kvality a ceny, ale aj od celého radu faktorov, medzi ktoré patrí technická a technologická úroveň výroby a tiež inovácia výrobkov, spojená s novými prístupmi ku konštruovaniu strojov. V procese vývoja alebo inovácie výrobku je potrebné v maximálnej miere využívať najnovšie technické poznatky. Práve využitie flexibilných zostáv vytváraných na spoločnej platforme z unifikovaných modulárnych dielcov sa v praxi v širokom rozsahu využíva najmä v automobilovom priemysle. Takéto zostavy zodpovedajú logistickým požiadavkám, znižujú výrobné náklady, zjednodušujú výrobný proces, zabezpečujú zákazníkom požadovanú rôznorodosť výrobkov, veľký počet variantov, a teda možností konfigurácie stroja.

1.1 Tendencie vývoja konštrukcií mobilných pracovných strojov

Konštrukcie mobilných pracovných strojov prešli za posledné desaťročia evolučným vývojom, ktorý zohľadňoval požiadavky jednotlivých období. V súčasnosti je ich stav podmienený najmä vývojom pracovných technológií, ktoré dosiahli novú kvalitatívnu úroveň, pohotovosť k nasadeniu a rýchlosť realizácie. Táto skutočnosť si vyžaduje výkonné a spoľahlivé stroje, schopné svojimi technickými parametrami realizovať pracovné technológie v požadovanom rozsahu a kvalite za minimálny čas. Pri vývoji nových konštrukcií strojov a zariadení je dnes potrebné vychádzať z poznatkov, ktoré dostatočne predpovedajú vývoj v tejto oblasti na najbližšie obdobie. Jedným z možných zdrojov poznatkov, okrem najnovšej odbornej a firemnej literatúry sú poznatky z medzinárodných stretnutí odborníkov a z medzinárodných výstav a veľtrhov. Tieto podujatia dávajú možnosť získania najnovších poznatkov nielen v oblasti konštrukcie, ale práve aj o najnovších technológiách, s ktorými konštrukcia vzájomne súvisí. Výrobcovia tiež získavajú spätnú väzbu – informácie o úspešnosti svojich výrobkov na konkurenčnom trhu. Rozbor stavu na trhu v poslednom období preukázal stúpajúci dopyt po viacúčelových, teda univerzálnych mobilných pracovných strojoch. Táto skutočnosť je podmienená zrejme charakterom pracovných technológií a ich početnosťami využitia v praxi. Dokumentujú to aj analýzy výrobného programu firiem na trhu. Pochopiteľne aj jednoúčelové stroje majú nezastupiteľnú úlohu, zostávajú naďalej exponovaným produktom, ale početnosti ich výroby v porovnaní s univerzálnymi strojmi sú podstatne menšie. Základným predpokladom konkurencieschopnosti aktuálneho výrobného programu v oblasti mobilných pracovných strojov na trhu je skutočnosť, že tieto musia okrem požiadaviek na výkonnosť spĺňať aj kritériá kvality, spoľahlivosti a bezpečnosti. Najnovšie zásadné tendencie vývoja v oblasti konštrukcií mobilných pracovných strojov, ktoré boli prezentované na posledných medzinárodných stretnutiach odborníkov a výstavách, možno zhrnúť do nasledovných bodov:

- **starostlivosť o model**, týmto pojmom sa rozumie neustály technický rozvoj modelov mobilných pracovných strojov v najširšom slova zmysle, najmä vo väzbe na dopyt zákazníkov;
- **doplňanie stavebného radu**, s ohľadom na stále nové požiadavky trhu je potrebné dopĺňať stavebný rad modelmi so zodpovedajúcimi technickými parametrami pre určujúce, teda hlavné pracovné technológie, ktoré bude stroj počas svojho technického života vykonávať;
- **komfort obsluhy** je jedným z posudzovaných kritérií zo strany zákazníka pri kúpe stroja, tieto požiadavky sú umocňované bezpečnosťou obsluhy a nárokmi na monitorovacie systémy pracovnej činnosti stroja a jeho hlavných agregátov;

- **miniaturizácia**, v súčasnom období je dostatočná ponuka prác menšieho rozsahu, pre ktoré sú vhodné stroje nižších výkonových tried, pričom ich vyšší špecifický výkon sa dosahuje zvyšovaním pracovných rýchlostí, optimalizáciou spotreby energie a pod.;
- **mikroelektronika**, obslužné a riadiace systémy strojov čoraz viac využívajú na zabezpečenie svojej funkcie mikroelektroniku, rozvoj dosiahol určitú hranicu, keď je potrebné prejsť na novú kvalitu (napr. tzv. samoučiace sa stroje a pod.);
- **automatizácia** v konštrukcii strojov a taktiež pri realizácii pracovných operácií má už dlhodobé uplatnenie, veľmi často sa v praxi stretávame s obslužnými robotmi a robotizovanými pracoviskami;
- **kvalita stroja a kvalita servisných služieb**, obsah týchto pojmov veľmi vážne ovplyvňuje úspech výrobcu mobilných strojov na trhu, výrobca musí okrem kvalitného výrobku poskytovať užívateľovi aj kvalitný servis zahŕňajúci diagnostiku, údržbu, poradenstvo, školenie pracovníkov a pod.;
- **jednoduchosť strojov** je v zdanlivom protiklade s uvedenými tendenciami, ale skúsenosti hovoria, že na získanie niektorých trhov treba ponúknuť zjednodušené varianty strojov;
- **recykling materiálov**, vzhľadom na šetrenie a hospodárne využívanie prírodných zdrojov nadobúda tento pojem čoraz väčší význam. Vznikajú nové technológie a zariadenia, ktoré umožňujú efektívne využiť hmoty a materiály. Tento pojem sa v súčasnosti premieta aj do konštrukcie mobilných strojov, pretože pri výrobe týchto strojov vzniká odpad zo vstupných surovín (ktorý treba hospodárne využiť, recyklovať alebo skladovať, čo výrazne ovplyvňuje výrobné náklady) a do popredia sa dostal aj legislatívny fenomén likvidácie strojov po uplynutí ich životnosti a vyradení z prevádzky;
- **vzťah k životnému prostrediu**, činnosť mobilných pracovných strojov bezprostredne vplyva na životné prostredie. Stroje sú potenciálnym zdrojom znečistenia pôdy, vodu a ovzdušia a nepriaznivo vplyvajú na okolie aj hlukom a vibráciami. Nové ekologické konštrukcie majú účelné minimalizovať tieto vplyvy a v literatúre sa označujú ako „umweltfreundlicher“, teda v doslovnom preklade „priateľské k životnému prostrediu“;
- **nové pracovné princípy**, dynamický vývoj nových pracovných technológií si vyžaduje na svoju realizáciu nové druhy strojov, resp. konštrukčné úpravy pôvodných strojov, ktoré umožnia tieto technológie realizovať pomocou nových pracovných zariadení;
- **vývoj flexibilných modulárnych konštrukcií**, dôraz sa kladie na vývoj modulárnych konštrukcií, ktoré sú svojou architektonickou štruktúrou flexibilné nielen na zmenu alebo rozšírenie pracovnej technológie, ale tiež na špecifické požiadavky používateľov;
- **nové koncepty mechatronických sústav**, vývojové trendy v technike predpokladajú použitie nových technológií, nových materiálov a nových konštrukcií strojov s výkonnými systémami. Práve mechatronika sa stáva dominantnou pri riadení mechanických systémov. Príklady využitia v automobilovej technike naznačujú prechod od mechanických systémov na mechatronické. Vzniká teda požiadavka kvalitatívne nového pohľadu na konštrukcie mobilných pracovných strojov, ktoré vzhľadom na zložitosť prevádzky sú zvlášť vhodné na aplikáciu týchto systémov. Využitie mechatronických systémov v plnom rozsahu je len otázkou času, pretože tieto riešenia podporujú aj otázku bezpečnosti strojov. V tejto súvislosti sa začínajú využívať diagnostické systémy, ktoré posilňujú bezpečnosť strojov, a teda znižujú ohrozenie a mieru rizika pri činnosti mobilných pracovných strojov. Patria sem najmä: diagnostika motora, diagnostika hydraulického systému, diagnostika elektrického systému,

kontrola stability stroja, kontrola elektrického poľa, užívateľská diagnostika (vážiace systémy, ...), snímanie koncových polôh a podobne. V oblasti mechatroniky dochádza aj k širokému využitiu inteligentných materiálových štruktúr, tzv. smart materiálov a štruktúr. Tieto materiály zabezpečujú funkcie snímania a akčného pôsobenia v mechanických sústavách, detegujú stav okolitého prostredia, získané informácie spracovávajú v riadiacich obvodoch a reagujú tak, aby vylepšili správanie a štruktúry.

Mobilné pracovné stroje našli dnes využitie vo všetkých odvetviach hospodárstva. Práve tento široký okruh použitia dáva výrobcovi priestor aj na vybavenie nosičov náradia optimálnou skladbou prídavných pracovných zariadení. Uvedené tendencie vývoja konštrukcií mobilných pracovných strojov vytyčujú pre výrobcov v blízkej budúcnosti priestor na určenie nových strategických aktivít, ktoré im zabezpečia najmä konkurencieschopnosť výrobkov a tiež zaujatie pevného miesta na trhu. To samozrejme predpokladá nielen sústavné sledovanie potrieb používateľov mobilných pracovných strojov, ale aj sledovanie rozvoja pracovných technológií a rýchle uplatnenie získaných poznatkov práve v konštrukcii mobilných strojov.

2. Rozdelenie mobilných pracovných strojov

Mobilné pracovné stroje tvoria početnú skupinu stavebnej mechanizácie, ktorá zabezpečuje realizáciu širokého počtu stavebných technológií. Súčasné požiadavky na mechanizáciu stavebných technológií vyžadujú výkonné, spoľahlivé a bezpečné stroje, pomocou ktorých možno zvládnuť všetky práce spojené s realizáciou stavebných diel. Vznikol tak sortiment jednoúčelových, alebo univerzálnych pracovných strojov so širokou paletou prídavných pracovných zariadení pokrývajúcich celú škálu výkonových, hmotnostných, alebo nosných tried [2, 3, 4].

V minulosti sa mobilné pracovné stroje zvykli rozdeľovať podľa ich technologického určenia v stavebníctve na skupiny:

- zemné stroje,
- cestné stroje,
- stroje na zakladanie stavieb,
- stroje na vŕtanie dier v horninách a tunelovacie stroje,
- stroje na výrobu a transport betónovej zmesi a pod.

V súčasnosti však tieto stroje už realizujú pracovné technológie aj v iných priemyselných odvetviach a odboroch. Rozdelenie mobilných pracovných strojov do výkonových, hmotnostných, alebo nosnostných tried je určované ekonomickými ukazovateľmi prevádzky. Obyčajne je objektivizované každým výrobcom, ktorý potom nezávisle od seba ponúka ucelené stavebné rady pokrývajúce kategórie, ktoré označujeme: mikro, mini, malé, stredné, veľké a tzv. XL. Súčasný vývoj je charakterizovaný zvyšovaním výkonnosti strojov, využívaním nových pracovných systémov, modulárnosťou, využívaním systémov riadenia stroja a monitoringu ich prevádzky, ergonómiou jednotlivých riešení a samozrejme zvyšovaním kvality, životnosti a bezpečnosti. Kritériá na rozdelenie mobilných strojov je niekoľko a niektoré sú špecifické len pre danú skupinu strojov.

Podľa spôsobu práce rozdeľujeme tieto stroje na:

- stroje pracujúce nepretržite (korčekové rýpadlá, ...),
- stroje pracujúce cyklicky (rýpadlá, nakladače, manipulátory, ...).

Podľa pohybu pri práci:

- stroje pracujúce pojazdom (nakladače, manipulátory, dozéry, rozrývače, ...),
- stroje, ktoré pri práci stoja (rýpadlá, ...).

Podľa druhu podvozku:

- s pásovým podvozkom, s dvoma alebo viacerými pásmi,
- s kráčajúcim podvozkom,
- s kolesovým podvozkom, s oceľovými alebo pneumatikovými kolesami,
- s koľajovým podvozkom,
- s automobilovým podvozkom,
- plávajúcim podvozkom,
- s kombinovaným podvozkom.

Podľa druhu pohonu pojazdu:

- s mechanickým pohonom,
- s hydrostatickým pohonom – s centrálnym hydromotorom,
 - s hydromotormi v nápravách,
 - hydrokolesami,
- s hydrodynamickým pohonom,
- s kombinovaným pohonom.

Najširšie druhové a veľkostné zastúpenie mobilných pracovných strojov je v skupine zemných strojov. Zemné stroje sú určené na rozpojovanie zemín (ťažbu), jej nakladanie na dopravné prostriedky, prepravu a prípadne aj rozprestieranie a zhutnenie. Pri veľkom rozsahu zemných prác sú obyčajne nasadzované v zostavách strojov, pričom stroje na ťažbu určujú technológiu a organizáciu práce.

Medzi **základné typy zemných strojov** patria nasledujúce skupiny:

- stroje na ťažbu (lyžicové a korčekové rýpadlá, dozéry, scrapery, rozrývače, zemné frézy),
- stroje na manipuláciu a dopravu (nakladače, manipulátory, scrapery, ...),
- stroje na úpravu terénu (zemné frézy, mulčovače, ...),
- zhutňovacie stroje.

2.1 Rýpadlá

Cyklicky pracujúce rýpadlá sú mobilné stroje, ktoré počas pracovného cyklu pracovným orgánom – výškovou alebo hĺbkovou lyžicou – v tvare otvorenej nádoby s reznou hranou zeminu rozpojujú, naberajú do lyžice a pomocou pracovného zariadenia a otočnej nadstavby dopravujú na následný transportný prostriedok (nákladný automobil, dumper, vagón a pod.), alebo zeminu len premiestňujú. Počas pracovného cyklu rýpadlo stojí, pohybuje sa iba pri premiestňovaní.

Na pohon sa najčastejšie používajú vznetové motory, tam, kde je to výhodné a podmienky to dovoľujú, používa sa aj elektromotor. Na prenos síl sa v súčasnosti takmer výlučne používajú hydrostatické systémy. Pohon pojazdu býva mechanický, hydrostatický s centrálnym hydromotorom, s hydromotormi v nápravách, ale tiež sú známe riešenia bez pohonu pojazdu len s brzdeným podvozkom (rýpadlo sa na pracovisku premiestňuje za ťažným vozidlom, alebo sa presúva pomocou vlastného pracovného zariadenia). Rýpadlá s veľkosťou

nástroja do 1 m³ sa obyčajne zhotovujú ako univerzálne, základnú lyžicu možno nahradiť inými typmi (skalná, drenážna, profilová a pod.), alebo inými druhmi pracovného zariadenia (drapák, paletizačné vidly, vidly na guľatinu, hydraulické rozrušovacie kladivo a pod.), čo umožňuje lepšie technologické a časové využitie stroja. Rýpadlá s väčšími nástrojmi sú obyčajne skonštruované ako jednoúčelové, po opotrebení sa nástroj vymení za nový. Základné stavebné prvky hydraulického lyžicového rýpadla sú podvozok, horná otočná nadstavba a pracovné zariadenie. Konštrukcia podvozku zabezpečuje spoľahlivú prevádzku stroja v určených prevádzkových podmienkach, stabilitu stroja a manévrovateľnosť.

Rýpadlo možno použiť len za podmienok stanovených výrobcom a na ťažbu v zeminách, ktoré uvádza výrobca. Pracujú väčšinou v teréne, v stiesnených priestoroch, prekonávajú stúpania a často sa pohybujú v teréne s priečnym sklonom. Vlastnosti podvozku musia zabezpečiť bezpečnú prevádzku stroja, priechodnosť, mobilnosť a manévrovateľnosť. Počas pracovného cyklu na zabezpečenie stability rýpadlo používa sklopné alebo teleskopické stabilizačné podpery. Hornú otočnú nadstavbu tvorí rám, na ktorom je upevnené pracovné zariadenie, hnacie agregáty s príslušenstvom a stanovište obsluhy s riadiacimi a ovládacími prvkami. Otáčanie nadstavby vzhľadom na podvozok pomocou pohonu otoče a prenos síl medzi hornou nadstavbou a podvozkom zabezpečuje veľkorozmerové ložisko. Pracovné zariadenie klasických rýpadiel tvorí výložník ovládaný priamočiarými hydromotormi výložníka, násada ovládaná priamočiarým hydromotorom násady a pracovný nástroj (výšková alebo hĺbková lyžica) s priamočiarým hydromotorom nástroja a preklápacou pákou.



Obr. 2.1 Rýpalo na pásovom a kolesovom podvozku [9]

Niektoré rýpadlá využívajú pracovné zariadenie tvorené teleskopickým výložníkom s mechanizmom ovládania nástroja a nástrojom. Výložník rýpadla môže byť celistvý alebo delený, násada môže byť celistvá, teleskopická alebo so zmenou bodu závesu, čo umožňuje podľa potreby nasadenia rýpadla meniť dosahy, rypné sily a rypné rýchlosti. Nástroj býva vybavený vymeniteľnou reznou hranou, alebo vymeniteľnými zubami. Určujúcimi technickými parametrami rýpadla sú navrhnutý (niekedy zarovnaný) objem nástroja, veľkosť rypnej a vylamovacej sily, maximálny výškový, horizontálny a hĺbkový dosah, výkon motora, rázvor, rozchod a minimálny polomer zatáčania.

2.2 Nakladače

Nakladače sú cyklicky pracujúce mobilné stroje, ktoré pracovným nástrojom (lopatou) v tvare otvorenej nádoby s reznou hranou naberajú materiál a pomocou pracovného zariadenia ho nakladajú do následných transportných prostriedkov, alebo ho dopravujú na kratšie vzdialenosti. Na pohon sa používa vznetrový motor a na prenos síl sa používajú hydrostatické systémy. Pohon pojazdu býva hydrostatický s centrálnym hydromotorom, s hydromotormi v nápravách, ale tiež hydrostatický pohon s mechanickým premostením a hydrodynamický pohon. Nakladače malej a strednej veľkosti sa obyčajne zhotovujú ako univerzálne, základnú lopatu možno nahradiť inými typmi (roštová, profilová, čeľuťová, čistiaca a pod.), alebo inými druhmi pracovného zariadenia (drapák, paletizačné vidly, vidly na guľatinu, hydraulické, závesné zariadenia, podkopové zariadenie a pod.), čo umožňuje lepšie technologické a časové využitie stroja. Základné stavebné časti nakladača sú nosič a pracovné zariadenie s nástrojom.



Obr. 2.2 Kĺbové nakladače [9]

Nosič, najčastejšie s kolesovým podvozkom, zabezpečuje spoľahlivú prevádzku stroja v určených prevádzkových podmienkach, jeho stabilitu a manévrovateľnosť. Na ráme sú umiestnené agregáty pohonu s príslušenstvom, pracovné zariadenie je tvorené výložníkom, kinematikou ovládacieho mechanizmu a nástrojom. Nástroj je uchytený na pracovné zariadenie pomocou tzv. rýchlopínača, ktorý zabezpečuje rýchlu a bezpečnú výmenu nástroja. Sortiment prídavných pracovných zariadení pre nakladače býva široký a umožňuje realizáciu najčastejších pracovných technológií v stavebníctve, priemysle, poľnohospodárstve, lesnom a drevospracujúcom priemysle alebo komunálnej sfére. Konceptne môžu byť nakladače riešené ako čelné, otočné a kĺbové. Zvláštnu skupinu z hľadiska riadenia nosiča tvoria nakladače riadené preklzom kolies. Určujúcimi technickými parametrami nakladača sú navrhovaný (niekedy zarovnaný) objem nástroja, veľkosť trhacej a zdvihovej sily, vysýpacia výška, výkon motora, rázvor, rozchod a minimálny polomer zatáčania.

2.3 Rýpadlo-nakladače

Rýpadlo-nakladače predstavujú pomerne novú skupinu univerzálnych zemných strojov, ktorá v sebe účelne integruje vlastnosti rýpadiel a nakladačov. Ich použitie je vhodné tam, kde sa realizujú zemné práce malého a stredného rozsahu so zameraním na rozpojovanie zemín a manipuláciu.

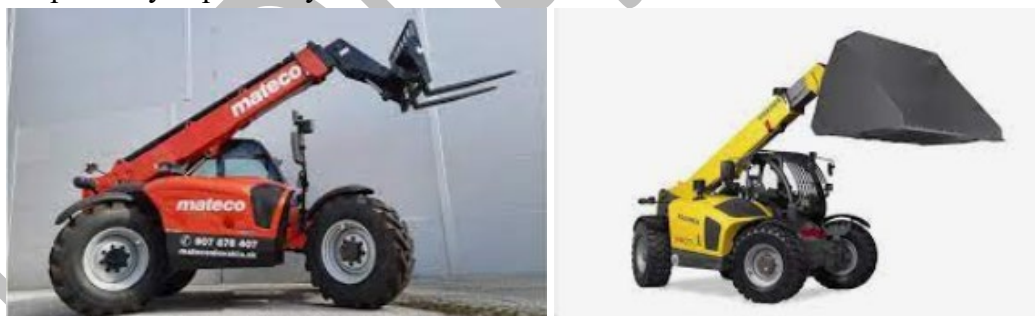


Obr. 2.3 Modely rýpadlo-nakladačov od fy. CAT a JCB [9]

Nosič rýpadlo-nakladača je tzv. traktorového typu s pevným alebo klbovým rámom. V prednej časti nosiča je uchytené nakladacie pracovné zariadenie a v zadnej časti nosiča je otočne uchytené podkopové rýpacie zariadenie. Stroj môže teda pracovať v režime nakladača alebo rýpadla. Zariadenia obsluhuje strojník zo stanovišťa obsluhy, ktoré je orientované podľa druhu použitého pracovného zariadenia. Z hľadiska pohonu nesú tieto stroje znaky nakladačov. Veľmi častá je koncepcia pohonu a riadenia všetkých kolies. Určujúcimi technickými parametrami rýpadlo-nakladača sú parametre nakladacieho zariadenia, podkopového rýpacieho zariadenia a nosiča.

2.4 Manipulátory

Teleskopické manipulátory predstavujú najmladšiu univerzálnu skupinu pracovných strojov, určenú na manipuláciu s rôznymi druhmi materiálov, pričom využívajú široký sortiment prídavných pracovných zariadení.



Obr. 2.4 Modely manipulátorov [9]

Sú prevažne konštruované ako terénne stroje umožňujúce prácu na nerovných a nespevnených podlažiach. Pozostávajú z nosiča a pracovného zariadenia. Ich nominálna nosnosť býva v rozsahu 2,5 t až 6 t, výkon inštalovaného motora v rozsahu 25 kW až 85 kW a hmotnosť v rozsahu 4 t až 12 t. Pohon pojazdu manipulátora sa používa mechanický, hydrostatický alebo hydrodynamický. Riadená môže byť zadná náprava, všetky kolesá alebo môže byť použité riadenie klbovým rámom. Pracovné zariadenie pozostáva z dvojdielného alebo viacdielného teleskopického výložníka (pre väčšie dosahy), kinematiky ovládania nástroja a nástroja s rýchlopínačom. Používa sa široká paleta nástrojov z dôvodu využitia nosiča na manipuláciu s materiálmi a bremenami (paletizačné vidly, lopata, žeriavové zariadenie, montážna plošina, kliešte na guľatinu, miešačka stavebných hmôt a pod.). Určujúce

technické parametre, obvyčajne požadované zo strany používateľa sú nosnosť a dosah manipulátora. K ďalším patria objem nástroja, veľkosť zdvihovej sily, vysýpacia výška, výkon motora, rázvor, rozchod a minimálny polomer zatáčania.

2.5 Dozéry

Dozéry sú pásové alebo kolesové stroje určené na ťažbu, premiestňovanie a ukladanie alebo rozprestieranie zemin. Podľa spôsobu nastavenia pracovného nástroja – radlice, rozoznávame buldozéry, angldozéry a tilt dozéry. Radlica buldozéra je trvalo nastavená kolmo na pozdĺžnu os stroja, zeminu môže ťažiť a hrnúť smerom dopredu. Angldozér môže radlicu natočiť v rovine vertikálnej až o 60° vzhľadom na pozdĺžnu os stroja, zeminu môže ťažiť, hrnúť smerom dopredu alebo hrnúť smerom nabok. Tilt dozér môže natáčať radlicu v rovine vertikálnej až o 30° , radlica môže rýpať zníženým koncom. Známe sú aj špeciálne typy dozérov so šípovou radlicou alebo čeľuťovou nakladacou radlicou. Ovládanie radlice sa používa výlučne hydraulické. Na pohon pásového podvozku sa používajú samostatné pohonné jednotky pre pohon každého pásu zložené z hydromotora a prevodovky s brzdou. Pracovný orgán – radlica zeminu rozrušuje, premiestňuje, ukladá, prípadne rozprestiera. Je charakterizovaná geometrickým tvarom, uhlami nastavenia a uhlom ostria reznej hrany. Vlastný pracovný cyklus dozéra pozostáva z rýpania (rezanie triesky zeminu a plnenie radlice), hrnutia (premiestnenie zeminu na miesto ukladania), ukladania (uloženie a rozhrnutie zeminu) a spiatočnej cesty na miesto ťažby.



Obr. 2.5 Dozér na pásovom a kolesovom podvozku [9]

Dozéry sa používajú aj na špeciálne práce pri odstraňovaní porastov, odstraňovanie snehu, zasypávanie jám a priekop, prihrňovanie zeminu a pod. Dozér môže byť vybavený v zadnej časti nosiča prídavnými zariadeniami, ako sú navijak, rozrývací trň alebo rozrývacia radlica. Základné technické parametre dozéra sú rozmery nástroja, výkon motora, ťažná sila, rozchod, šírka pásu a pojazďová rýchlosť.

2.6 Scrapery

Scrapery sú mobilné pracovné stroje určené na postupné rozpojovanie, naberanie, prepravu zeminu a jej rozprestieranie a zrovnávanie. Výhodne sa používajú pri ťažbe a úprave veľkých plôch z ľahkých a stredných zemín.

Vlastný pracovný cyklus scrapera pozostáva z rezania zeminy a plnenia korby zeminou, odvozu zeminy na miesto uskladnenia, vyprázdňovania zeminy z korby a jej rozprestretia a spiatočnej cesty na miesto ťažby. Rezanie triesky a plnenie korby prebieha so spustenou korbou a zahĺbením rezným nožom za pohybu scrapera. Pre plnenie korby má veľký význam usporiadanie a tvar predného uzáveru korby. Z dôvodu lepšieho plnenia korby sa používa pri niektorých typoch pomocný elevátor.



Obr. 2.6 Modely scraperov [9]

Korba scrapera opatrená rezným nožom sa spúšťa do záberu pomocou hydraulických valcov. Na spôsob práce má vplyv geometrický tvar korby, tvar a nastavenie noža, hrúbka triesky a druh ťaženej zeminy. Obyčajne najdlhší čas cyklu predstavuje jazda naloženého scrapera. Pri vyprázdňovaní je potrebné rozprestrieť zeminu v rovnomernej vrstve v najkratšom možnom čase. Spiatočnú cestu scraper nastupuje so spusteným uzáverom a s korbou v prepravnej polohe. Podľa obsahu korby ich možno rozdeliť na malé (obsah do 3 m³), stredné (4 - 11 m³) a veľké (obsah korby viac ako 12 m³). Podľa spôsobu premiestňovania rozoznávame prívesné (jednoosové alebo dvojosové ku kolesovému ťahaču) a motorové (s vlastným pohonom). Podľa spôsobu vysýpania rozlišujeme scrapery so samovoľným vysýpaním, s núteným vysýpaním, polonúteným vysýpaním a so štrbinovým vysýpaním. K technickým parametrom scraperov patria objem korby, šírka reznej hrany, výkon motora, ťažná sila, pracovná a pojazďová rýchlosť.

2.7 Grejdre

Grejdre sú mobilné pracovné stroje určené na dokončovacie zemné práce, ktorými sa dosahuje konečný vzhľad zemného telesa. Používajú sa na presné zrovnávanie vrstiev zeminy, na úpravu plání, urovnávanie podkladových vrstiev vozoviek, svahovanie násypov a pod.



Obr. 2.7 Grejdre v nasadení [4]

Grejdre pozostávajú z nasledovných hlavných častí: nosiča so zdrojom ťažnej sily, rámu s podvozkom, pracovného zariadenia a ovládacieho zariadenia. Podľa druhu pohonu môžu byť

ťahané (prívesné), návesné a motorové. Podľa výkonu motora sa delia na malé (výkon do 45 kW), stredné (výkon do 90 kW), ťažké (výkon nad 90 kW). Dnes sa vyrábajú prevažne mobilné gradery s hydrodynamickým pohonom a s kĺbovým základným rámom. Na riadenie sa používa predná náprava, natočenie rámu okolo kĺbu znižuje polomer otáčania. Základné pracovné zariadenie – radlica je umiestnená medzi prednou a zadnou nápravou. Väčšinou môže vykonávať priestorový pohyb zložený zo zdvihu a spúšťania, bočného posuvu, otáčania okolo zvislej osi a priečneho sklonu radlice. Radlica je upevnená na otočnom venci a je vybavená reznou hranou. Stabilitu gradera pri práci v priečnom svahu, zmenšenie polomeru zatačania a rovnomerné zaťaženie kolies zabezpečuje mechanizmus sklonu predných kolies grejdra od vertikálnej osi. Pred prednou nápravou môže mať grejder pomocnú radlicu a v zadnej časti nosiča môže byť vybavený rozrývacím tŕňom alebo rozrývacími radlicami. K základným technickým parametrom grejdra patria parametre radlice a otočného stola, výkon motora, ťažná sila, rázvor, rozchod, polomer zatačania, pracovná a pojazďová rýchlosť.

2.8 Zemné frézy

Zemné frézy sú mobilné pracovné stroje s nepretržitým pracovným cyklom, ktoré sa využívajú v poľnohospodárstve a lesnom hospodárstve pri rekultivácii pôdy, stabilizácii zemín a pri obnove krajiny. Ich obdoba sú ryhovače na vytváranie úzkych rýh na ukladanie káblov a melioračných potrubí, resp. cestné frézy, ktoré sa uplatňujú pri údržbe a rekonštrukcii krytov vozoviek.



Obr. 2.8 Zariadenia zo skupiny zemných fréz [5]

Zemná fréza pozostáva z nosiča a z pracovného zariadenia. Pracovné zariadenie tvorí rotor s upevnenými pracovnými nástrojmi. Ako nástroje sa používajú vymeniteľné nože uchytené v držiakoch. Z dôvodu plynulosti záberu a pokrytia celej plochy rotora sú nože rozložené na rotore tak, že nože v susedných radoch sú posunuté a tvoria niekoľkochodovú závitovku. Umiestnenie nožov musí zabezpečiť rezanie zeminy a dôkladné premiešanie na celej šírke záberu. Niektoré frézy môžu byť riešené aj ako viacrotorové, s meniteľnými otáčkami rotora a s meniteľným zmyslom otáčania. Z hľadiska pohonu môžu byť mobilné alebo ťahané. Medzi základné technické parametre patria šírka a hĺbka záberu frézy, výkon motora, ťažná sila, rozsah otáčok nástroja, pracovná a pojazďová rýchlosť.

2.9 Zhutňovacie stroje

Zhutňovanie zemín sa realizuje prevažne mechanickými prostriedkami so statickými alebo dynamickými účinkami. Patria sem ubíjadlá, vibrátory a valce. Pri ubíjaní sa zhutnenie dosahuje zdvihom hmoty do potrebnej výšky a jej nasledujúcim voľným pádom. Pri zhutňovaní vibráciou sa akčná hmota umiestňuje buď na povrchu alebo vo vnútri zhutňovaného materiálu. Pri valcovaní sa zemina zhutňuje – deformuje pojazdom hmotného valca, ktorého účinkami sa dosiahne trvalá deformácia zeminy.



Obr. 2.9 Zariadenia zo skupiny zhutňovacích strojov [5]

Zhutňovacie stroje možno deliť podľa rôznych kritérií. Z konštrukčného hľadiska rozdeľujeme zhutňovacie valce na statické a vibračné, ktoré z hľadiska pohonu môžu byť riešené ako ťahané (jednoosové alebo dvojosové) alebo mobilné. Behún valcov môže byť hladký, ježkový, mriežkový, pneumatikový, doskový kotúčový alebo segmentový. Hladké valce zhutňujú zeminu prevažne statickým tlakom. Pneumatické valce a valce s profilovým povrchom (ježkové valce, mriežkové a sektorové) zhutňujú zeminu statickým tlakom a hnetením. Vibračné valce využívajú statické pôsobenie na zeminu a súčasne aj vibračný účinok. Je to teda kombinovaný spôsob zhutňovania. Základné technické parametre sú šírka behúňa, špecifický tlak behúňa, výkon motora a pracovná rýchlosť.

3. Podvozky mobilných pracovných strojov

Podvozky mobilných pracovných strojov tvoria samostatnú konštrukčnú skupinu zabezpečujúcu dôležité funkcie pracovných strojov počas ich prepravy, pracovnej činnosti a tiež aj počas ich odstavenia. V súvislosti s efektívnym nasadením týchto strojov sa hľadajú stále nové riešenia, ktoré umožňujú zlepšiť ich jazdné vlastnosti, alebo účinnejšie využitie pracovného zariadenia stroja počas jeho nasadenia. Súčasné podmienky v praxi, hlavne v oblasti nasadenia mobilných pracovných strojov, sú v znamení zvýšenia požiadaviek na ich technické parametre, ich pohotovosť k nasadeniu a na ich bezpečnosť. Zvyšujúce sa nároky na prepravitelnosť pracovných strojov a súčasne zabezpečenie ich medzioperačnej mobility a tiež stability v procese nasadenia strojov sú základnými požiadavkami v procese výberu strojov na trhu. Pri výbere vhodného typu mobilného pracovného stroja pre jeho konkrétne nasadenie treba klásť dôraz aj na konštrukciu jeho podvozku.

Konštrukciu podvozku podmieňujú nasledovné faktory:

- **technológia pracovného procesu** - určuje druh pracovného cyklu (prerušovaný alebo kontinuálny), pracovné rozmery stroja (prípadne možnosť ich zmeny pri práci), zaťaženie stroja vonkajšími silami (resp. ich premenlivosť čo do veľkosti a pôsobiska) a tiež pracovnú rýchlosť;
- **podklad, po ktorom stroj jazdí** - druh, stav, súdržnosť, prípustný merný tlak a reliéf povrchu terénu ovplyvňujúci veľkosť stykovej plochy sú určujúce faktory pre konštrukciu a voľbu typu podvozku. V málo únosných terénoch je potrebné používať podvozok zabezpečujúci malý merný tlak na podložie (tento aspekt determinuje charakteristické prvky konštrukcie podvozkov používaných v stavebníctve a poľnohospodárstve);
- **požadovaná mobilita** - tá je spravidla vyvolávaná ekonomikou prevádzky stroja (možnosť rýchleho nasadenia stroja na rôznych miestach). Pre stroje s menšou a strednou výkonnosťou, určených pre zemné práce menšieho rozsahu, je charakteristická potreba častého premiestňovania stroja. Pre takéto podmienky sú určujúce požiadavky na zvyšovanie rýchlosti stroja, ktoré potom rozhodujú aj pri voľbe druhu podvozku;
- **dobré adhézne vlastnosti** (ťažnú silu) a priechodnosť, prispôbovanie sa terénu (pri prekonávaní prekážok).

3.1 Požiadavky na podvozky a rozdelenie podvozkov

Stroje pre zemné práce sa pri práci pohybujú v teréne:

- prekonávajú strmé stúpania,
- pracujú v teréne s veľkým priečnym sklonom,
- otáčajú sa a manévrujú v stiesnených podmienkach (výkopy).

Prehľadom princípov pre racionálny vývoj, návrh a hodnotenie terénnych vozidiel a strojov pre terénne práce zabezpečuje terramechanika.

Teramechanika predstavuje štúdium celkových vlastností stroja v závislosti od jeho prevádzkového prostredia, t.j. terénu pričom terén predstavuje zemský povrch v prírodnom, t. j. neupravenom, alebo čiastočne upravenom stave (napr. poľné a lesné cesty).

Teramechanika sa zaoberá sledovaním javov, ktoré existujú a vznikajú pri styku pojazdrového ústrojenstva s podložkou. Jedná sa o vytváranie stopy, stlačovanie pôdy, záberové vlastnosti, jazdné odpory a ďalšie jazdné vlastnosti. Rozhodujúci vplyv na chovanie vozidla majú vlastnosti zemského povrchu, s ktorým sa vozidlo stýka prostredníctvom pohybového ústrojenstva.

Skladá sa z dvoch hlavných odvetví a to:

mechanika terén - vozidlo a

mechanika terén - pracovné zariadenie.

Prvé odvetvie sa zaoberá celkovými jazdnými vlastnosťami vozidla prechádzajúceho cez neupravený terén, kvalitou jazdy cez neupravený terén, riadenie vozidla, zdolávanie prekážok, brodivosť a ostatné príbuzné témy. Skúma podmienky a javy vznikajúce pri styku jazdného ústrojenstva strojov so zeminou, ako:

- jazdné odpory,
- adhéziu,
- preklz podvozkov.

Požiadavky na podvozkové systémy:

- dobré adhézne vlastnosti (ťažná sila),
- priechodnosť (merný tlak),
- prispôsobovanie sa terénu (prekonávanie prekážok),
- rýchlosť jazdy.

Druhé odvetvie sa zaoberá vlastnosťami pracovných zariadení ako sú zariadenia na kultiváciu pôdy a úpravu terénu (Wong, 1989). Teramechanika v spojitosti so systémovou analýzou môže hrať dôležitú úlohu pri vývoji a vyhodnocovaní terénnych zariadení, určených pre danú úlohu a prostredie. Znalosť terramechaniky môže byť aplikovaná priamo i nepriamo pri vývoji, vyhodnocovaní alebo výbere prevedenia a zostavy stroja, ktoré sú definované v pojmoch:

- tvar, veľkosť, hmotnosť a výkon;
- pohonné ústrojenstvo;
- riadiaci systém stroja;
- podvozkový systém stroja;
- systému prevodu a prenosu výkonu a jeho rozdelenie;
- výkonnosť, riadenie a kvalita jazdy stroja.

Proces rozpojovania zemín pri radlicových strojoch vyžaduje prenos značných síl v styčných plochách aktívnych častí podvozku a terénu. Podvozok musí zaistiť strojom potrebnú stabilitu a priechodnosť v teréne, takže je možné uviesť, že význam akéhokoľvek podvozku zemných strojov je nasledujúci:

- prenos hmotnosti a všetkých vonkajších existujúcich síl na pojazdovú podložku,
- zabezpečenie stability stroja pri práci, pohybe a zabezpečenie dovoleného merného tlaku na podložku,
- premiestnenie stroja na iný úsek.

Vlastná konštrukcia musí zaručiť:

- optimálnu prevádzku pri malej hmotnosti a nízkej práci výroby,
- dostatočnú ťažnú silu,
- spoľahlivosť za akýchkoľvek klimatických podmienok,
- bezpečnú stabilitu a bezpečnosť vôbec,
- podvozok musí byť odolný voči silnému znečisteniu.

Rozmanitosť požiadaviek na podvozky je často protichodná a vedie k použitiu univerzálnych strojov.

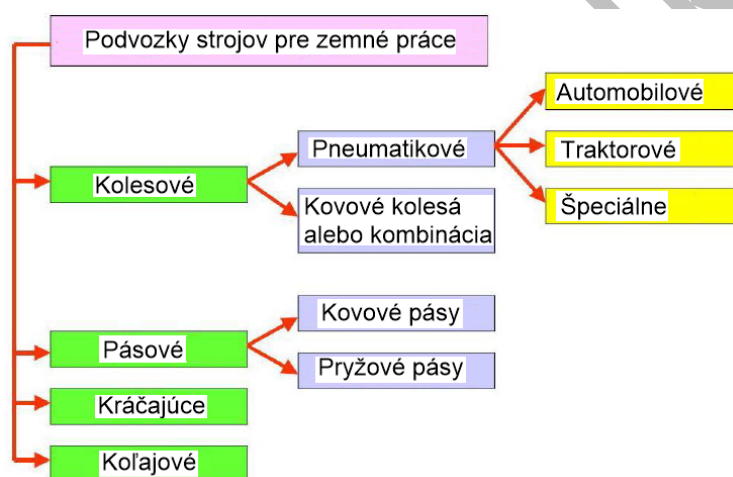
Všeobecné požiadavky na pojazdové ústrojenstvo:

1. Zabezpečenie stability stroja - rozloženie oporných bodov, rozmery, hmotnosť;
2. Zabezpečenie dovolených merných tlakov na podložku – určenie plochy styku s podložkou, hmotnosť a rozmery pojazdových vahadiel, zložitosť konštrukcie;
3. Zabezpečenie požadovanej manévrovateľnosti danej technologickým procesom – má vplyv na výber typu pojazdového ústrojenstva;
4. Zabezpečenie požadovanej presnosti premiestnenia zemného stroja – pojazdom je určená hrúbka triesky záberu;

5. Zabezpečenie spoľahlivého zabrzdzenia zemného stroja – nutné množstvo húsenicových článkov
6. Zabezpečenie potrebnej pracovnej a transportnej rýchlosti pohybu – ovplyvňuje časové využitie;
7. Zabezpečenie plynulého rozbehu a brzdenia – ovplyvňuje dimenzovanie pohonov a konštrukcie stroja.

3.1.1 Rozdelenie podvozkov strojov pre zemné práce

Stroje pre zemné práce majú spravidla niektorý z podvozkov znázornených na obrázku 3.1, kde je zároveň zobrazené ich rozdelenie [5].



Obr. 3.1 Základné typy podvozkov

3.2 Terramechanika kolesových podvozkov

Pri skúmaní tejto problematiky sú sledované vlastnosti zeminou a pojazďových kolies z dvoch aspektov:

- Priebeh kontaktných napätí medzi zeminou a kolesami;
- Rozloženie napätí v zemine pod kolesami podvozku.

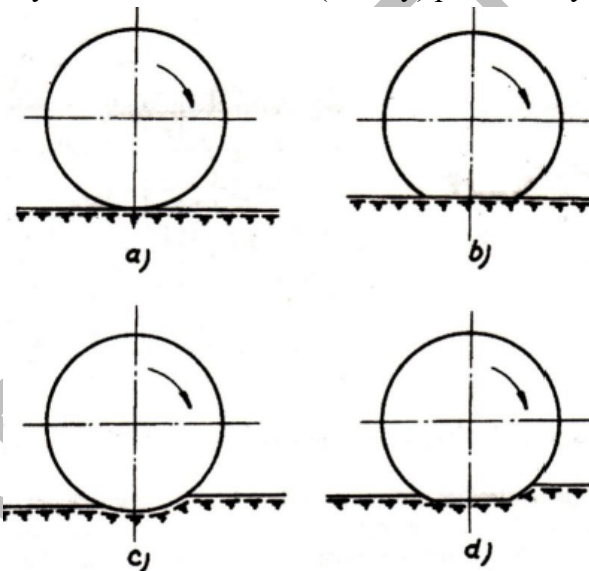
Styk kolesa s podložkou

Otázka vzájomných účinkov (interakcie) pojazďového ústrojenstva a terénu je značne zložitá a je predmetom štúdia vedného odboru terramechanika. Pri skúmaní problematiky styku kolesa s podložkou je nutné rozlišovať štyri prípady (Obr. 3.2):

- a) Tuhé koleso na tuhej podložke (Obr. 3.2a). V ideálnom prípade nedochádza ani k deformácii podložky, ani k deformácii kolesa. Prakticky určité deformácie existujú, sú však veľmi malé a teda zanedbateľné. Tento prípad je názorný na dvojici oceľové koleso – koľajnica;

- b) Poddajné koleso (pneumatika) na tuhej podložke (Obr. 3.2b). Pri tomto variante je deformácia podložky nulová alebo takmer nulová a deformácia kolesa väčšia. Je daná tuhosťou kolesa, t.j. tuhosťou plášťa (jeho kostry) a tlakom hustenia. V praxi je tento príklad reprezentovaný zemným strojom na pneumatikách pohybujúcim sa na pevnej vozovke (betón, asfalt,...);
- c) Pevné nepoddajné koleso v mäkkom teréne (Obr. 3.2c). Koleso nevykazuje žiadnu deformáciu, silne sa však deformuje pôda pod kolesom. Tento stav nastáva napr. u hydraulického lopatového rýpadla, vybaveného oceľovými pojazdvými kolesami;
- d) Poddajné koleso na poddajnom podklade (Obr. 3.2d). Tento príklad je pre rýpadlá na kolesovom podvozku typický. Dochádza jak k deformácii pneumatiky, tak k deformácii podkladu (terénu). Pri riešení styku kolesa s podložkou je nutné tento stav zohľadniť.

Poddajné pojazdvé koleso sa dotýka pôdy vo všeobecnej priestorovej ploche, ktorú nazývame dosadacia plocha, resp. styková plocha. Dĺžka dosadacej plochy v smere pohybu je dĺžkou záberu. Plochou otláčku sa rozumie prienik dosadacej plochy s rovinou jazdnej dráhy (plocha otláčku je teda určená obrysom vtlačenia na povrchu roviny pojazdu). Na tvrdom povrchu sa koleso zaborí iba málo a vytvorí otláčok dezénu (vzorky) pneumatiky.

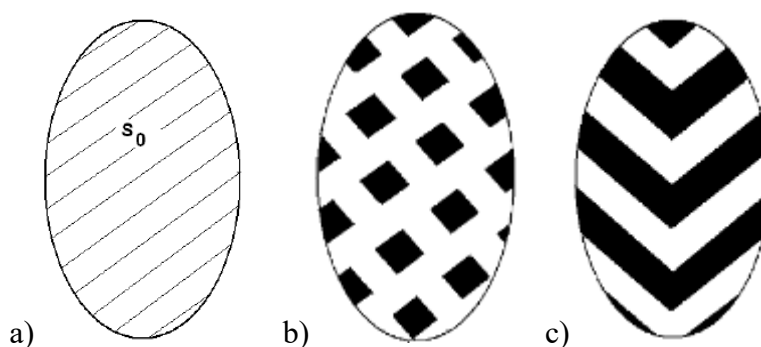


Obr. 3.2 Základné druhy dotyku kolesa a podložky [9]

3.2.1 Namáhanie zeminý pod kolesami podvozku

Koleso alebo pás sa dotýka s pôdou v tzv. dosadacej ploche, ktorú delíme na:

- plochu otláčku S_o - je to celková plocha ohraničená obrysom, ktorá má na tuhom podloží približne eliptický tvar,
- plochu styku S_s - je to časť plochy otláčku daná výstupkami protektorového plášťa, ktorá sa dotýka so zeminou.



Obr. 3.3 Odtlačok pneumatiky [9]

a) plocha odtlačku, b) plocha styku – otvorený tvar, c) plocha styku – uzavretý tvar

Kontaktný tlak p_s

$$p_s = \frac{F_{GK}}{S_0} \quad [\text{Pa}] \quad (3.1)$$

kde: F_{GK} - tiaž stroja pôsobiaca na pneumatiku kolesa [N]
 S_0 - plocha odtlačku [m²]

Plnosť behúňa

Plnosť behúňa je vyjadrená, ako pomer plochy styku S_s k ploche odtlačku S_0 . Pri terénnych pneumatikách je tento pomer v rozsahu 0,3 až 0,6 ($S_s / S_0 = 0,3 \div 0,6$).

Napätosť pri styku so zemínou môžeme rozdeliť na zložky normálového tlaku a na zložky šmykových napätí. Šmykové napätia τ sú vyvolané prenosom hnacieho momentu a ich výsledný účinok dáva hnaciu silu F_h . Normálové napätia σ vznikajú stláčaním a majú smer kolmý na dosadaciu plochu (Obr.3.4).

Normálová reakcia sa určuje podľa vzťahu:

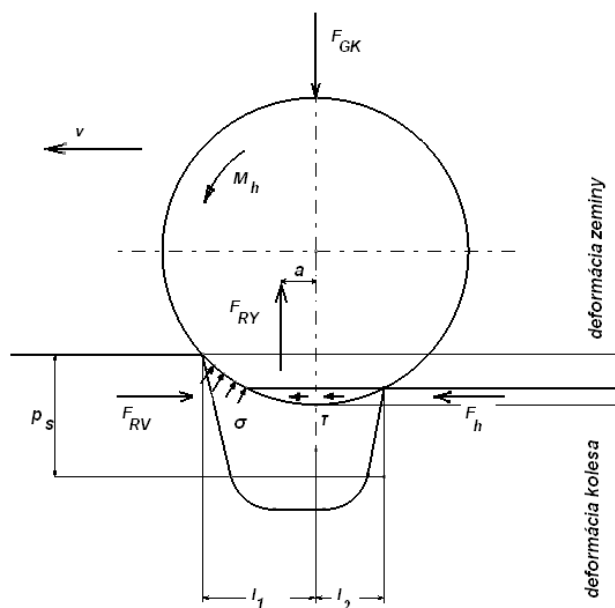
$$F_{RY} = p_s \cdot S_0 \quad [\text{N}] \quad (3.2)$$

kde:

σ	– normálové napätia	p_v	- hustenie pneumatík
τ	– šmykové napätia	p_s	- stredný kontaktný tlak
F_{RY}	– normálová reakcia	F_h	- hnacia sila
F_{RV}	- valivý odpor		

Pri bežných traktorových pneumatikách na tvrdom podloží veľkosť kontaktného tlaku je nasledujúci:

- otvorený tvar: $p_s = 1,5 p_v$
- uzavretý tvar: $p_s = 2 p_v$



Obr. 3.4 Deformácia kolesa a deformácia zeminý pri odvaľovaní pod zaťažením [9]
 σ – normálové napätia, τ – šmykové napätia, F_{RY} – normálová reakcia, F_{RV} – valivý odpor

Keby bol známy priebeh normálového a šmykového napätia, bolo by možné vykonať pre dané zaťaženie kolesa, za určitých podmienok, výpočet jednotlivých veličín. Priestorový problém dotyku pojazďového kolesa s podložkou sa obvykle zjednodušuje na rovinný. Dosadaciu plochu je potom možné zobrazit' rovinnou krivkou. V dosadacej ploche vzniká napätie, ktoré nazývame kontaktný tlak p [Pa].

Tvorenie stopy

Počas jazdy stroja v neúnosnom teréne dochádza vplyvom tlaku v dosadacej ploche k plastickým deformáciám zeminý, teda k vytvoreniu stopy (koľaje). Hĺbka tejto stopy má bezprostredný vplyv na jazdné vlastnosti stroja. Tvorenie stopy je teda vzťah medzi stredným kontaktným tlakom a zahĺbením pneumatiky:

$$p_s = k \cdot z^n \quad [\text{Pa}] \quad (3.3)$$

kde: p_s – stredný merný tlak [Pa]

z – zahĺbenie [m]

n – exponent závislý od stupňa plasticity ($n = 1$ – pevné zeminý, $0,5$ – väzké plastické zeminý, 0 – v kašovitom tvare),

k – súčiniteľ závislý od druhu zeminý:

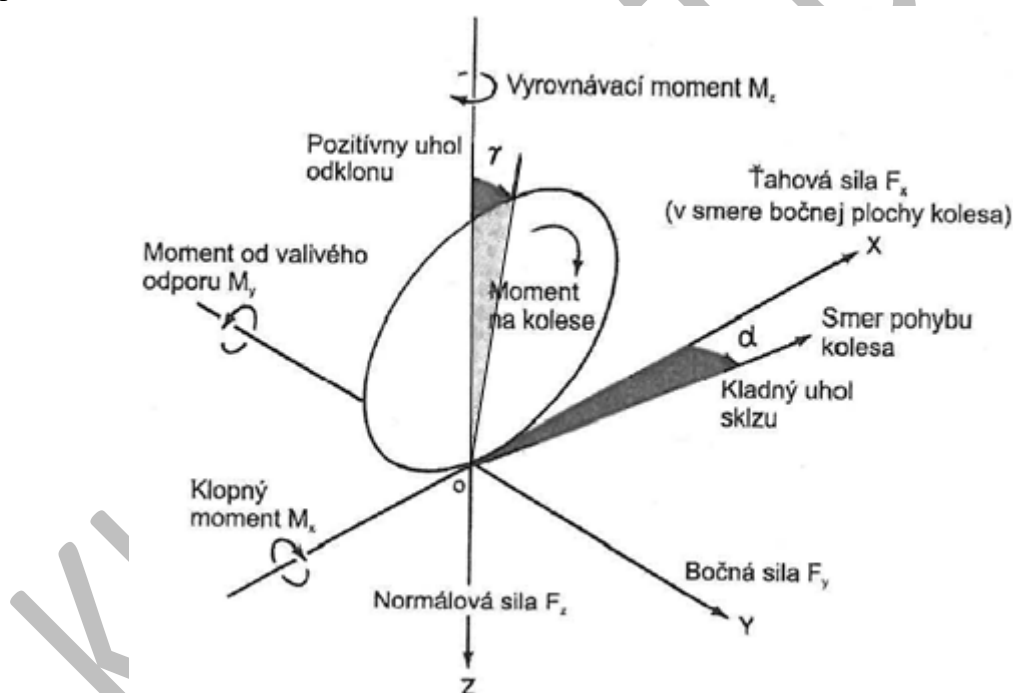
- suchý piesok	$(15 \div 50) \cdot 10^6$
- suchý piesok hlinitý	$(100 \div 150) \cdot 10^6$
- suchá piesčitá hlina	$(100 \div 200) \cdot 10^6$
- plastický piesok	$(2,0 \div 6) \cdot 10^6$
- plastická hlina	$(1 \div 5) \cdot 10^6$
- tekutý piesok	$(0,05 \div 0,1) \cdot 10^6$
- tekutá hlina	$(0,05 \div 0,1) \cdot 10^6$

3.3 Mechanika pneumatík

Momenty a sily na pneumatike

Na opísanie charakteristík pneumatík, síl a momentov pôsobiacich na pneumatiku bude potrebné definovať súradnicový systém, ktorý bude slúžiť ako základ pre definovanie rôznych parametrov [9]. Počiatok súradnicového systému je v strede kontaktu pneumatiky s podkladom. Os x je priesečník roviny kola a roviny podkladu smerujúca v smere pohybu. Os z je kolmá na rovinu podkladu s kladným smerom smerujúcim dole. Os y je v rovine podkladu a jej smer je zvolený tak, aby bol vytvorený pravouhlý pravotočivý systém.

Na pneumatiku pôsobia od podkladu tri sily a tri momenty. Ťahová sila (alebo sila v pozdĺžnom smere) F_x je zložka výslednice síl v x -ovom smere. Priečna sila F_y je zložka v smere osi y a normálová sila F_z je zložka v smere osi z . Klopný moment M_x je moment okolo osi x , ktorým pôsobí cesta na pneumatiku. Moment valivého odporu M_y je moment okolo y -ovej osi a vyrovnávací moment M_z je moment okolo osi z . Pomocou tejto súradnicovej sústavy môže byť definovaných mnoho výkonových parametrov pneumatiky. Napríklad pozdĺžny posuv stredu pôsobenia normálového tlaku je určený pomocou pomeru momentu valivého odporu k normálovému zaťaženiu.



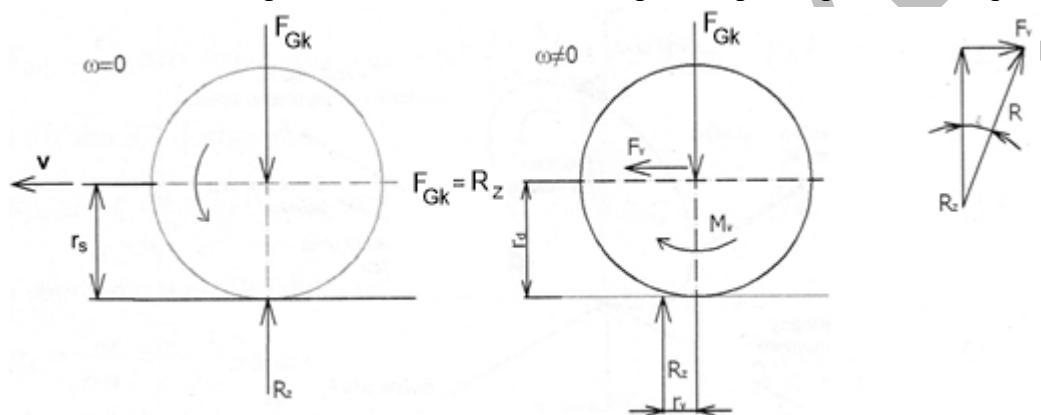
Obr. 3.5 Súradnicový systém pneumatiky [9]

Priečny posuv stredu pôsobenia normálového tlaku je definovaný ako pomer klopného momentu k normálovému zaťaženiu. Integrácia šmykových napätí v pozdĺžnom smere cez celú kontaktnú plochu predstavuje ťahovú alebo brzdnú silu. Hnací moment okolo osi otáčania pneumatiky vyvodzuje silu na zrýchlenie na zrýchlenie vozidla a brzdný moment vyvodzuje silu na spomalenie vozidla. Pri otáčaní sa pneumatiky sú dôležité dva uhly: uhol sklzu a uhol odklonu. Uhol sklzu je uhol vytvorený medzi smerom pohybu kola a čiarou prieniku roviny kola s povrchom podkladu. Uhol odklonu je uhol vytvorený medzi rovinou x - z a rovinou kola. Priečna sila na pneumatike je funkciou uhla sklzu aj uhlom odklonu.

Valivý odpor pneumatík

Valivý odpor pneumatík na tvrdých povrchoch je spôsobený najmä hystereziou materiálu pneumatiky spôsobenou prehýbaním kostry pneumatiky pri valení. Trenie medzi pneumatikou a cestou spôsobené sklzom, odpor spôsobený prúdením vzduchu vnútri pneumatiky a efekt ventilátora pri otáčaní pneumatiky na okolitý vzduch tiež prispievajú k valivému odporu pneumatiky, ale majú len vedľajší význam.

Hoci je žiaduce mať valivý odpor čo najnižší, oproti tomu by sa mali brať do úvahy aj iné parametre, ako napr.: trvanlivosť a životnosť pneumatiky, trakcia, efekt odpruženia, cena, atď. Komplexný vzájomný vzťah medzi návrhom a operačnými parametrami pneumatiky a jej valivým odporom je mimoriadne náročný, preto je náročné vyvinúť analytickú metódu na predpovedanie valivého odporu. Zisťovanie valivého odporu sa preto spolieha na experimenty.



Obr. 3.6 Silové pomery na kolese [4]

$$F_v = f_v \cdot F_{Gk} \quad [N] \quad (3.4)$$

$$M_v = r_d \cdot f_v \cdot F_{Gk} \quad [N] \quad (3.5)$$

Pre valivý odpor platí:

$$F_v = R_z \cdot \operatorname{tg} \xi \quad [N] \quad (3.6)$$

za predpokladu, že $R_z = F_{Gk}$ a $\operatorname{tg} \xi = F_v / R_z \rightarrow \operatorname{tg} \xi = e / r_d$

kde: F_v – valivý odpor [N],

M_v – moment valivého odporu [Nm],

f_v – súčiniteľ valivého odporu [-],

F_{Gk} – vertikálne zaťaženie kolesa [N],

R_z – reakcia základne (pojzdovej roviny) [N],

e – posunutie reakcie R_z pri pohybe kolesa [m].

Základné parametre pneumatikového kolesa

Základná terminológia týkajúca sa rozmerov pneumatík a ráfikov:

- **vonkajší priemer (VP)** - priemer nezaťaženej pneumatiky namontovanej na odporúčanom ráfiku a nahustenej na odporúčaný tlak,
- **šírka profilu (ŠP)** - šírka nafúkaného profilu pneumatiky bez akýchkoľvek nápisov a ozdôb,
- **výška profilu (VP)** - vzdialenosť od dosadacej plochy pätky pneumatiky po vonkajšiu kontúru nahustenej pneumatiky pri stredovej osi,

- **polomer statického zaťaženia (PSZ)** - r_s - stála výška od povrchu vozovky po stred nápravy v podmienkach menovitého zaťaženia/nahustenia pneumatík,
- **dynamický polomer** - r_d - stála výška od povrchu vozovky po stred nápravy v podmienkach menovitého zaťaženia/nahustenia pneumatík pohybujúceho sa vozidla,
- **šírka profilu pri zaťažení (ŠPZ)** - šírka priečného profilu pri zaťažení,
- **minimálna dvojitá vzdialenosť** - minimálna odporúčaná vzdialenosť medzi dvoma stredovými osami pri dvoch namontovaných pneumatikách, aby nedošlo k stretu pneumatík v oblasti ohybu,
- **valivý obvod** - vzdialenosť prekonaná pri jednom otočení pneumatiky (v mm). Valivý obvod pneumatiky je dôležitý pre správne stanovenie sklzového pomeru pneumatík u vozidiel s pohonom všetkých 4 kolies pri použití menších pneumatík na prednej náprave, ako aj pre zabezpečenie kompatibility rozmerov pri použití dvoch namontovaných pneumatík;
- **polomer valenia** r_v - polomer fiktívneho nedeformujúceho sa kola, ktoré má rovnakú uhlovú rýchlosť a rovnakú doprednú rýchlosť ako skutočné koleso,

$$r_v = \frac{s}{2\pi n} \quad [\text{m}] \quad (3.7)$$

s – dráha stredú otáčania reálneho kola [m],

n – otáčky reálneho kola [s^{-1}].

Môžu vzniknúť tri prípady:

1. Ak $r_d = r_v$ hnane (vlečené) koleso,
2. Ak $r_d > r_v$ hnane koleso,

$$\text{sklz} = \frac{r_d - r_v}{r_d} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3.8)$$

Môže vzniknúť extrémny prípad, keď je koleso v úplnom preklze, to znamená, že $v = 0$,

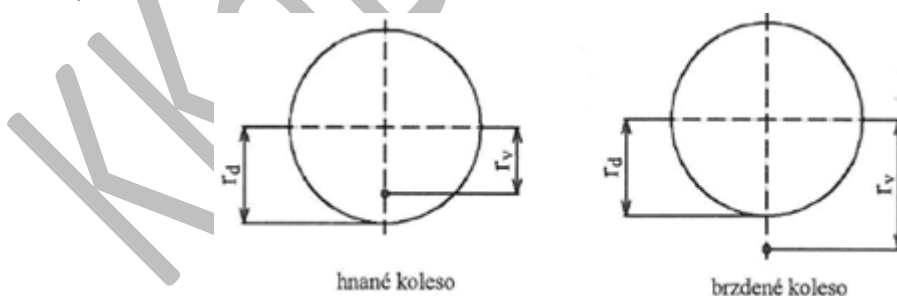
$r_v = 0$, sklz = 100%

3. Ak $r_d < r_v$ brzdené koleso

$$\text{sklz} = \frac{r_v - r_d}{r_d} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3.9)$$

Môže vzniknúť extrémny prípad, keď je koleso v šmyku, to znamená, že $\omega = 0$,

potom $r_v = \infty$.



Obr. 3.7 Prevádzkové prípady polomeru valenia [4]

Silové pomery na hnacom kolese

$$T = \varphi \cdot F_{Gk} \quad \text{ak } T_x \geq F_k \rightarrow T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} \quad [\text{N}] \quad (3.10)$$

kde: T – trakčná sila [N],

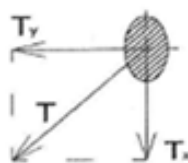
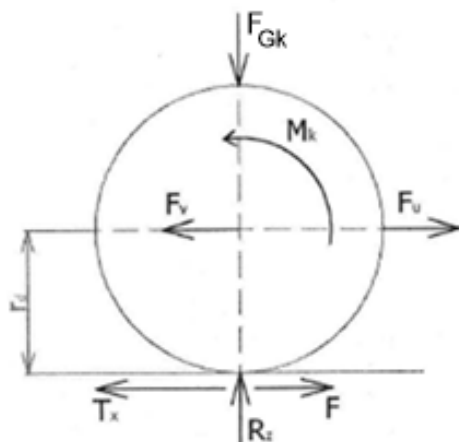
φ – súčiniteľ adhézie [-],

M_k – hnací moment na kolese [Nm],

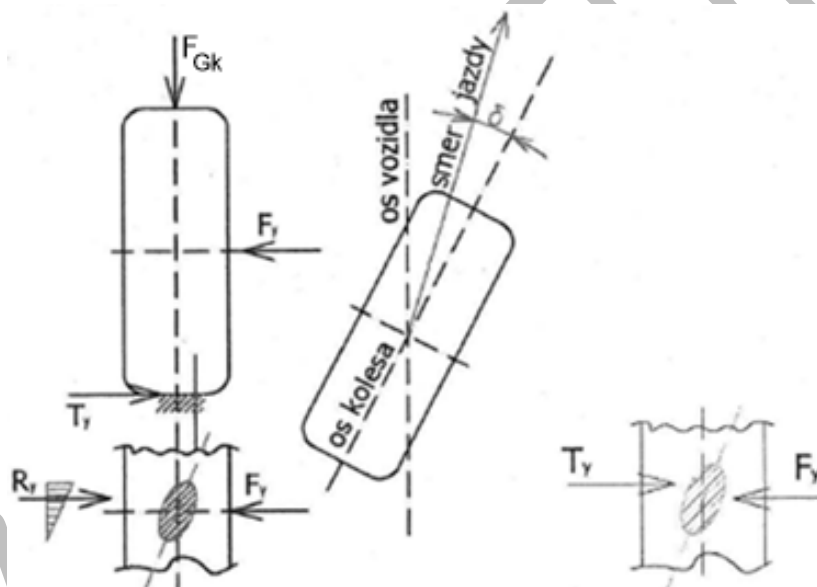
F_k – hnacia sila na obvode kolese [N],

F_u – užitočná sila (na prekonanie vonkajších zaťažení) [N],

$$M_k = F_k \cdot r_d \quad \text{kde } F_k = F_v + F_u \quad (3.11)$$



Obr. 3.8 Silové pomery na hnanom kolese [4]



Obr.3.9 Deformácia odtlačku pneumatiky pri jazde v oblúku [4]

Smerová odchýlka kolese δ závisí od:

- veľkosti bočnej sily F_y ,
- veľkosti a využitia adhézie T/T_y ,
- konštrukcie pneumatiky,
- zaťaženia kolese F_{Gk} , F_x .

Svahová dostupnosť

Svahová dostupnosť je maximálne prekonateľný sklon (stúpanie) pojazbovej roviny s konkrétnymi vlastnosťami povrchu vozidlom s reálnymi pneumatikami. Pri využití užitočnej sily F_u na prekonanie stúpania podľa vzťahu:

$$F_u = F_{Gk} \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}], \quad (3.12)$$

α - uhol sklonu základne (pojazdovej roviny) [$^\circ$].

Pri kolmom prítlaču na pojazďovú rovinu F_N , kde

$$F_N = F_{Gk} \cdot \cos \alpha \quad \text{bude } T = \mu \cdot F_{Gk} \cdot \cos \alpha \quad [N]. \quad (3.13)$$

Potom celkový jazdný odpor po naklonenej pojazďovej rovine sa bude rovnat':

$$\mu \cdot F_{Gk} \cdot \cos \alpha = f_v \cdot F_{Gk} \cdot \cos \alpha + F_{Gk} \cdot \sin \alpha \quad (3.14)$$

a po úprave dostaneme:

$$\mu \cdot \cos \alpha = f_v \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \quad (3.15)$$

$$\mu - f_v = \operatorname{tg} \alpha_m \quad (3.16)$$

α_m – medzná stúpanosť [°].

Z vyššie uvedených vzťahov vidieť, že svahová dostupnosť nezávisí od hmotnosti vozidla, ale od parametrov jeho pneumatík a parametrov povrchu jazdnej dráhy.

Tabuľka 3.1 Hodnoty medznej stúpanosti [4]

Povrch	Súč. záberu μ	Súč. valivého odporu f_v	Medzná stúpanosť α_m
Suchý betón	1,0	0,015	44,5
Mokrý betón	0,7	0,03	33,8
Suchý asfalt	0,9	0,015	41,5
Mokrý asfalt	0,6	0,025	29,8
Suchá dlažba	0,8	0,02	37,9
Mokrú dlažbu	0,4	0,02	20,8
Suchá zemina	0,6	0,1	26,6
Mokrú zemina (blato)	0,3	0,2	5,7
Makadam	0,6	0,05	28,8
Štrk	0,4	0,1	16,7
Suchý piesok ⁽¹⁾	0,3, (0,6)	0,1	11,3, (26,6)
Vlhký piesok	0,6	0,3	16,7
Sneh	0,2	0,1	5,7
Zľadovatený povrch	0,1	0,035	3,7
Trávnatý terén ⁽²⁾	0,5, (0,8)	0,15	19,3, (33)

(1) platí len pri použití dezénu pre špeciálne vozidlá

(2) traktorového dezénu

3.4 Konštrukcia kolesových podvozkov

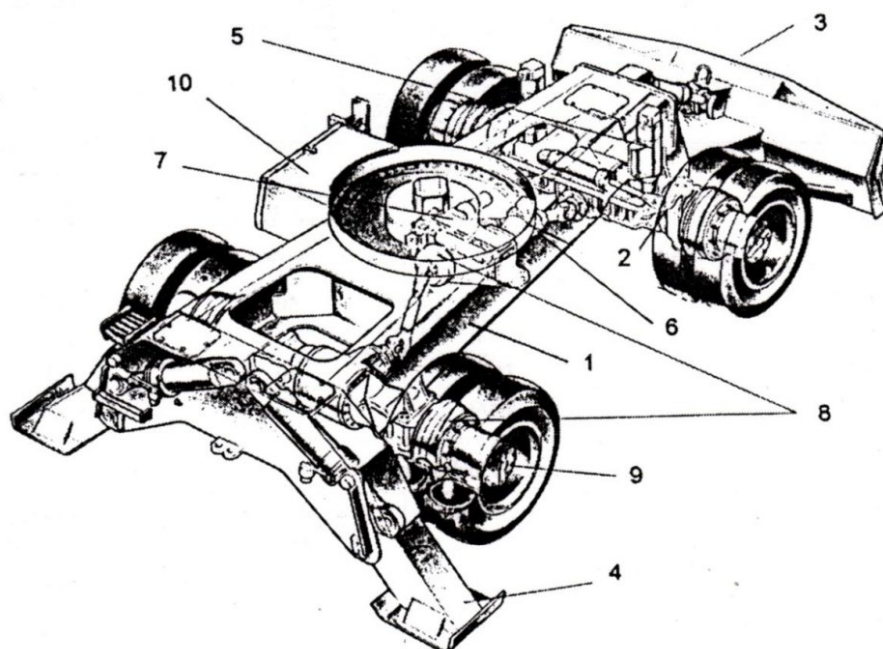
Podvozok musí spoľahlivo prenášať zaťaženie vyvolané činnosťou pracovného nástroja, pohybom stroja v ťažkom teréne v rôznych klimatických podmienkach. Podvozok dáva stroju taktiež manévrovacie schopnosti, ktoré priamo alebo nepriamo ovplyvňujú prevádzkovú výkonnosť stroja. V prípadoch, kedy potrebujeme vysokú pohyblivosť a časté premiestňovanie stroja, je vhodné použiť kolesový podvozok [5].

Kolesové podvozky majú v porovnaní s pásovým podvozkami niektoré výhody, ako napríklad:

- ich hmotnosť tvorí z celkovej hmotnosti stroja asi 20%, zatiaľ čo podvozok pásového stroja 30 až 40%;
- majú menší počet trecích plôch a tým vyššiu životnosť;
- pri pojazde majú menšie dynamické namáhanie, zvlášť na tvrdom povrchu, a tým menšie

- opotrebenie jednotlivých častí;
- majú vyššiu prepravnú rýchlosť (až 35 km/h);
- náklady na prepravu sú nižšie (nepotrebnú podvalník);
- nepoškodzujú povrch vozovky.

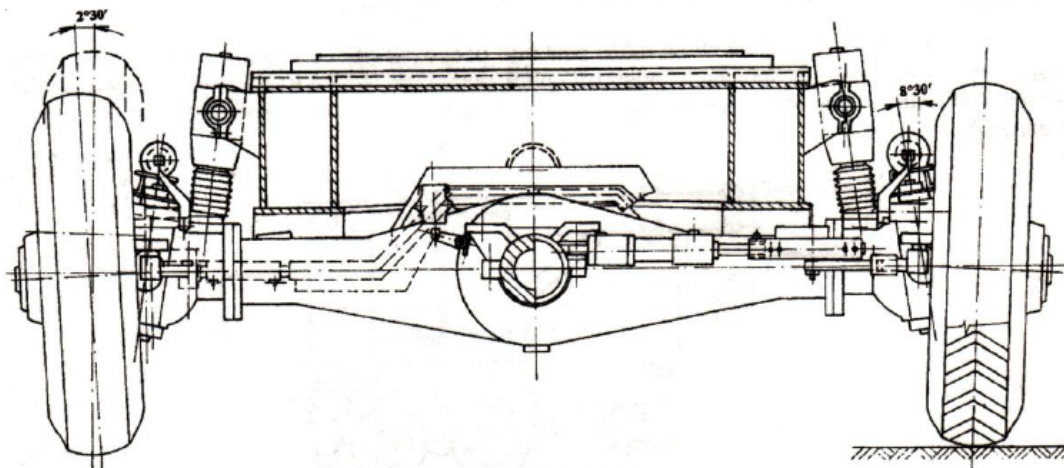
Svetová produkcia týchto podvozkov tvorí asi jednu tretinu z celej výroby podvozkov strojov pre zemné práce. Kolesové podvozky majú špeciálnu konštrukciu. Konštrukčné prevedenie je zrejmé z obrázku. Rám podvozku (1) má pevnú a tuhú zvaranú skriňovú konštrukciu, v ťažkom teréne je odolný proti krúteniu. Predná náprava (2) je výkyvná a riaditeľná a je k rámu podvozku pripojená čapom. Obvykle je pred prednou nápravou pohyblivá dozerová radlica (3), ktorá je určená k rozhrňovaniu zeminy, zahrňovaniu výkopov, čisteniu terénu alebo ku stabilizácii podvozku pri práci stroja. Zadná náprava je tuhá, pripojená k rámu, ku ktorému sú tiež pripojené ovládateľné opierky (4). Tlaková kvapalina z hydrogenerátora poháňa rotačný hydromotor (6), ktorého krútiaci moment prechádza do prevodovky s rozvodovkou (7), z ktorej je kardanovým hriadeľom prenášaný na zadnú aj prednú nápravu.



Obr. 3.10 Konštrukčné prevedenie kolesových podvozkov [5]

- (1) - rám podvozku, (2) - predná náprava, (3) - dozerová radlica, (4) - ovládateľné opierky, (5) - aretačný hydrovalec pre blokovanie výkyvu prednej nápravy, (6) - rotačný hydromotor, (7) - prevodovka s rozvodovkou (8) - bubnové brzdy, (9) - koncový planétový prevod v nábojoch kolies, (10) - skrinka s náradím

Predná náprava je k rámu pripojená v prednej časti výkyvne okolo čapu s riaditeľnými kolesami. Detailne je náprava zobrazená na Obr. 3.11. Zadná náprava je s rámom podvozku spojená pevne. Pri práci zaisťujú pevnú väzbu medzi prednou kyvnou nápravou a rámom aretačné hydraulické valce.



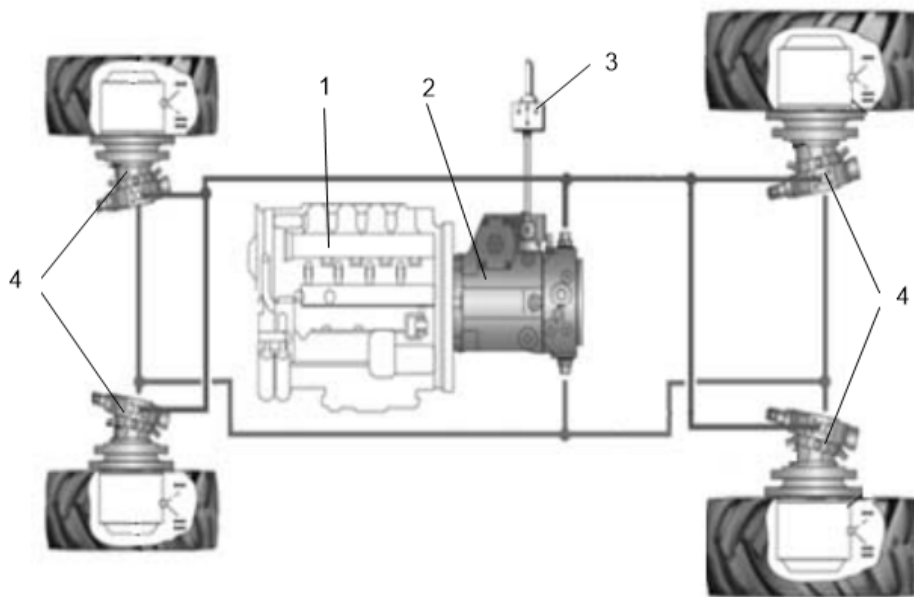
Obr. 3.11 Predná riadená náprava [5]

Kolesový podvozok značne zvyšuje pohyblivosť strojov pre zemné práce, ktoré sú plynule riaditeľné v dvoch alebo troch rozsahoch:

- $0 \div 5$ km/h – plazivá rýchlosť;
- $0 \div 10$ km/h – terénna rýchlosť;
- $0 \div 35$ km/h – cestná rýchlosť.

Prenos krútiaceho momentu od hnacieho motora na kolesá je možné urobiť niekoľkými spôsobmi:

- mechanickým, pri ktorom sa rotačný pohyb z otočného zvršku prenáša na podvozok vertikálnym hriadeľom, ktorý prechádza dutým kráľovským hriadeľom a kuželovým prevodom sa potom prenáša na nápravy. Tento spôsob sa už pri moderných strojoch nepoužíva;
- hydraulicko-mechanickým, pri ktorom je rotačný hydromotor umiestnený na otočnom zvršku a jeho pohyb sa prenáša hriadeľom cez dutý kráľovský hriadeľ na podvozok, kde sa kuželovým prevodom ďalej prenáša na hnacie nápravy kolies. Tento spôsob sa v dnešnej dobe využíva iba veľmi ojedinele;
- centrálnym hydromotorom umiestneným v podvozku (Obr. 3.10), priamo spojeným s prevodovkou a rozvodovkou (7), z nej je potom pohyb prenášaný kardánovým hriadeľom na hnacie nápravy a kolesá. Bubnové brzdy (8) sú pri rozvodovke parkovacie a v nápravách prevádzkové. Do hydromotora je privádzaná tlaková kvapalina od hydrogenerátora privádzačom;
- hydromotormi umiestnenými v obidvoch nápravách, ktorých výhodou je, že odpadajú kĺbové hriadele. V teréne pracujú obvykle obidva hydromotory, na cestách je pre pojazd zapínaný iba jeden hydromotor;
- hydromotormi umiestnenými priamo v náboji každého hnacieho kolesa (Obr. 3.12), ktoré sú napájané tlakovou kvapalinou z hydrogenerátora (2). Účinne pracujú pri vyšších pretlakoch ($\mu = 96\%$ a viac). Nie sú vhodné pre malé tlaky, kde sú málo účinné. Pri riešení rôznych náhonov strojov je často sporné, či používať rýchlobežné hydromotory s priradenými prevodmi do pomala alebo pomaly bežné hydromotory bez pomocných prevodov. Výhoda pomaly bežných motorov je v malých rozbehových a dobehových časoch. Nevýhodou je väčší rozmer a hmotnosť oproti rýchlobežným motorom, a tiež vyššie výrobné náklady.



Obr. 3.12 Pohón pojazdu podvozku [5]

1- spaľovací motor, 2 – hydrogenerátor, 3 – ovládanie, 4 – hydromotory v náboji

3.5 Základné koncepcie kolesových podvozkov

Koncepcia podvozku a jeho prevedenie je determinované konkrétnym druhom mobilného pracovného stroja (Obr. 3.14) [9]. Existujú štyri kategórie, a to:

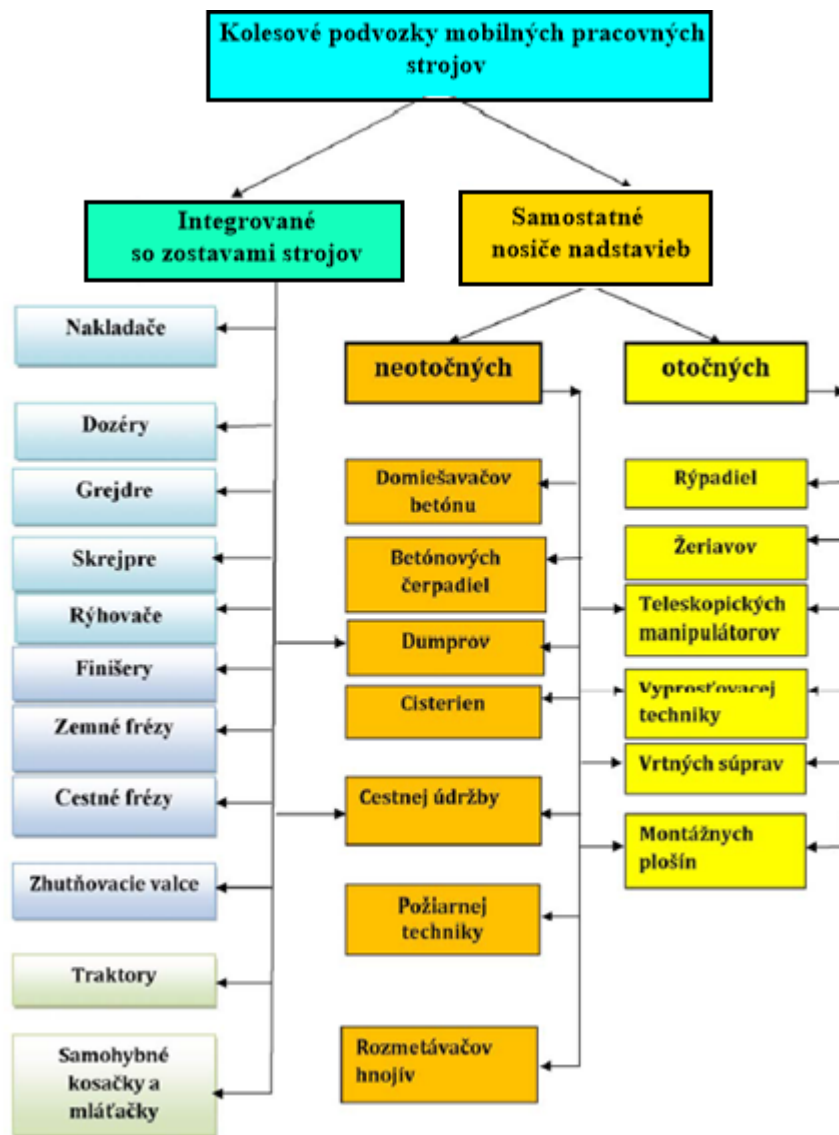
- samohybné podvozky s vlastným pohonom a kabínou s riadením,
- podvozky s vlastným pohonom a s riadením umiestneným na otočnej nadstavbe,
- podvozky poháňané a riadené z otočnej pracovnej nadstavby,
- podvozky integrované so zostavami mobilných pracovných strojov.

Samohybné podvozky

Tieto podvozky s vlastným hnacím agregátom a prenosovou sústavou pohonu pojazdu sú vybavené aj vlastnou jednomiestnou alebo viacmiestnou kabínou, v ktorej sú rozmiestnené ovládacie prvky pre riadenie jazdy a ovládanie pomocných mechanizmov (systém stabilizácie alebo pohonu nadstavby). Veľmi často sú v praxi využívané ako nosiče žeriavových nadstavieb s teleskopickým výložníkom. U nás sa prevažne využívajú vhodné podvozky sériových automobilov ako nosiče neotočných alebo otočných nadstavieb (Obr. 3.13).



Obr. 3.13 Samohybné podvozky s vlastným pohonom a riadením [9]



Obr. 3.14 Nomenklatúra aplikácií kolesových podvozkov [9]

Podvozky s vlastným pohonom riadené z otočnej nadstavby

Pre niektoré veľkostné triedy otočných žeriavov s teleskopickým výložníkom alebo pre iné zostavy mobilných pracovných strojov s otočnou nadstavbou sú používané podvozky s vlastným agregátom a s prenosovou sústavou pohonu pojazdu, ale ovládacie prvky riadenia jazdy sú umiestnené v kabíne otočnej nadstavby.



Obr. 3.15 Podvozky s vlastným pohonom riadené z otočnej nadstavby [9]

Aj v tomto prípade môže byť jeden typ podvozku modulárnej konštrukcie používaný pre viaceré druhy pracovných nadstavieb.

Moduly kolesových podvozkov integrované do zostáv strojov

Podvozky veľkej skupiny mobilných pracovných strojov netvoria samostatný konštrukčný celok, ale ich jednotlivé moduly a systémy tvoria integrálnu súčasť celkovej zostavy (Obr. 3.16).



Obr. 3.16 Podvozky integrované do zostáv strojov [9]

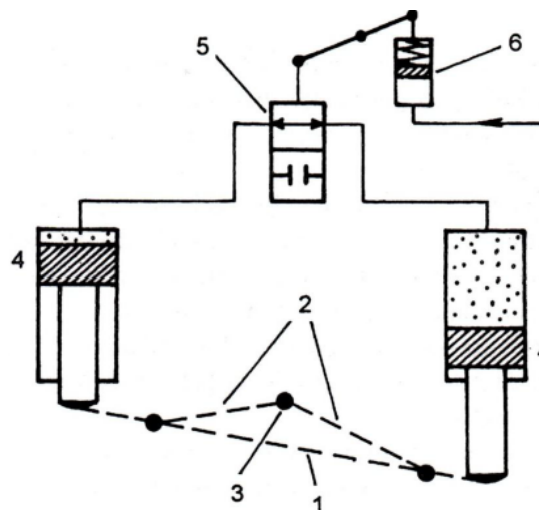
3.6 Stabilita podvozkov

Pri pracovnom procese stroja nastáva nežiadúca silová koncentrácia na dve nápravy s pneumatikami. Zaťaženie kolies pri práci je väčšie ako hmotnosť stroja a klopný moment vznikajúci z hmotnosti pracovného zariadenia a jeho záťaže sa blíži momentu vyvolanému hmotnosťou stroja. Ak sa obidva momenty dostanú do rovnováhy, prípadne moment spôsobený pracovným zaťažením je vyšší, zemný stroj stráca rovnováhu (stabilitu). Ak nemá dôjsť k preklopeniu, musí byť stabilizujúci moment stroja M_s (vyvolaný hmotnosťou stroja a protizávažím) väčší než moment klopných síl M_k vyvolaný pracovným zaťažením (napr. rypnou silou, hmotnosťou náplne lyžice).

Pomer $M_s/M_k = S$ označuje súčiniteľ stability zemného stroja a je požadovaný v rozsahu $S = 1,1 \div 1,25$. Aby bol splnený tento rozsah, konštruktéri musia urobiť tieto opatrenia:

- umiestnenie ťažiska zemného stroja čo najnižšie pri minimálnej vyvážení jednotlivých agregátov a pracovných zariadení;
- dimenzovanie podvozkov zemných strojov tak, aby mali dostatočnú hmotnosť, tuhé nápravy a nosné pneumatiky;
- zvyšujú priečnu a pozdĺžnu stabilitu stroja umiestnením ľahko ovládateľných podpier.

Kolesové zemné stroje majú obvykle prednú nápravu uloženú výkyvne, zatiaľ čo zadná náprava je tuhá. Toto usporiadanie je potrebné k tomu, aby kolesá mali s podložkou stále dobrý kontakt aj v nerovnom teréne, priaznivo to ovplyvňuje jazdné vlastnosti podvozku. Pri práci by však toto usporiadanie spôsobovalo kývanie celého stroja so značnými dynamickými rázmi na konštrukciu. Preto musí byť pri práci predná náprava znehybnená – aretovaná špeciálnym, hydraulicky ovládaným piestom (hydraulický zámok), ktorý pod tlakom dosadne do oporných plôch nápravy a zamedzí ich kývaniu [5]. Funkčné pôsobenie tohto zariadenia môžeme vidieť na Obr. 3.17. Náprava (1) je uchytené dvomi tiahľami (2) v otočnom bode (3), ktorého oká sú pevne uložené v ráme stroja. Výkyv nápravy pri jazde je zachytávaný v hydraulických valcoch (4) s piestami. Napríklad pri výkyve ľavej strany smerom hore je kvapalina z ľavého valca vytláčaná z priestoru nad piestom a prechádza v danej polohe rozvádzačom (5) do priestoru nad druhým piestom. Škrtením prietoku na jednu alebo druhú stranu hydraulických valcov sa dosahuje priaznivejšieho výkyvu nápravy.



Obr. 3.17 Funkčný spôsob aretačného systému pre znehybnenie kyvnéj nápravy zemného stroja [5]

1- kyvná náprava, 2 – tiahla, 3 – otočný bod nápravy, 4 – hydrovalce, 5 – rozvádzač,
6 – hydraulický radiaci valec

V hydraulickom riadiacom valci (6) je piest s pružinou a jeho piestnica ovláda pákový systém na prestavenie rozvádzača (5) do uzatvorenej polohy. V tomto prípade sú obidva aretačné piesty pod tlakom a náprava, na ktorú piesty dosadajú, sa nemôže vykloniť. Ovládanie piestu vo valci (6) sa deje hydraulicky alebo pneumaticky.

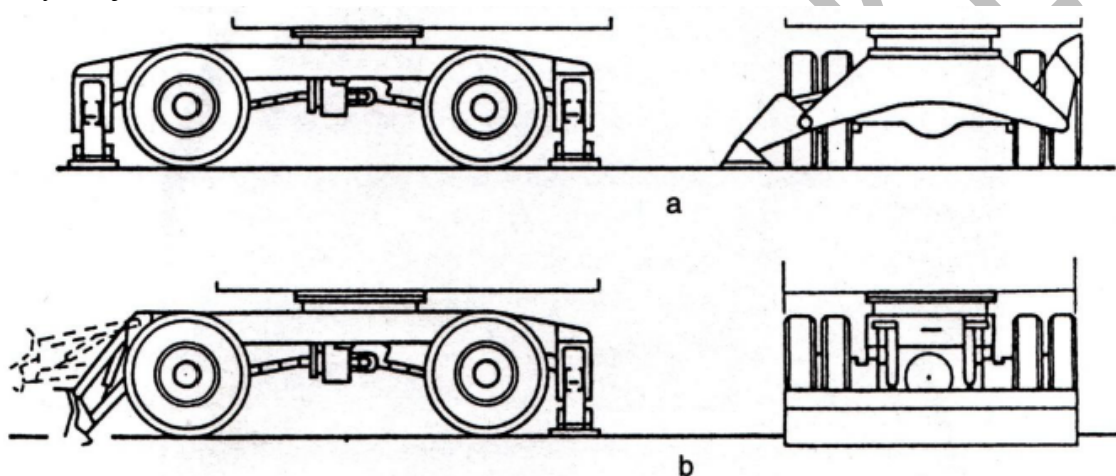
K zvýšeniu stability zemných kolesových strojov sa používajú výsuvné podpery, ktoré umožňujú väčšie zaťaženie stroja, priaznivejšie prevádzkové podmienky a zníženie jeho opotrebenia. O význame podpier svedčia tiež mnohé štúdie zahraničných výrobcov zemných strojov, ktorí za rovnakých podmienok s podperami a bez podpier uvádzajú tieto výsledky [4,5,6]:

- je možné zväčšiť napr. objem hĺbkových lopát pri stroji až o 34% pri rovnakej hĺbke kopania;
- v teréne sú schopní pri rovnakom vyložení vyvinúť silu zdvihu lopaty až o 48% vyššiu ako pri stroji bez podpier;
- stupeň stability presahuje hodnotu 1,2;
- nerovnosť terénu nemá vplyv na prevádzkové schopnosti stroja a jeho správne nastavenie do pracovnej polohy;
- znižujú opotrebenie stroja, zvyšujú jeho využitie pri bežnej práci strojníka.

Podpery pri kolesových podvozkoch sú sklápacie alebo výsuvné. Častejším prípadom sú podpery sklápacie (Obr. 3.18a). Ich usporiadanie rieši výrobca podľa celkového rozloženia a vyváženia jednotlivých agregátov na stroji a podľa pracovného zariadenia. Na obrázku sú zobrazené dve na prednej a dve na zadnej časti rámu na vonkajšej strane kolies. Iné usporiadanie spočíva v tom, že jedna dvojica podpier je vo vnútri pred nápravou a druhá dvojica medzi nápravami.

Na Obr. 3.18b je iba jedna dvojica podpier na zadnej časti rámu, na prednej časti rámu je hydraulicky ovládaná dozerová radlica, ktorá slúži jednak k zarovnaniu terénu, jednak sa pri práci stroja oprie o podklad, s ktorým vytvára stabilizačný kontakt. Najčastejšími požiadavkami na správnu funkciu podpier pri kolesových zemných strojoch je to, že:

- podpery musia umožňovať jednoduché a rýchle hydraulické, prípadne aj automatické nastavenie stroja do takej pracovnej polohy, v ktorej stroj môže dobre pracovať z technického aj bezpečnostného hľadiska;
- podpery musia byť ovládané z miesta strojníka a ich ovládanie nesmie brániť pojazdu stroja do inej pracovnej polohy;
- oporná doska musí mať veľkosť odpovedajúcu požiadavkám merného tlaku na pôdu a uložená má byť klbovo;
- doba vysunutia má byť čo najkratšia a možnosť vysunutia podpier nezávisle na sebe v ľubovoľnej polohe;
- pri moderných zemných strojoch je niekedy montované automatické zariadenie, ktoré zaisťuje kontrolu horizontálnej polohy otočného zvršku stroja, týmto opatrením sa zabráni, aby v priebehu prevádzky stroja pri sadnutí pôdy pod niektorou podperou nemohlo dôjsť k strate stability stroja.



Obr. 3.18 Usporiadanie podpier pri kolesových podvozkoch [5]

3.7 Pneumatikové kolesá

Pneumatikové kolesá sú schopné spĺňať požiadavky kladené na podvozky efektívne a účinne, preto sa používajú na cestných aj terénnych vozidlách. V mechanike pneumatikových kolies sú predmetom výskumu dva základné okruhy problémov. Prvým je mechanika jazdy na tvrdom povrchu, čo je dôležité pre cestné vozidlá. Druhým je mechanika jazdy na deformovateľnom povrchu (neupravený terén), čo je dôležité pre vyhodnocovanie výkonnosti terénnych vozidiel.

Konštrukcia pneumatikového kolesa je v základnom vyhotovení podmienená kategórii vozidiel, pre ktoré sú určené. Podľa tohto kritéria poznáme pneumatikové kolesá pre:

- motocykle,
- osobné automobily,
- dodávkové vozidlá,
- nákladné automobily,
- poľnohospodárske stroje,
- lesné stroje,
- stavebné stroje,
- špeciálne vozidlá.

Pneumatika pozostáva z plášt'a, duše, prípadne ochrannej vložky, ktoré sú namontované na diskovom kolese a nahustené hustiacim médiom – vyhotovenie plášt'a typu TUBE TYPE (dušové). V prípade pneumatiky typu TUBELESS (bezdušové TL) táto pozostáva z plášt'a namontovaného na diskovom kolese opatreného bezdušovým ventilom, ktorý je nahustený hustiacim médiom.

Konštrukcia pneumatiky

Pneumatika je flexibilná konštrukcia toroidného tvaru vyplnená stlačeným vzduchom alebo inou hmotou, napríklad polyuretánovou penou. Najdôležitejším konštrukčným prvkom pneumatiky je kostra plášt'a [9].



Obr. 3.19 Rez plášťom pneumatiky [9]

1,2 – behún, 3 – kostra, 4 – bočnica, 5,6 – nárazník, 7 – pätkové lano, 8 - pätko

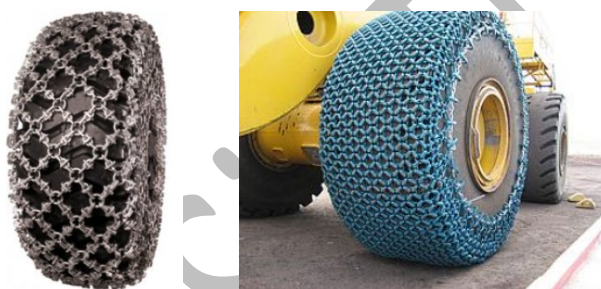
Kostra plášt'a je vytvorená z viacerých vrstiev flexibilných vlákien s vysokým modulom pružnosti, ktoré sú uložené v gumovej matrici s nízkym modulom pružnosti. Vlákna sú vyrobené z prírodných, syntetických alebo kovových materiálov a sú ukotvené dookola obruby vyrobenej z oceľového drôtu vysokej pevnosti. Obruba pneumatiky slúži ako základ pre kostru plášt'a. Zložky gumovej zmesi sú vyberané tak, aby poskytovali pneumatike požadované špecifické vlastnosti. Na gumu na bočniciach pneumatiky je zvyčajne požiadavka odolnosti proti únave a oteru, preto sa používa guma na báze styrénbutadienu. Guma pre behún sa mení s typom pneumatiky. Napr. guma pre behún pneumatiky na ťažké nákladné auto má byť vysoko odolná proti oteru, praskaniu, pretrhnutiu a s nízkou hysteréziou z dôvodu znižovania vnútorného tepla a jazdného odporu (používajú sa zmesi z prírodnej gummy). Zmesi zo syntetickej gummy sa používajú pri pneumatikách osobných a pretekárskych áut. Pre bezdušové pneumatiky sa používa tenká vrstva gummy s vysokou nepriepustnosťou vzduchu (napr. zmesi butyl gummy) na vnútornom povrchu pneumatiky.

Behún

Behún je gumový a tvorí dezén plášt'a. Rebrá dezénu sú usporiadané šikmo k stredu pneumatiky. Ich počet a usporiadanie sú rozdielne podľa typu pneumatiky a jej veľkosti. Voľné priestory medzi rebrami slúžia na samočistenie pneumatiky (Obr. 3.20). Pre zníženie opotrebenia dezénu pneumatiky vo veľmi ťažkých skalných (kamenistých) terénoch sa zvykne pneumatiky chrániť sieťovými reťazami (Obr. 3.21).



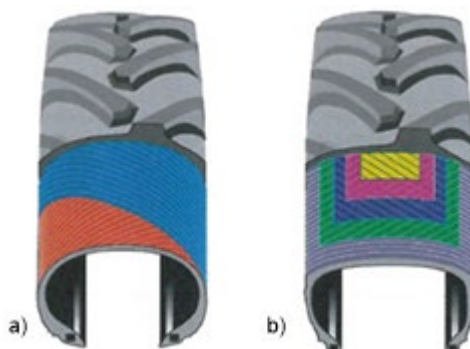
Obr. 3.20 Tvary dezénov behúnov [9]



Obr. 3.21 Ochrana pneumatiky sieťou z reťazí [9]

Kostra pneumatiky

Kostra tvorí nosnú časť plášťa a určuje jeho pevnosť, zachytáva zaťaženie a dynamické silové namáhanie. Kostra je zložená z niekoľkých vrstiev pogumovaného kordu, ktoré sú ukotvené okolo lán v pätkách. Pneumatikový kord je tkanina, ktorá pozostáva z osnovných nití s vysokou pevnosťou a hustotou približne $5 \div 15$ ks/cm a z veľmi riedkeho útku $5 \div 15$ ks/10 cm. Počet kordových vložiek sa líši v závislosti od druhu plášťa. Geometrické dispozície vrstiev gumou potiahnutých vlákien, najmä ich smery, majú významnú úlohu v správaní sa pneumatiky. Smer vlákien je definovaný vrcholovým uhlom, čo je uhol medzi vláknom a stredovou priamkou na obode pneumatiky (Obr. 3.22).



Obr. 3.22 Konštrukcia kostry plášťa pneumatiky [9]

a) diagonálna , b) radiálna

Keď majú vlákna malý vrcholový uhol, pneumatika má dobré charakteristiky, ale je tvrdá (horšie pohodlie posádky). Ak sú vlákna v pravom uhle k centrálnej osi behúňa, pneumatika je schopná zabezpečiť pohodlnú jazdu, ale zlý výkon v riadení.

Podľa usporiadania kordových vložiek rozdeľujeme pneumatiky na:

- *diagonálne*,
- *radiálne*.

Počet kordových vložiek je u porovnateľného diagonálneho plášt'a väčší ako u radiálneho.

Kostra **diagonálnej pneumatiky** pozostáva z jednotlivých vrstiev pogumovaných kordových nití, ktoré sa krížia po uhle 30° až 40°. Majú dve vrstvy (na malú záťaž) alebo viac vrstiev (do 20 pre pneumatiky s najvyššou záťažou). Vlákna v susedných vrstvách sú v opačnom zmysle. Vlákna sa prekrývajú v kosoštvorcovom vzore. Pri prevádzke dochádza pri diagonálnych vrstvách k predlžovaniu a skracovaniu kosoštvorcového elementu. Pritom dochádza k pohybu medzi dezénom a cestou, čo je jednou z hlavných príčin opotrebenia pneumatiky a vysokého valivého odporu. Tieto pneumatiky sa používajú napr. na bicykloch, motocykloch, poľnohospodárskych strojoch a rôznych vojenských vozidlách. Taktiež existujú diagonálne pneumatiky s pásmi v dezéne. Vlákna v páse sú z materiálov s vyšším modulom pružnosti ako v kostre pneumatiky. Pás poskytuje dezénu vysokú tuhosť proti deformácii a redukuje opotrebenie dezénu a jazdný odpor v porovnaní s bežnými diagonálnymi pneumatikami. Vo všeobecnosti majú tieto pneumatiky vlastnosti niekde uprostred medzi diagonálnymi a radiálnymi pneumatikami.

Radiálne pneumatiky doteraz si získali dominantné postavenie pre osobné a nákladné automobily a narastá ich využitie aj v kategórii ťažkých zemných strojov. V kostre radiálnej pneumatiky jednotlivé vrstvy pogumovaných kordových nití sú vinuté radiálne pod uhlom 90° od pätky k pätku. Radiálna pneumatika v porovnaní s diagonálnou má zreteľne väčšiu styčnú plochu a rovnomernejšie rozloženie tlakov na podložie. Životnosť radiálnych pneumatík môže byť dvojnásobná v porovnaní s diagonálnou pneumatikou.

Duša

Duša je tuhé teleso v tvare toroidu s ventilom. Vyrába sa z prírodného kaučuku alebo butyl kaučuku. Hrúbka steny duše pre osobné autá je 1,5 až 2 mm, pre nákladné 3 až 4 mm. Jej úlohou je nepriepustne uzavrieť vzduch v nej stlačený.

Ochranná vložka

Pri pneumatikách pre nákladné automobily s dušou, ak hrozí riziko poškodenia duše povrchom ráfika, vkladá sa na vonkajší obvod ráfika ochranná vložka. Vložka má tvar tvarovanej obrúče, ktorá zabezpečí plynulý prechod medzi pätkou a ráfikom. Zároveň zabezpečí oddelenie povrchu duše od ráfika. Vyrába sa z kaučukovej zmesi.

Nárazník

Pod dezénom je uložený pás vytvorený z viacerých vrstiev vlákien s vysokým modulom pružnosti (obvyčajne oceľ alebo iné materiály s veľkou pevnosťou). Pre spevnenie obvodu pneumatiky je na základných vrstvách kostry položený nárazník, pozostávajúci z diagonálne položených kordových pásov. Nárazník spoločne s behúňom tvorí stabilnú styčnú plochu pneumatiky s podložíom. Pri pneumatikách pre osobné autá sa používajú dve radiálne vrstvy

v kostre plášt'a vyrobené zo syntetického materiálu (napr. polyester) a v páse dve vrstvy oceľových vlákien a dve vrstvy vlákien zo syntetického materiálu (napr. nylon). Pri pneumatikách nákladných automobilov sa v kostre plášt'a obyčajne používa jedna radiálna vrstva ocele a štyri vrstvy ocele v páse.

Pätka

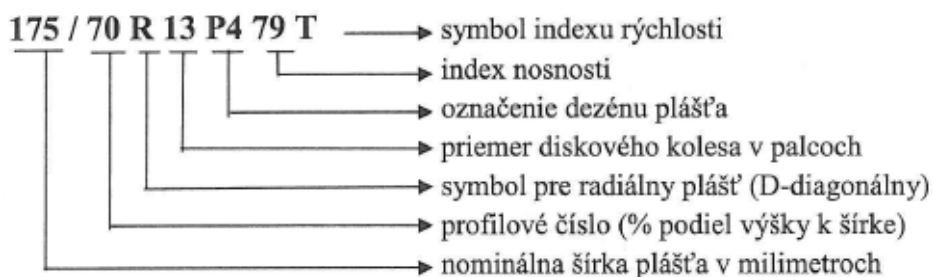
Pätka zabezpečuje spojenie plášt'a s ráfikom. Musí byť dostatočne tuhá, aby nedochádzalo k deformácii v oblasti pätky, a tým k jej vydieraniu o ráfik. Bezpečné uloženie pneumatiky na ráfik je zaistené presahom priemeru ráfiku k priemeru pätky.

Bočnica

Pružné bočnice dovoľujú prepruženie a tým tlmenie nárazov. Bočnica pneumatiky je vytvorená z gumy. Chráni kosť pred mechanickým poškodením a pred atmosférickými vplyvmi.

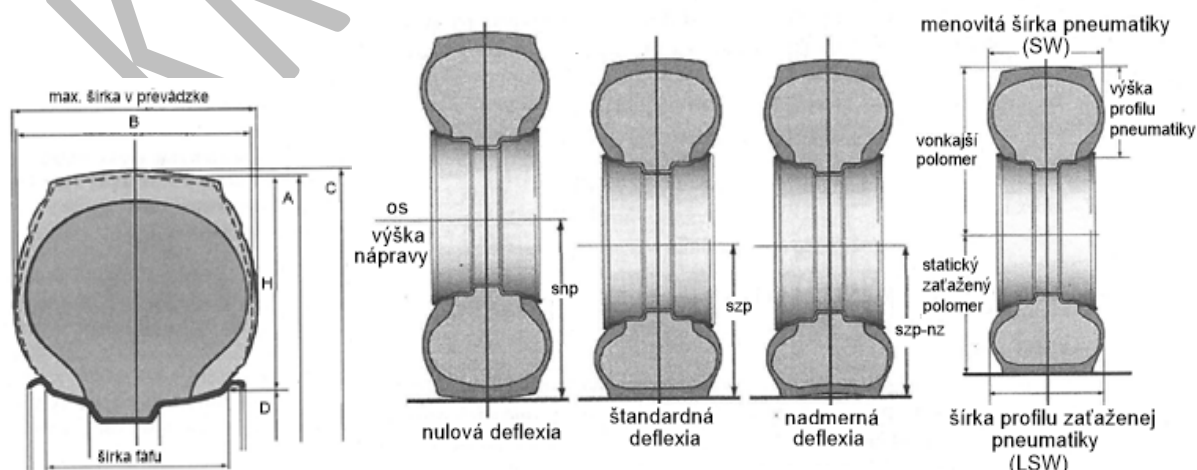
Označenie pneumatík

Na bočnej stene pneumatiky sú zobrazené všetky základné informácie o pneumatike. Možno ich považovať za „preukaz totožnosti pneumatiky“. Príklad základného označenia rozmeru plášt'a:



Statický polomer - deflexia

Deflexia je zmena polomeru pneumatiky pri bežnom (dovolenom) zaťažení. Polomer meriame od stredu náboja kolesa k povrchu vozovky. Statický polomer R_s je funkciou tuhosti pneumatiky C_p , tlaku v pneumatike p_p a zaťaženia pneumatiky F_p .



Obr. 3.23 Základné rozmery pneumatiky a zmena statického polomeru [3]

A – priemer novej pneumatiky, B – šírka novej pneumatiky, C – max. priemer pneumatiky v prevádzke, D – priemer ráfu, H – výška pneumatiky, snp – statický nezaťažený polomer, szp – statický zaťažený polomer, szp-nz - statický zaťažený polomer-nadmerne zaťažený

Konštrukcia diskového kolesa

Diskové koleso má dve časti:

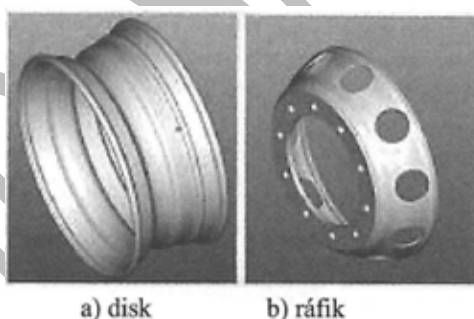
- *ráfik* - zabezpečuje spojenie medzi pneumatikou a diskovým kolesom,
- *disk* - zabezpečuje spojenie diskového kolesa s nápravou a prenos síl a momentov.

Vyhotovenia podľa použitých materiálov:

- oceľový disk a oceľový ráfik vzájomne spojené:
 - nitovaním,
 - zvaraním (najčastejší spôsob),
 - skrutkovaním,
- disk z ľahkých zliatin a oceľový ráfik vzájomne spojené,
- diskové koleso z ľahkej zliatiny vyrobené ako jeden kus.

Spôsoby upínania na nápravu.

- stredené na skrutkové otvory - označenie *BZ*,
- stredené na stredný otvor kolesa - označenie *MZ*,
- kombinácia oboch - označenie *BMZ*.



Obr. 3.24 Oceľové diskové koleso [3]

Príklad označenia rozmeru diskového kolesa

6 J x 15 H —> označenie druhu bezpečnostného výstupku (HUMP)
 —> priemer diskového kolesa v palcoch
 —> tvar okraja ramienka ráfika
 —> šírka ráfiku v palcoch

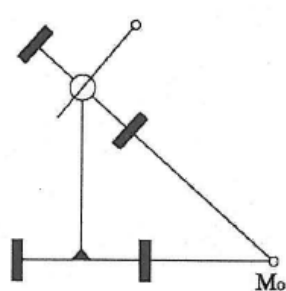


Obr. 3.25 Trojdielne a dvojdielne diskové koleso [3]

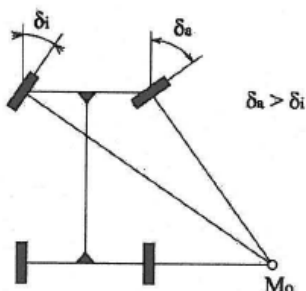
Funkcie uchytenia kolies:

- prenos sily medzi kolesom a rámom,
- stále zabezpečenie trvalého kontaktu všetkých kolies s vozovkou,
- umožnenie riadenia,
- umožnenie brzdenia a zachytávanie brzdné sily,
- umožnenie prenosu krútiaceho momentu na hnacie kolesá,
- zabezpečenie pohodlnej jazdy.

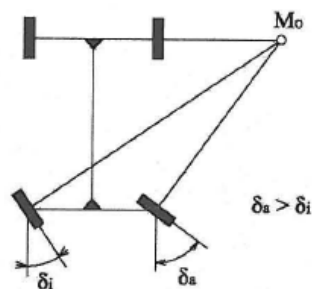
3.8 Základné koncepcie riadenia smeru jazdy mobilných pracovných strojov (MPS)



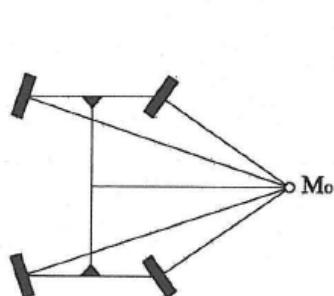
a) riadenie s otočnou nápravou



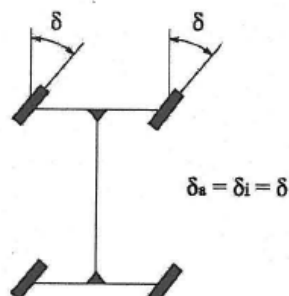
b) predné kolesá riadené



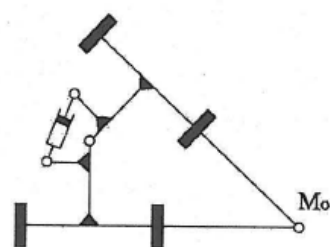
c) zadné kolesá riadené



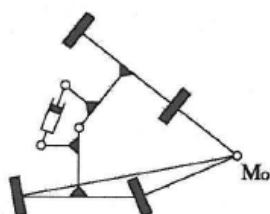
d) riadené obe nápravy



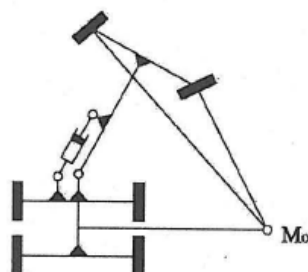
e) krabí chod



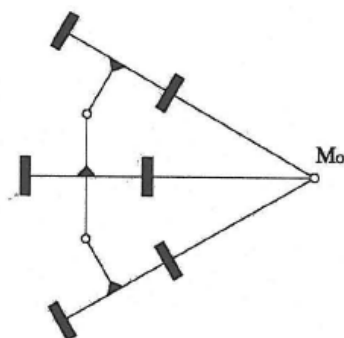
f) kĺbové riadenie s kĺbom v strede rázvoru



g) kĺbové riadenie v kombinácii

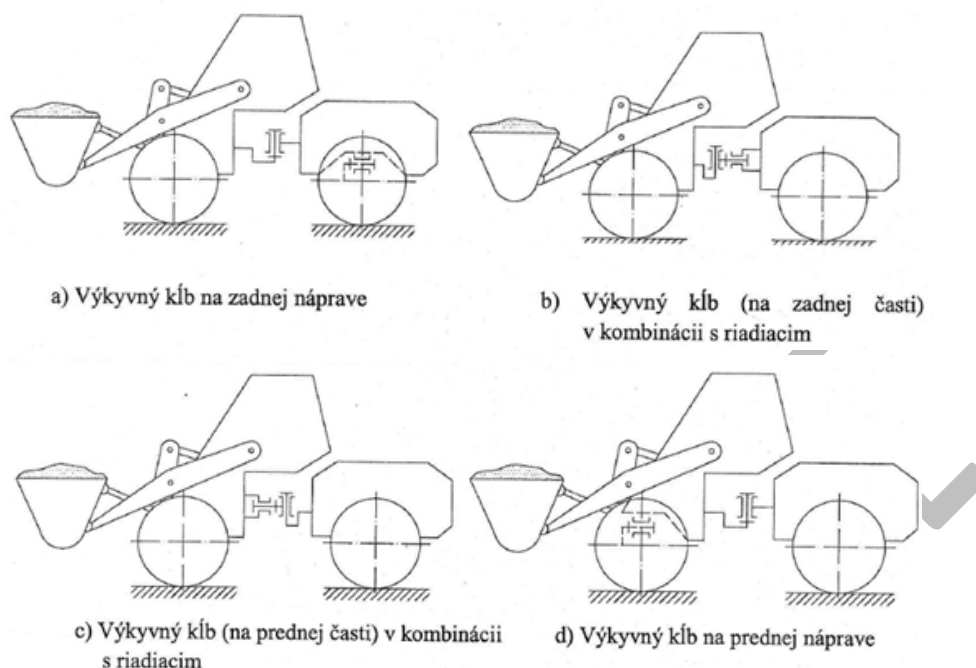


h) kĺbové riadenie v kombinácii s riadenou prednou nápravou



i) schéma triplex s riadenou zadnou nápravou

Alternatívy riešenia smerového riadenia kĺbovým rámom



3.9 Nápravy kolesových podvozkov

Náprava spája kolesá s rámom podvozku mobilného pracovného stroja. Hmotnosť vozidla a vonkajšie zaťaženia stroja prenáša na kolesá a tiež prenáša aj hnacie, brzdiace a zotrvačné sily. Umožňuje presné a dostatočne pevné vedenie uchytených kolies. Náprava je neodpruženou časťou vozidla. Delené nápravy sú zložené zo samostatných polonáprav.

Podľa rozloženia delíme nápravy na:

- predné,
- stredné,
- zadné.

Podľa funkcie delíme nápravy na:

- hnacie,
- riadiace,
- nosné.

Podľa konštrukcie uchytenia kolies sa nápravy delia na:

- nápravy so závislým (pevným) uchytením kolies (kolesá sú priečne spojené pomocou nosníka. Takáto tuhá náprava je kinematicky vnímaná ako jedno teleso a kolesá sa navzájom ovplyvňujú),
- nápravy s nezávislým uchytením kolies (každé koleso je zavesené samostatne, kolesá sa pri pružení navzájom priamo naovplyvňujú).

Konštrukčné požiadavky na nápravu:

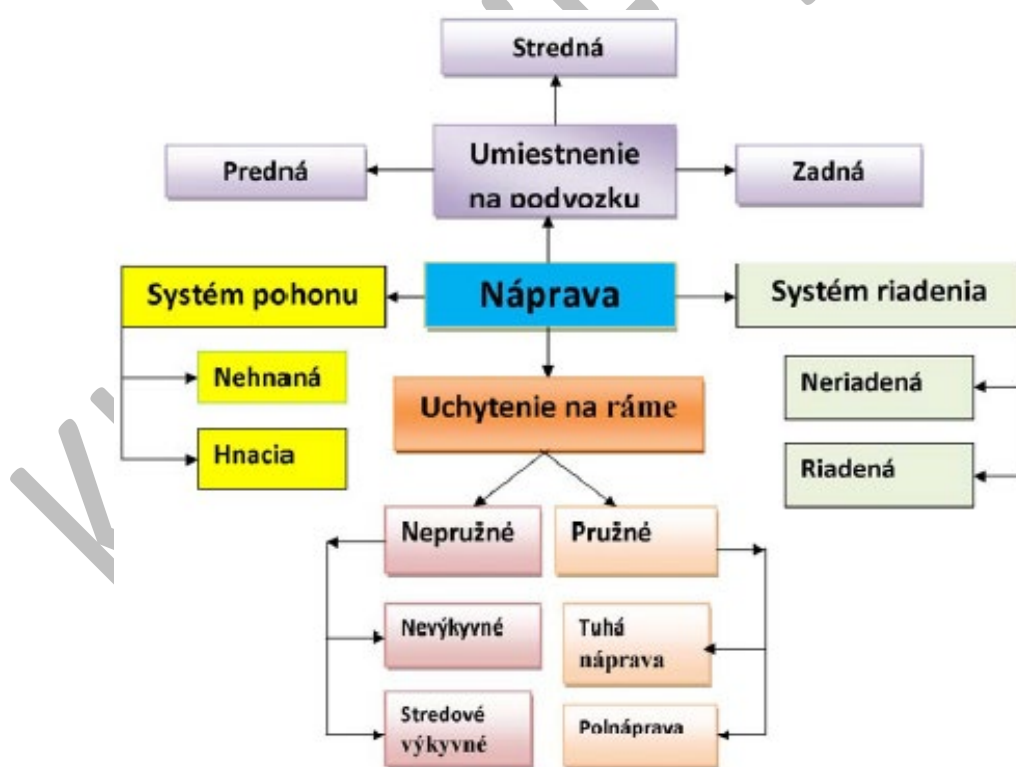
- tuhosť a kinematická jednoznačnosť,
- minimálne opotrebenie pneumatík,
- dlhá životnosť,
- minimálne požiadavky na priestor,

- odolnosť v agresívnom prostredí.

Nápravy môžu byť vyhotovené v rôznych variantoch podľa konštrukčných požiadaviek konkrétneho riešenia mobilného pracovného stroja (Obr.3.26).

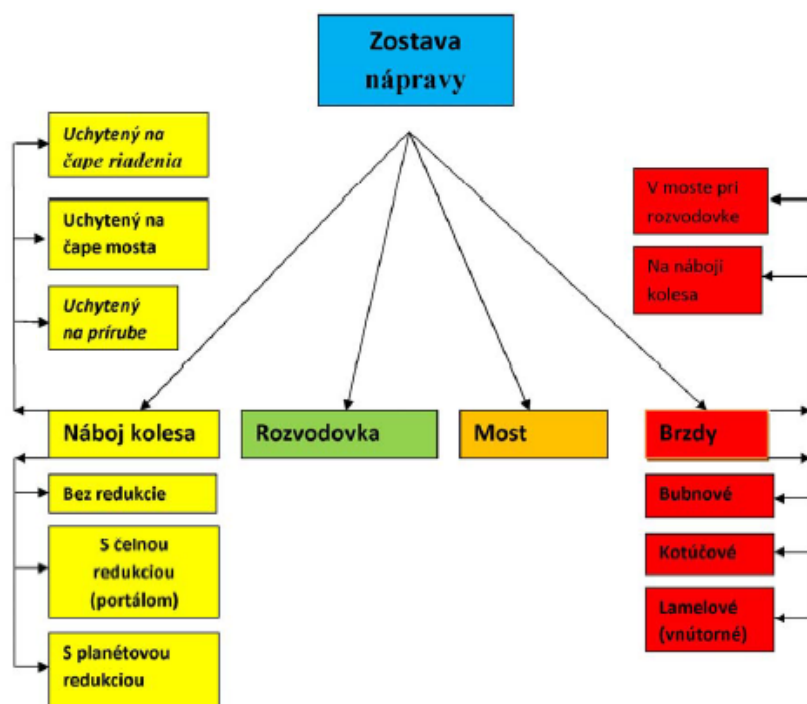
Základné parametre nápravy:

- celková šírka [mm],
- rozchod kolesových prírub [mm],
- centrálny priemer pre diskové koleso [mm],
- rozstupový priemer skrutiek [mm],
- počet a rozmer skrutiek diskového kolesa [mm],
- rozchod čapov riadenia [mm],
- maximálne natočenie kolies [deg],
- celkový prevod nápravy:
 - prevod rozvodovky,
 - prevod kolesovej redukcie,
- dynamická nosnosť [N],
- statická nosnosť [N],
- výstupný krútiaci moment [Nm],
- max. vstupné otáčky [min⁻¹].



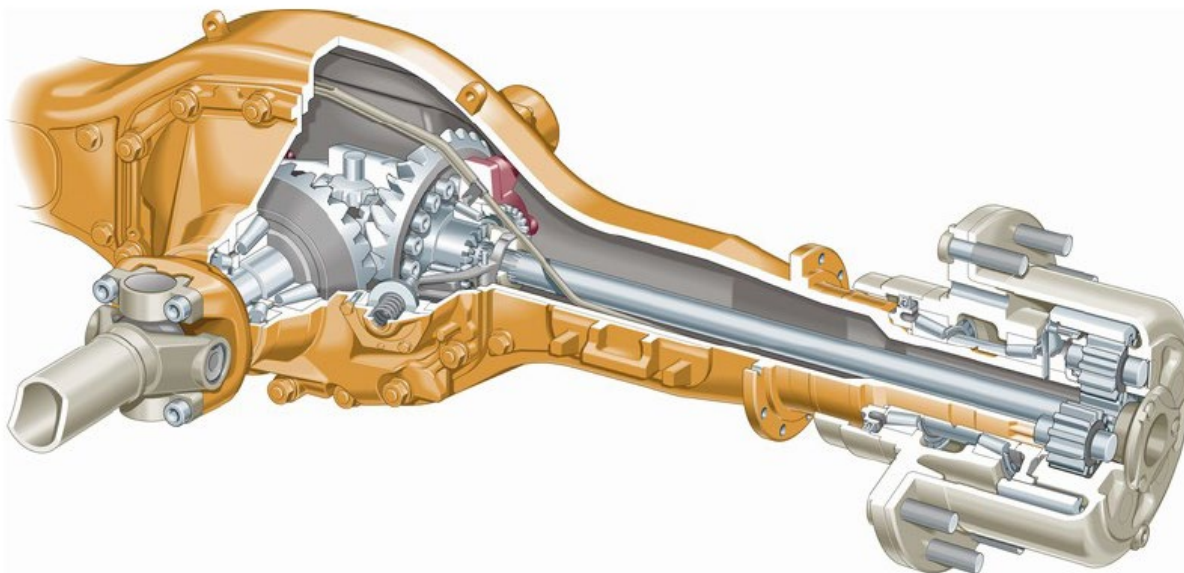
Obr. 3.26 Variantné riešenie náprav [5]

Štruktúra modulárnej nápravy je znázornená na Obr.3.27.

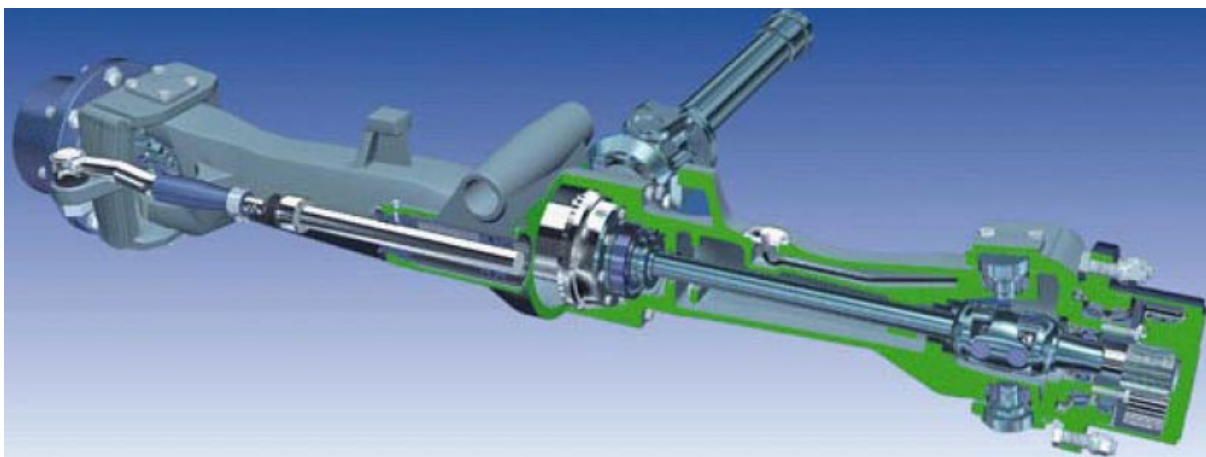


Obr. 3.27 Modulárna konštrukcia náprav [5]

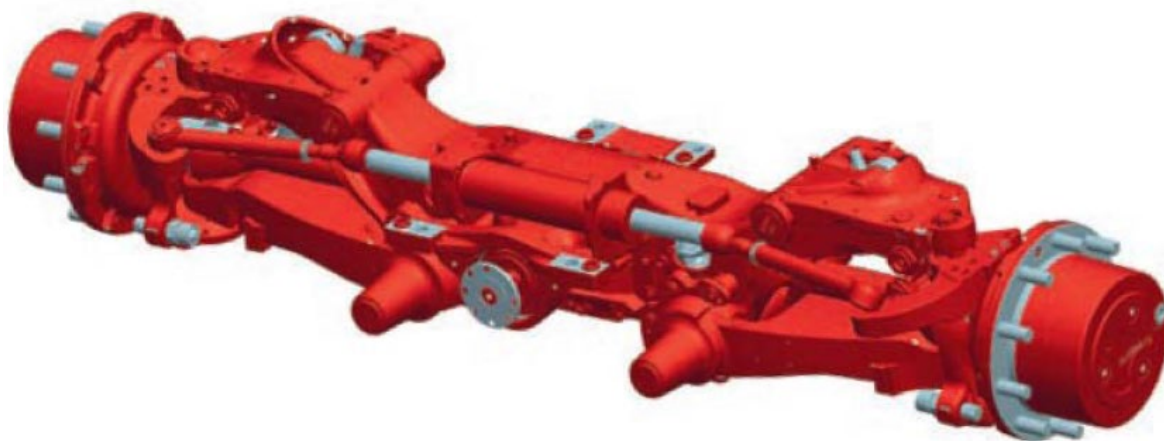
3.10 Príklady konštrukčných vyhotovení náprav



Obr. 3.28 Neriadená náprava s planétovou kolesovou redukciou s kužeľovým diferenciálom, stredovo výkyvne uložená s tzv. koaxiálnym vstupom [9]



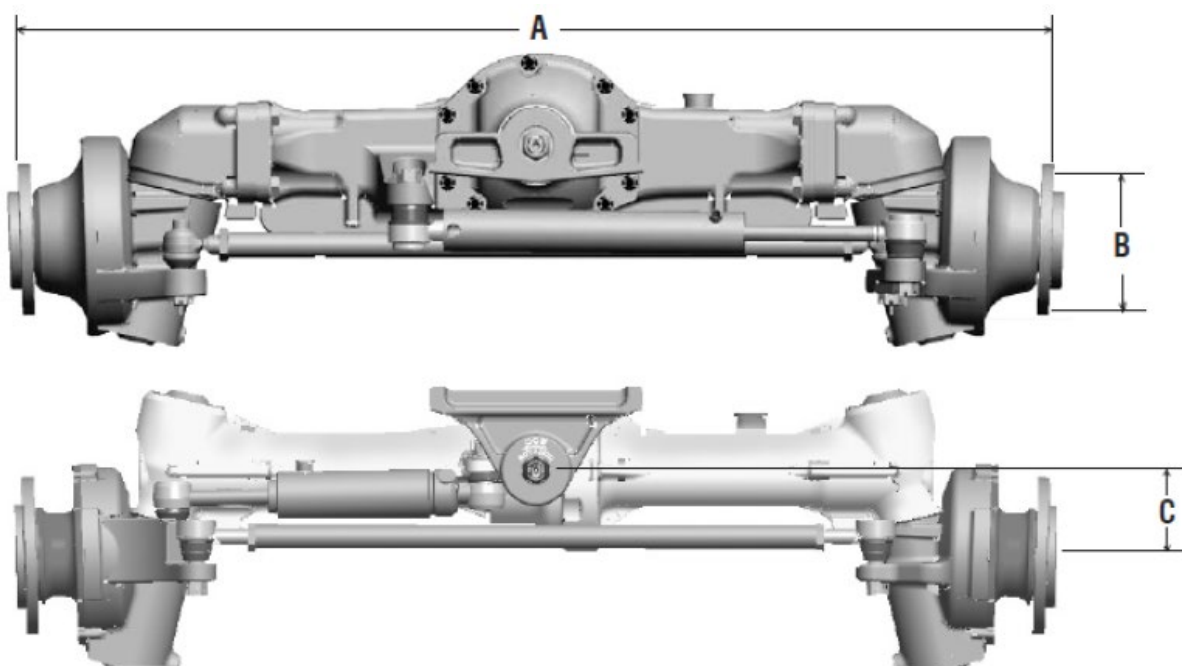
Obr. 3.29 Riadená náprava s planétovou redukciou v náboji kola pre stredovo výkyvné uchytenie k rámu podvozku [9]



Obr. 3.30 Odpružená traktorová predná náprava pre stredovo výkyvné uchytenie k rámu s planétovou redukciou v náboji kola uloženom na výkyvných ramenách [9]



Obr. 3.31 Odpružená traktorová zadná riadená náprava s planétovou redukciou v náboji kola uloženom na výkyvných ramenách ukotvených k prevodovej skrini [9]



Obr. 3.32 Portálová riadená náprava pre stredovo výkyvné uchytenie k rámu podvozku [9]



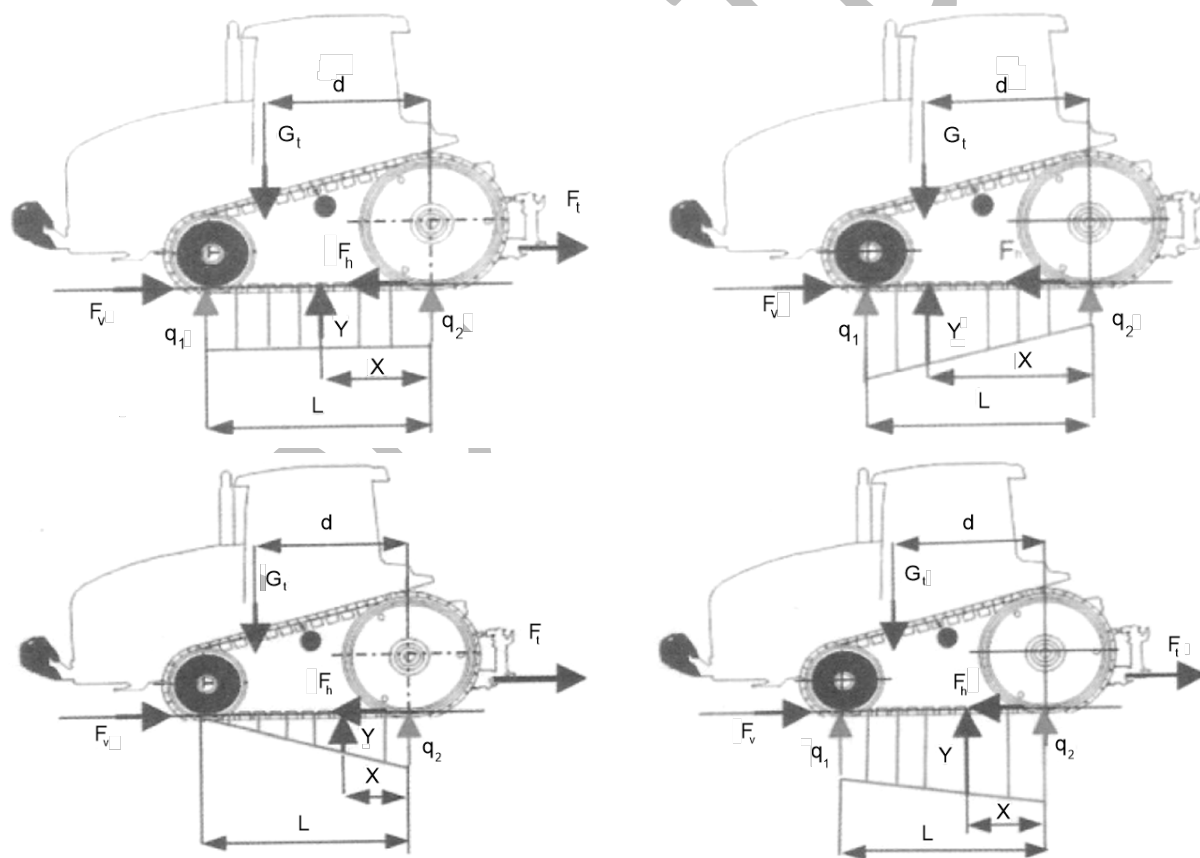
Obr. 3.33 Podvozok s portálovými nápravami [9]

4. Terramechanika pásových podvozkov

Pásový podvozok tvorí pásové pojazďové ústrojenstvo, ktorého pozdĺžne nosníky (nosiče pásov) sú pomocou priečnikov pripojené k základnému rámu stroja. Spojenie pozdĺžnych nosníkov s priečnikmi rámu stroja je buď skrutkované s vhodne usporiadanými prírubami alebo ako zvaraná konštrukcia. U dozérov a traktorov je jeden z priečnikov (obvykle predný) výkyvný. Lopatové nakladače a rýpadlá majú s ohľadom na požadovanú stabilitu stroja rámy tuhé.

Tlak pásu na pôdu

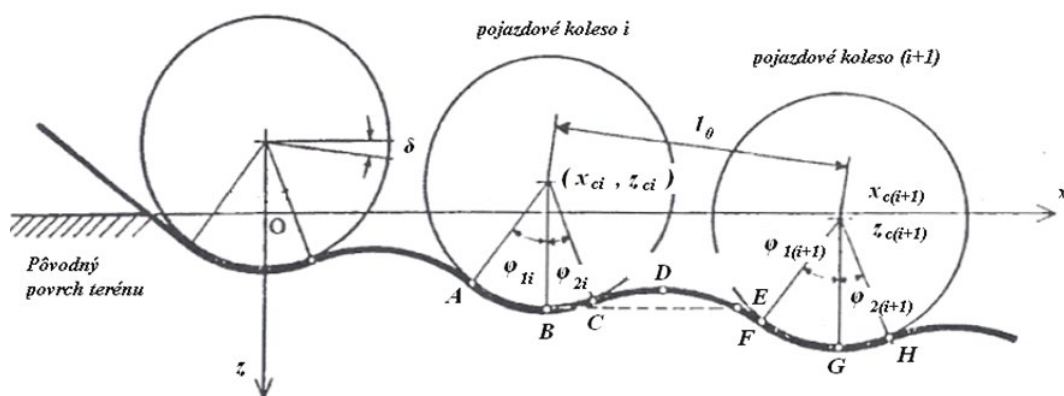
Jednou z dobre známych metód pre parametrické analýzy funkčnosti pásových vozidiel je pôvodne vyvinutá Bekkerom [9]. V tejto metóde je pojazďový pás v kontakte s terénom uvažovaný jednoducho ako pevná opora. Ak stred ťažiska vozidla je umiestnený nad stredom kontaktnej plochy pojazďového pásu, normálové rozdelenie tlaku sa uvažuje ako rovnomerne rozložené. Na druhej strane ak stred ťažiska stroja je umiestnený pred alebo za stredom kontaktnej plochy, rozdelenie zahĺbenia sa predpokladá že má trapeziodálny tvar.



Obr. 4.1 Rozloženie tlakov pásového podvozku na terén [9]

Tvar deformovaného pojazďového pásu podľa Wonga

Schéma systému pojazďový pás – pojazďové kolesá idúceho po deformovateľnom teréne pri ustálených podmienkach je zobrazená na obrázku.



Obr. 4.2 Definovanie počiatkových podmienok pre výpočet pásu [9]

Prehnutý pojazdový pás v kontakte s terénom môžeme rozdeliť do dvoch sekcií. Jeden v kontakte s terénom a tiež v kontakte s pojazdovými kolesami (segment **AC** a **FH**) a druhým v kontakte len so samotným terénom (segment **CF**). Tvar segmentu pojazdového pásu v kontakte s pojazdovým kolesom ako je (**AC**) je definovaný tvarom pojazdového kolesa, pričom tvar segmentu pojazdového pásu v kontakte len so samotným terénom (**CF**) je určený ako výsledok interakcie medzi pojazdovým pásom a terénom.

Pozdĺž segmentu **AB** tlak pôsobiaci na terén sa zvyšuje z **A** do **B**. Z **B** do **D** sa tlak znižuje vzhľadom na odľahčenie a v dôsledku určitej hysterézie, ktorú pôda vykazuje pri zaťažení a následnom odľahčení. Pozdĺž segmentu **DE** sa tlak znova zvyšuje vzhľadom na spomínanú hysteréziu.

V bode **E**, ktorý je na tej istej úrovni ako je bod **B** je zahĺbenie väčšie, než to v bode **B**. Výsledkom toho je, že tlak sa zvyšuje a zahĺbenie pojazdového kolesa **i+1** bude väčšie než to pojazdového kolesa **i**. Pri bode **G** tlak pôsobiaci na terén sa opäť znižuje a začína ďalší cyklus odľahčovania – znovuzaťaženia.

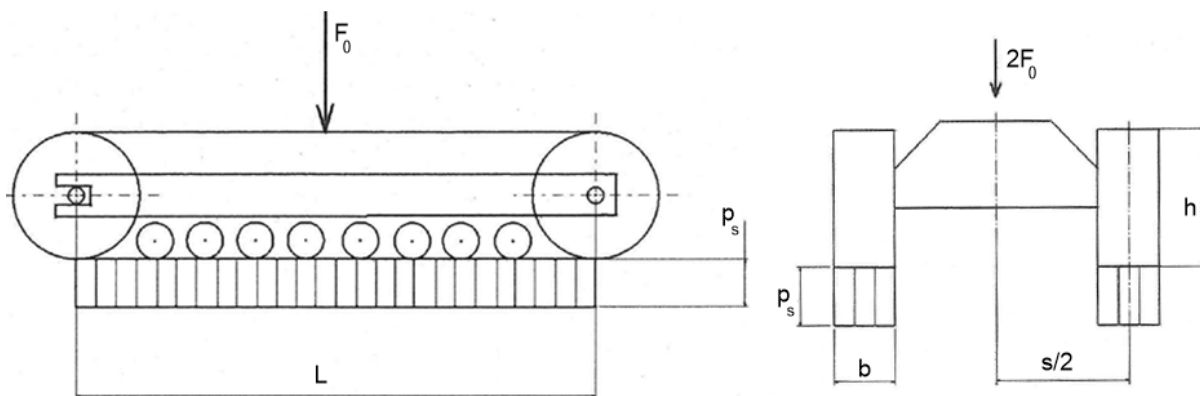
Špecifický tlak na pôdu pri konštantnom rozložení po dĺžke pásu

Stredný merný tlak na pôdu:

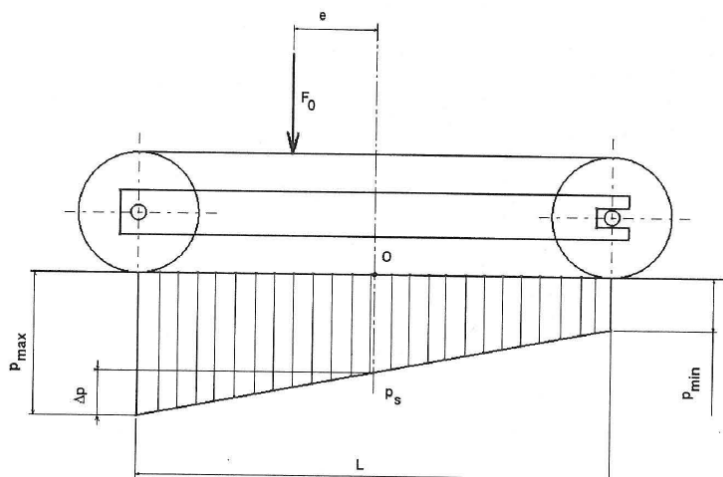
$$p_s = \frac{2 \cdot F_0}{2 \cdot b \cdot (L + 0,33 \cdot h)} = \frac{G_c}{2 \cdot b \cdot (L + 0,33 \cdot h)} \quad [\text{MPa}] \quad (4.1)$$

$$p_s = \frac{F_0}{b \cdot L} \quad [\text{MPa}] \quad (4.2)$$

kde: G_c – celková tiaž stroja [N],
 F_0 – sila pôsobiaca na podvozok [N],
 b – šírka pásu [mm],
 L – kontaktná dĺžka pásu so zeminou [mm].



Obr. 4.3 Rovnomerné rozloženie tlakov na pôdu pod zaťažením pásového podvozku [9]



Obr. 4.4 Nerovnomerné rozloženie tlakov na pôdu pod zaťažením pásového podvozku [9]

Stanovenie maximálneho a minimálneho tlaku na pôdu pod zaťažením silou F_0 posunutou o excentricitu e

Pri výpočtoch vychádzame z Obr.4.4, kde platí:

$$p_{\max} = p_s + \Delta p \quad [\text{MPa}],$$

$$p_{\min} = p_s - \Delta p \quad [\text{MPa}],$$

$$F_0 = p_s \cdot b \cdot L \quad [\text{N}], \quad (4.3)$$

Z momentovej podmienky k bodu 0 dostaneme:

$$\Sigma M_0: F_0 \cdot e - \Delta p \cdot L \cdot b \cdot \left(\frac{2}{3}L - \frac{L}{2} \right) = 0 \quad (4.4)$$

Úpravou tohto vzťahu dostaneme:

$$p_s \cdot b \cdot L \cdot e - \Delta p \cdot \frac{L^2}{6} \cdot b = 0$$

$$p_s \cdot e = \Delta p \cdot \frac{L}{6}$$

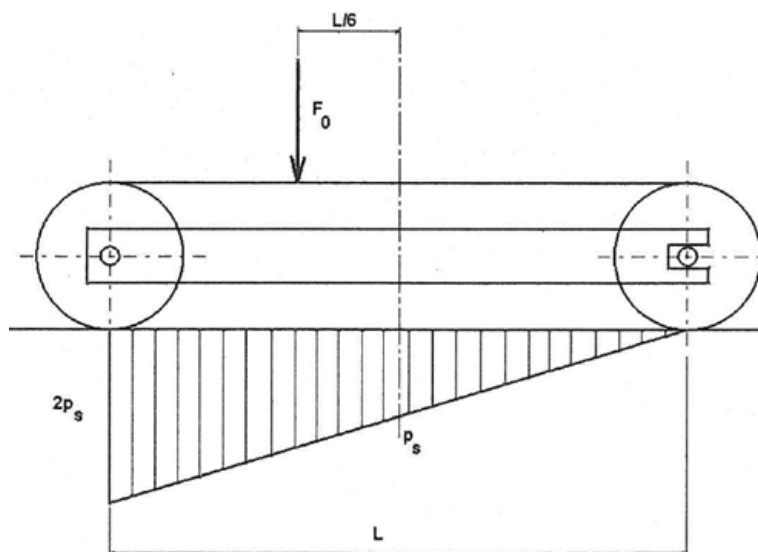
$$\Delta p = p_s \cdot e \cdot \frac{6}{L} \quad [\text{MPa}] \quad (4.5)$$

Výsledný vzťah na určenie maximálneho a minimálneho tlaku na pôdu bude:

$$p_{\max} = p_s \cdot \left(1 + 6 \cdot \frac{e}{L} \right) \quad [\text{MPa}] \quad (4.6)$$

$$p_{\min} = p_s \cdot \left(1 - 6 \cdot \frac{e}{L} \right) \quad [\text{MPa}] \quad (4.7)$$

Pre $e = L/6$ bude $p_{\min} = 0$ a $p_{\max} = 2 \cdot p_s$ a priebeh kontaktného tlaku bude trojuholníkový (Obr.4.5).

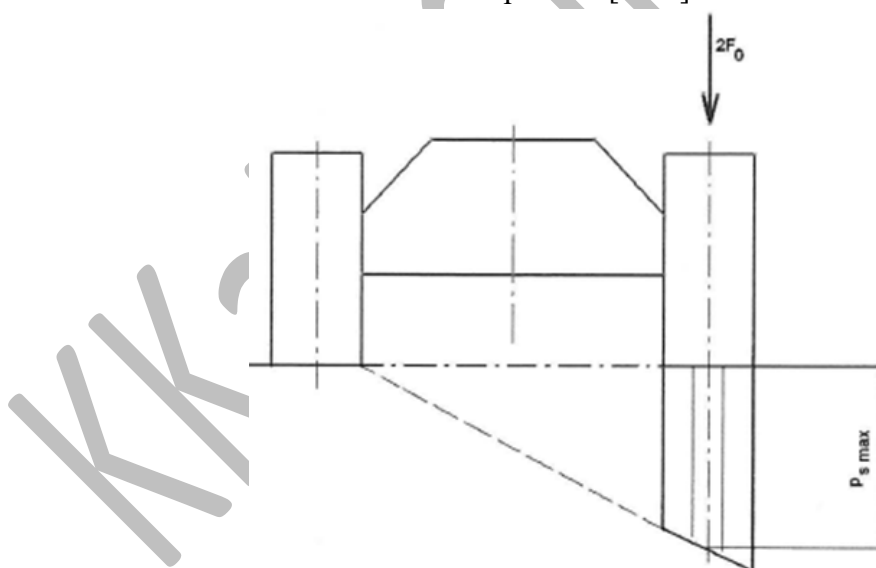


Obr. 4.5 Nerovnomerné rozloženie tlakov na pôdu pod zaťažením pásového podvozku silou F_0 posunutou o $e = L/6$ [9]

Priečne rozloženie tlakov na pôdu

$$p_{s \max} = \frac{2 \cdot F_0}{b \cdot L} \quad [\text{MPa}] \quad (4.8)$$

$$P_{s \max} = 2 \cdot p_s \quad [\text{MPa}] \quad (4.9)$$

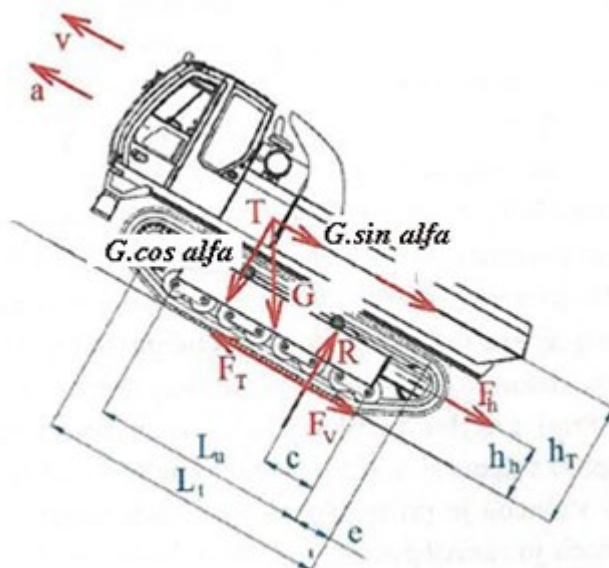


Obr. 4.6 Priečne rozloženie tlakov na pôdu pod zaťažením pásového podvozku silou $2F_0$ pôsobiacou len na jeden pás [9]

Odpory proti pohybu pásového podvozku

Pri priamočiarom zrýchlenom pohybe do svahu so sklonom α pôsobia na pásové vozidlo pri práci nasledovné vonkajšie sily a reakcie (Obr.4.7). Tangenciálna (záberová) sila F_T , sila odporu valenia F_v , ťahová sila F_h , odpor vzduchu F_{cx} , tiaž vozidla G a rovnobežne s podložkou zotrvačná sila posúvajúcich hmôt F_i . Zložka tiaže vozidla $G \cdot \sin \alpha$ predstavuje odpor na prekonávanie stúpania F_s . Odpor na prekonávanie stúpania F_s a zotrvačná sila F_i

nepôsobia na vozidlo pri rovnomernom pohybe po vodorovnej podložke a svoj zmysel menia pri spomalenom pohybe zo svahu. Proti kolmej zložke tiaže $G \cdot \cos \alpha$ pôsobí od podložky na pás normálová reakcia R_N . Vplyvom odporu deformovanej pôdy na prednej časti pásu vzniká vonkajšia zložka odporu valenia F_v .



Obr. 4.7 Sily a reakcie pôsobiace na pásové vozidlo [9]

Proti pohybu vozidla pôsobí rovnomerne s podložkou aj sila odporu vzduchu F_{cx} . Sila odporu valenia F_v a sila odporu vzduchu F_{cx} vždy pôsobí na vozidlo pri jeho pohybe. Sila odporu vzduchu je pri malých rýchlostiach pohybu vozidla (do $9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) malá a pri bežných výpočtoch ju zanedbávame. V ťažnom bode vozidla pôsobí ťahová sila F_h . Pre zjednodušenie predpokladáme, že smer ťahovej sily je rovnobežný s podložkou. V skutočnosti však sila, ktorá pôsobí v ťažnom bode vozidla, resp. výsledná sila pôsobiaca od pracovného stroja na vozidlo, je obvykle sklonená pod určitým uhlom k podložke. Všetky tieto odpory prekonáva tangenciálna (záberová) sila F_T , ktorá pôsobením hnacieho momentu vzniká na dotykovej ploche hnacích kolies.

Základné ťahové vlastnosti traktora sa zisťujú ťahovými skúškami vozidla a poskytujú objektívny a prehľadný obraz o základných úžitkových vlastnostiach vozidla pre výrobcu i užívateľa.

Odpory pôsobiace proti pohybu pásového podvozku

$$\Sigma F = F_v + F_{ob} + F_s + F_i + F_{cx} + F_n \quad (4.10)$$

kde: F_v – odpor valenia [N],

F_{ob} – odpor jazdy do oblúka [N],

$F_s = G \cdot \sin \alpha$ – odpor stúpania [N],

F_i – zotrvačný odpor [N],

F_{cx} – odpor vzduchu (do 9 m/s – zanedbávame) [N],

F_n – vnútorné pasívne odpory [N].

Odpor valenia pásového vozidla:

Určíme ho základným vzťahom: $F_v = f_v \cdot G$ [N], (4.11)

$$\text{Odpor stúpania:} \quad F_s = G \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}], \quad (4.12)$$

$$\text{Zotrvačný odpor:} \quad F_i = (G/g) \cdot a \quad [\text{N}], \quad (4.13)$$

Tabuľka 4.1 Súčinitele valivého odporu pásových podvozkov podľa firmy Caterpillar [4]

Druh povrchu	Súčiniteľ valivého odporu f_v
Asfalt, betón, dlažba	0,03 ÷ 0,05
Štrkovité cesty	0,04 ÷ 0,06
Kamenistá, štrkovitá cesta v zlom stave, zhutnená suchá zemná cesta	0,07 ÷ 0,09
Zlá kamenistá cesta, zemná cesta zle zhutnená, nerovná lúka	0,07 ÷ 0,09
Nezhutnená zemná cesta nerovná s koľajami, piesčitá pôda	0,1 ÷ 0,12
Kyprá zemina, piesok, ornica	0,15 ÷ 0,18

$$\text{Odpor vzduchu:} \quad F_{cx} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 \quad [\text{N}], \quad (4.14)$$

Tento odpor vzniká z nevyhnutnosti vytlačiť vzduch z priestoru pred vozidlom do priestoru za vozidlom.

c_x – súčiniteľ odporu vzduchu [-],

ρ – hustota vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

S – čelná plocha vozidla [m^2],

v – rýchlosť vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$].

Tabuľka 4.2 Súčiniteľ odporu vzduchu a čelná plocha vybraných druhov vozidiel [4]

Typ vozidla	c_x [-]	S_x [m^2]
osobný automobil	0,3 - 0,4	1,6 – 2,0
športové vozidlá	0,3 – 0,35	1,3 – 1,6
pretekárske vozidlá – nekryté kolesá	0,4 – 0,6	0,7 – 1,3
pretekárske vozidlá – kryté kolesá	0,25 – 0,35	0,8 – 1,5
nákladné vozidlá – valník	0,8 – 1,0	4 – 7
nákladné vozidlá – s plachtou	0,6 – 0,8	5 – 8
nákladné vozidlá – s prívesom	1,0 – 1,2	5 – 8
autobusy	0,5 – 0,7	5 – 7

Užitočné odpory:

Medzi užitočné odpory počítame jednak ťahovú silu F_h , jednak odpory potrebné na pohon pracovných strojov cez vývodový hriadeľ pri kombinovanom odbere výkonu.

Ťahové sily v páse

Sily vznikajúce v páse pri jazde mobilného pracovného stroja sú znázornené na obrázku Obr. 4.8.

$$\Sigma F \leq F_{\max} = F_1 - F_2 \quad [\text{N}], \quad (4.15)$$

$$F_2 = (0,2 \div 0,25) \cdot G_c \quad [\text{N}], \quad (4.16)$$

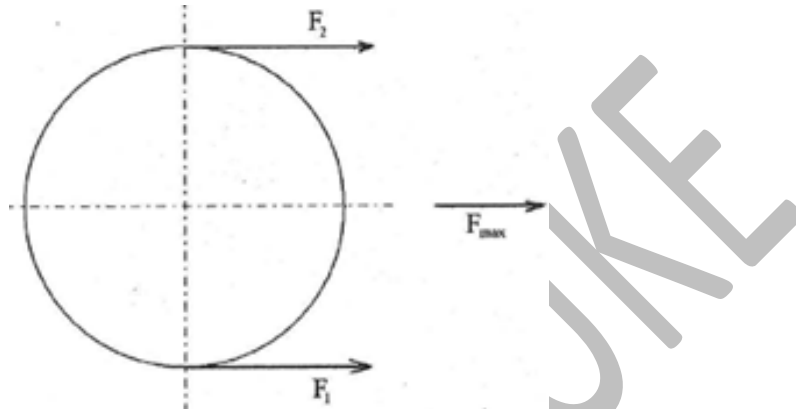
kde G_c – je tiaž stroja [N].

Ťahová sila

Maximálnu ťahovú silu môžeme určiť aj podľa vzťahu:

$$F_{\max} = \mu \cdot G_c \quad [\text{N}], \quad (4.17)$$

kde μ – je záberový súčiniteľ (podľa Tabuľky 4.3) [-].



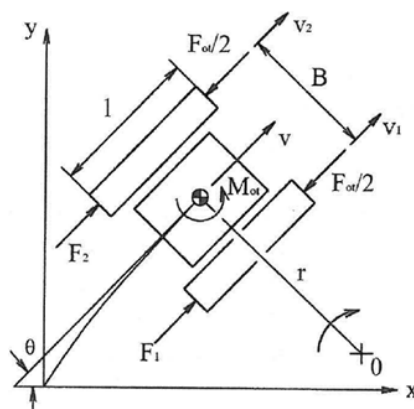
Obr. 4.8 Sily vznikajúce v páse pri jazde mobilného pracovného stroja [9]

Tabuľka 4.3 Stredné hodnoty záberových súčiniteľov μ podľa firmy Caterpillar [4]

Druh povrchu	Záberový súčiniteľ - μ
Asfaltová cesta suchá	0,65
Asfaltová cesta mokrá	0,6
Betónová cesta	0,45
Štrkovitá cesta	0,5
Dno kameňolomu	0,55
Tvrdá zemná cesta suchá	1,0 ÷ 1,25
Tvrdá zemná cesta blatistá	0,8 ÷ 0,9
Hlinitý íl suchý	0,9
Hlinitý íl mokrý	0,7
Pôda pevná	0,9
Pôda kyprá	0,6
Piesok suchý	0,6
Piesok vlhký	0,5
Uhlie na halde	0,25
Pevný sneh	0,25
Poľadovica	0,12

Odpor pri zatáčaní pásových podvozkov

Správanie sa pásového vozidla (riadenie šmykom) pri otáčaní závisí od ťahov vo vonkajšom F_2 a vnútornom páse F_1 , výslednej odporovej sily F_{ot} , momentu odporu otáčania M_{ot} – pôsobenia podkladu na pás a od parametrov vozidla (Obr. 4.9).



Obr. 4.9 Princíp riadenia šmykom [9]

Požadované ťahy vo vonkajšom a vnútornom páse, aby sa dosiahol ustálený stav zatačania môžeme vyjadriť:

$$F_2 = \frac{F_{ot}}{2} + \frac{M_{ot}}{B} = \frac{\mu \cdot G_c}{2} + \frac{M_{ot}}{B} \quad [N] \quad (4.18)$$

$$F_1 = \frac{F_{ot}}{2} - \frac{M_{ot}}{B} = \frac{\mu \cdot G_c}{2} - \frac{M_{ot}}{B} \quad [N] \quad (4.19)$$

kde: μ – záberový súčiniteľ [-],

G_c – celková tiaž stroja [N],

B – rozchod stroja (vozidla) [m].

Aby sa mohli určiť hodnoty ťahov F_1 a F_2 , je potrebné poznať moment odporu otáčania M_{ot} . Ten sa dá určiť experimentálne alebo analyticky. Ak je normálový tlak pod pásmi rozložený rovnomerne po celej dĺžke pásu, bočný odpor na jednotku dĺžky pásu F_L môžeme vyjadriť:

$$F_L = \frac{\mu_t \cdot G_c}{2 \cdot l} \quad [N \cdot m^{-1}] \quad (4.20)$$

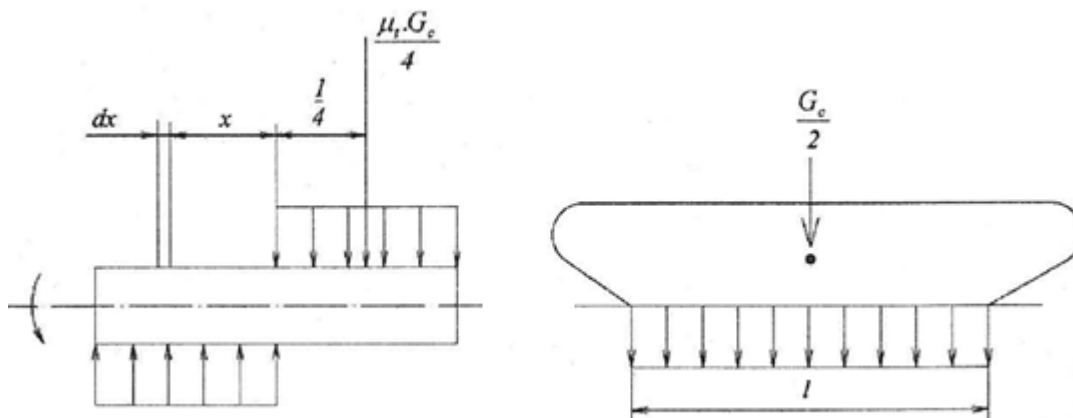
kde: μ_t – koeficient bočného odporu [-],

l – dĺžka kontaktu pásu s podkladom [m].

Hodnoty μ_t nezávisia iba od terénu, ale aj od typu pásov. Vozidlo sa v mäkkom teréne zabára a pásy spolu s britmi na článkoch kľžu po povrchu, v dôsledku čoho počas otáčania premiestňujú pôdu v priečnom smere. Priečne sily pôsobiace na pásy a brity sú spôsobené premiestňovaním pôdy bočnou plochou pásu. Pri istých okolnostiach môže závisieť priečny odpor pásu tiež od sklzu pásu v priečnom smere a od polomeru otáčania. V tabuľke 4.4 sú priemerné hodnoty μ_t pre oceľové a gumové pásy na rozdielnych povrchoch.

Tabuľka 4.4 Hodnoty koeficienta priečneho odporu μ_t [4]

Materiál pásu	Koeficient priečneho odporu μ_t		
	betón	tvrdý povrch	tráva
oceľ	0,5 ÷ 0,51	0,55 ÷ 0,58	0,87 ÷ 1,11
guma	0,9 ÷ 0,91	0,65 ÷ 0,66	0,67 ÷ 1,14



Obr. 4.10 Moment odporu otáčania pásu s rovnomerným rozložením tlaku [9]

$$M_{ot} = 4 \cdot \frac{\mu_t \cdot G_c}{2 \cdot l} \int_0^{\frac{l}{2}} x dx = \frac{\mu_t \cdot G_c \cdot l}{4} \quad (4.21)$$

Potom pre F_1 a F_2 môžeme napísať:

$$F_2 = \frac{\mu \cdot G_c}{2} + \frac{\mu_t \cdot G_c \cdot l}{4B} \quad [N]$$

$$F_1 = \frac{\mu \cdot G_c}{2} - \frac{\mu_t \cdot G_c \cdot l}{4B} \quad [N]. \quad (4.22)$$

Základné parametre pásového podvozku

Počet článkov pásu n:

$$n = 2 \cdot \left(\frac{L}{t} + \frac{z}{8} + \frac{45}{y} \right) \quad [ks], \quad (4.23)$$

kde: $y = \arctg \left(\frac{t}{20+D} \right) \quad [-]$

y – bezrozmerná konštanta [-],

z – počet zubov turasu [-],

t – šírka jedného článku pásu [mm],

L – vzdialenosť osí turasu a napínacej kladky (rázvor podvozku) [m].

$$L = t \cdot \left(\frac{n}{2} - \frac{z}{8} - \frac{45}{y} \right) \quad [m],$$

f – previs pásu [mm],

f = od b/50 do b/35 - pre rýpadlá,

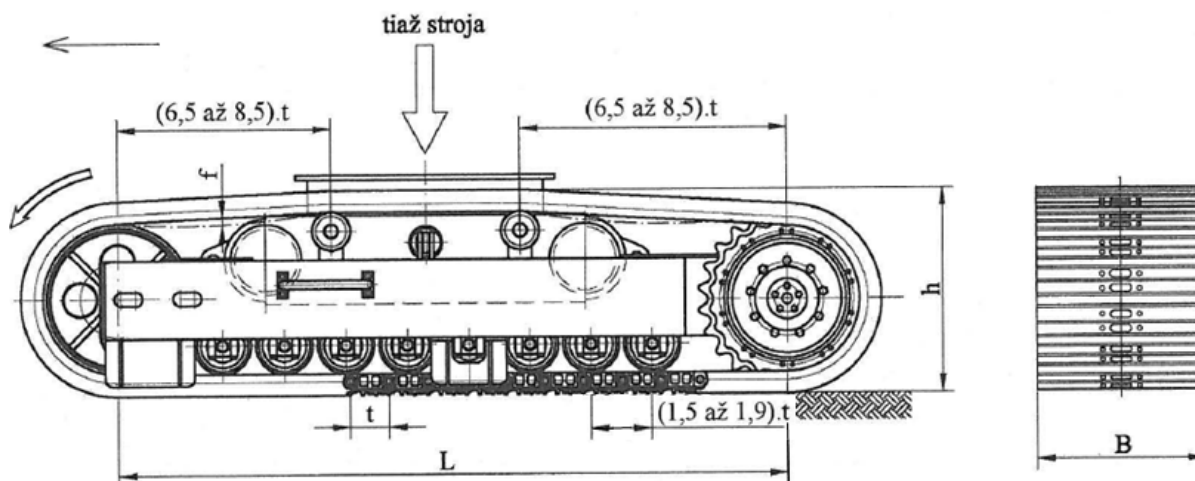
f = od b/35 do b/25 - pre traktory.

Priemer hnacieho turasu sa stanovuje nasledujúcim spôsobom:

$$D = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{360}{z}} - 2c \quad [mm], \quad (4.24)$$

c – hodnota zohľadňujúca vôľu medzi článkami pásov a zubami turasu ($c = 2$ až 3 mm).

Odporúča sa zvoliť pomer $D/t > 3,2$.



Obr. 4.11 Tradičné usporiadanie pásového podvozku [9]

4.1 Základné koncepcie pásových podvozkov

Pásové podvozky sa používajú v širokom meradle v oblasti dopravných strojov a zariadení, najmä na mobilných pracovných strojoch v stavebníctve, poľnohospodárstve, lesníctve, na špeciálnych vozidlách a na rôznych iných terénnych vozidlách. Podľa prevádzkových požiadaviek a podmienok sa v praxi využívajú pásy článkové alebo gumové. Pojazdové pásy musia zabezpečovať nasledujúce požiadavky:

- nízky tlak na podložku,
- lepšie záberové pomery pri pôsobení ťažnej sily,
- menšie erozívne poškodenie povrchu poľnohospodárskej alebo lesnej pôdy.

Nevýhody použitia pásov sú:

- menšie prepravné rýchlosti pri porovnaní s podobným vozidlom na kolesovom podvozku (na dlhšie vzdialenosti sa prepravujú na kolesových prívesoch),
- väčšia hlučnosť,
- zložitejšia konštrukcia podvozku,
- poškodzovanie obrusnej vrstvy vozoviek kovovými článkami pásov, a tým obmedzovanie pohybu po verejných komunikáciách.

Rozdelenie pásových podvozkov podľa oblasti použitia

Pásové podvozky sa podľa náročnosti podmienok exploatácie rozdeľujú do štyroch skupín:

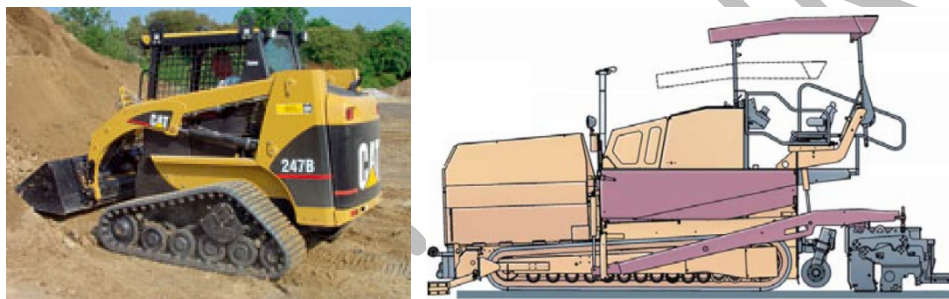


Obr. 4.12 Kategórie pásových podvozkov podľa oblasti použitia [5]

Pásové podvozky sú navrhované tak, aby vyhovovali špecifickým požiadavkám kladeným na mobilné pracovné stroje, predovšetkým:

- zabezpečenie prenosu celkovej hmotnosti stroja a všetkých síl pôsobiacich na stroj,
- zabezpečenie stability stroja pri práci a v pohybe,
- zabezpečiť dovolený merný tlak na podložku,
- zabezpečenie potrebnej prepravnej rýchlosti, jej plynulej zmeny pri práci a tiež manévrovateľnosti stroja pri práci a pri premiestnení,
- spoľahlivé brzdenie aj pri pôsobení zaťaženia od pracovného zariadenia.

Pásové podvozky stavebných a cestných strojov sú prevádzkované v extrémne ťažkých podmienkach, prevádzková rýchlosť strojov je nízka, 12 až 15 km/h. Pojazdový pás týchto strojov je vystavený väčšiemu normálovému statickému zaťaženiu najmä pri rýpadlách a buldozéroch, preto pojazdové kladky týchto podvozkov nie sú odpružené, majú menší priemer a sú rovnomerne rozložené pozdĺž účinnej plochy pojazdového pásu.



Obr. 4.13 Použitie pásových podvozkov na stavebných a cestných strojoch [5]



Obr. 4.14 Použitie pásových podvozkov na poľnohospodárskych a lesníckych strojoch [5]

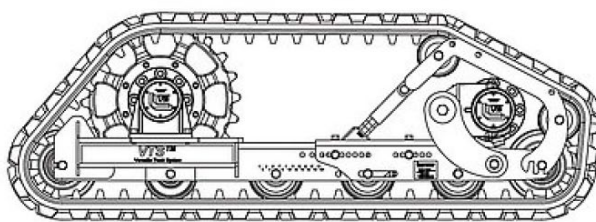
Koncepcie pásových podvozkov

Koncepcia pásového podvozku je detrmínovaná:

- technológiou pracovného procesu,
- charakterom pracovného prostredia,
- kvalitou povrchu terénu,
- požadovanými jazdnými vlastnosťami.

Rozdelenie pásových podvozkov podľa uloženia pojazdových kladiek:

- pevné, (Obr. 4.15)
- vahadlové, (Obr. 4.16)
- pružné, (Obr. 4.17)
- kombinované (vahadlové s pružným) (Obr. 4.18).



Obr. 4.15 Podvozky s pevne uloženými pojazdvými kladkami [5]



Obr. 4.16 Príklad jednoduchého uloženia pojazdvých kladiek na vahadlách [5]



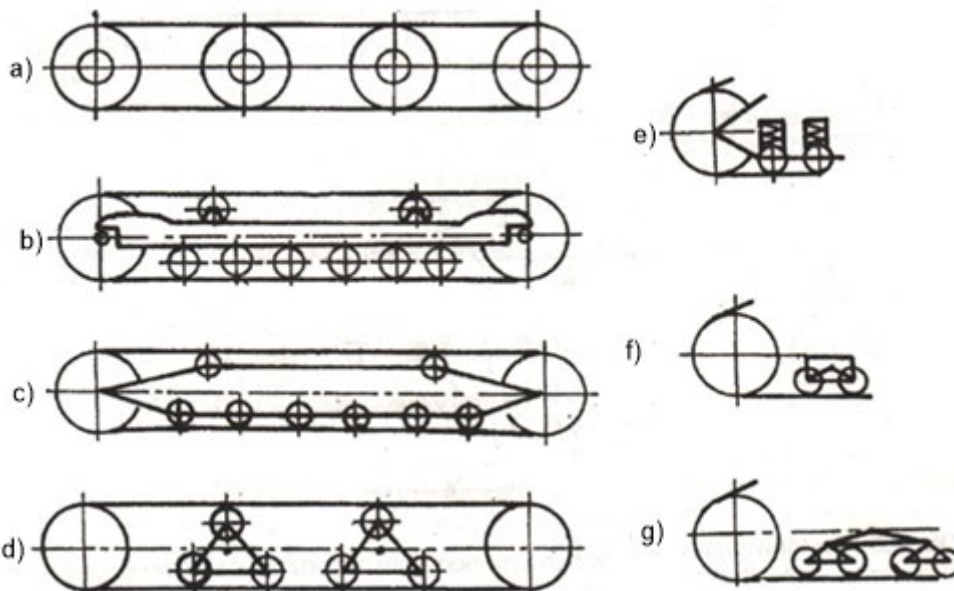
Obr. 4.17 Pružné uloženie pojazdvých kladiek na torzných pružinách [5]



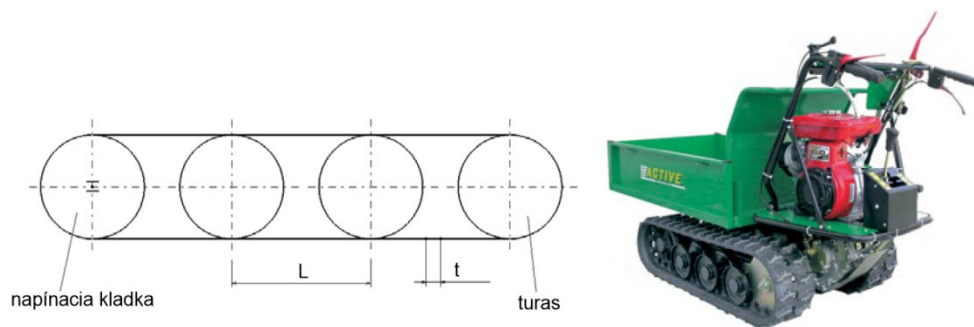
Obr. 4.18 Príklad uloženia pojazdových kladiek na vahadlách odpružených gumovými pružinami [5]

Rozdelenie podľa počtu pojazdových kladiek

- málo kladkový systém (a),
- viac kladkový systém.
 - traktorový (b, c),
 - vahadloový jednostupňový (d,e,f),
 - vahadloový dvojestupňový (g).

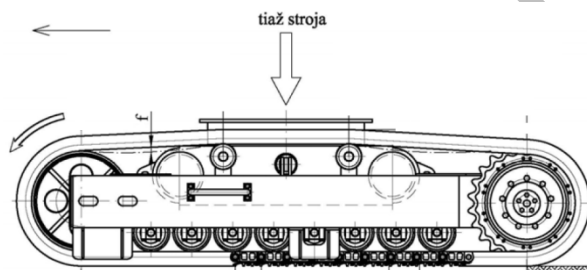


Málo kladkový systém - je to najstarší systém a je vhodný pre stroje pracujúce na pomerne tvrdom podklade a dnes sa takmer nepoužíva. Jeho výhodou je jednoduchosť konštrukcie a menší valivý odpor, nevýhodou je nerovnomerné rozdelenie kontaktného tlaku pozdĺž pásu. Takýto "pevný pás,, má minimálnu možnosť prispôbiť sa terénu a z dôvodov pokojnej jazdy musí mať tento typ podvozka, teda jeho krajné kolesá (turas a napínacia kladka) určité navýšenie oproti osiam stredných pojazdových kolies.



Obr. 4.19 Málo kladkový systém podvozku [9]

Viac kladkový systém - je vhodný pre mäkké pôdy a pre podvozky väčších rozmerov, umožňuje lepšie kopírovať terén. Takýto mäkký pás či už s individuálnym odpružením, alebo kyvným vahadlovým uložením kladiek zabezpečuje maximálnu opornú plochu a tým aj požadované rovnomernejšie rozloženie tlakov na zeminu.



Obr. 4.20 Viac kladkový systém [9]

Usporiadanie podľa spôsobu spojenia so strojom

Podľa spôsobu spojenia pásového podvozku so strojom rozoznávame:

- pásové podvozky integrované do zostavy stroja, Obr. 4.20,
- pásové podvozky ako samostatné nosiče pracovných nadstavieb, Obr. 4.22.

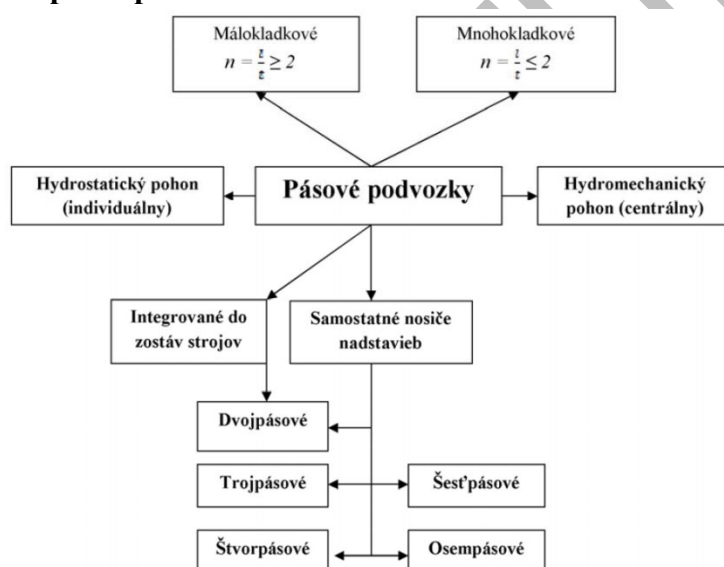


Obr. 4.21 Dvoj pásový podvozok integrovaný do zostavy ťahača [9]



Obr. 4.22 Kompaktné dvoj pásové podvozky ako nosiče otočných nadstavieb [9]

Usporiadanie podľa počtu pásov



Obr. 4.23 Štruktúra koncepcií pásových podvozkov [9]



Obr.4.24 Troj pásový a štvor pásový podvozok cestných fréz [9]

Pásové podvozky s meniteľným rozchodom pásov

Jedným zo spôsobov ako zabezpečiť požadované vlastnosti podvozku vzhľadom na zabezpečenie stability stroja pri práci a súčasne aj jeho prepraviteľnosť na bežných typoch

prepravných prostriedkov po cestných komunikáciách je možnosť plynulej zmeny rozchodu pásov (Obr. 4.25). Vývoj tejto koncepcie podmienili nasledovné požiadavky:

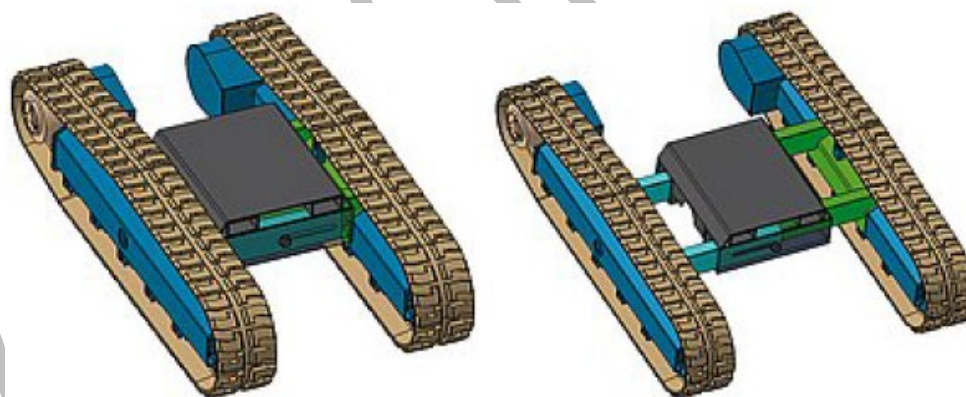
- zabezpečenie stability stroja bez nároku na jeho zložitejší transport,
- riešenie problému nedostatočnej priečnej stability rýpadla,
- umožnenie práce rýpadla s väčším nástrojom a tým aj zvýšenie produktivity,
- umožnenie väčších vodorovných dosahov,
- možnosť pracovať s rýpadlom na svahoch s väčším sklonom.

Koncepcia podvozkov s meniteľným rozchodom pásov je rozšírená najmä v kategórii rýpadiel nižších a stredných výkonových tried. Zmena rozchodu pásov sa realizuje pomocou hydraulických valcov (zabudovaných v podvozku v závislosti od spôsobu konštrukčného riešenia) ovládaný z kabíny obsluhy. Veľkosť zmeny rozchodu je obvyčajne limitovaná rozmermi stroja, pohybuje sa v rozsahu od 200 mm do 500 mm na každú stranu. Najčastejšie sa technicky realizuje nasledovnými spôsobmi:

- prostredníctvom pracovného zariadenia sa jeden nosič pásov zdvihne nad úroveň terénu a vysunie sa, následne sa pracovné zariadenie otočí o 180° a proces sa zopakuje aj pre druhý nosič;
- prostredníctvom pracovného zariadenia a radlice sa obidva nosiče zdvihnú nad úroveň terénu (obidva nosiče sa vysúvajú zároveň).

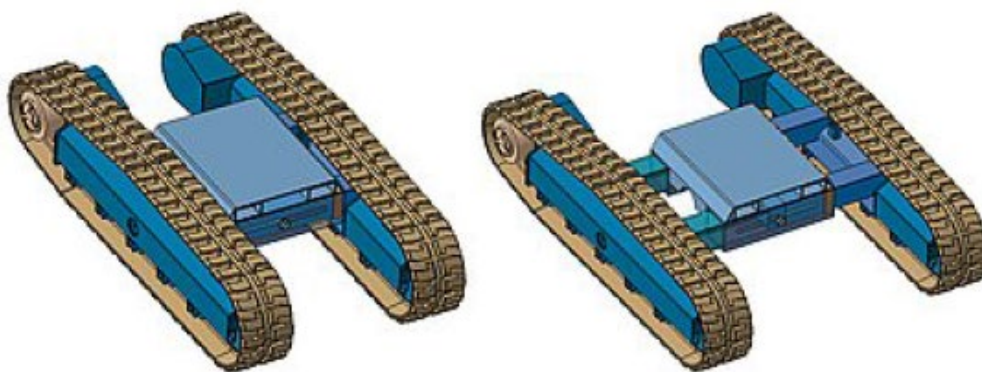
Medzi najrozšírenejšie spôsoby zmeny rozchodu pásov patria nasledovné konštrukčné riešenia:

Asymetrické posuvné priečniky – k nosičom pásov sú privarené priečniky, ktoré sú posuvne uložené v ráme (Obr. 4.25). Priečniky majú rovnaký prierez a v ráme sú uložené asymetricky.



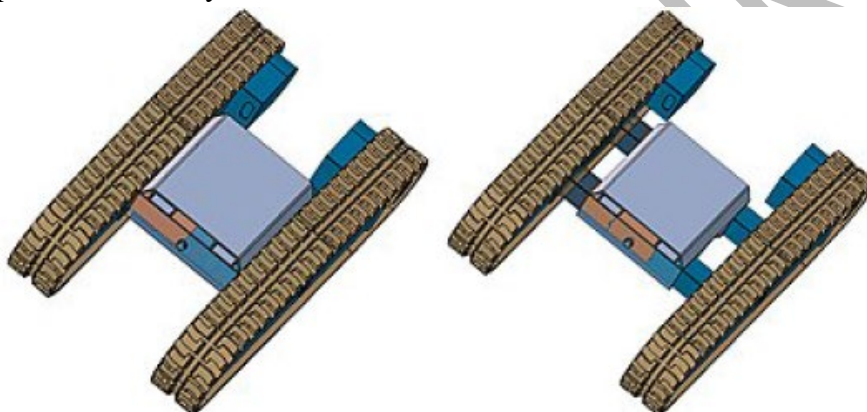
Obr. 4.25 Podvozok s asymetrickými posuvnými priečnikmi [9]

Posuvné priečniky rozdielnych prierezov – k nosičom pásov sú privarené priečniky, ktoré sú v ráme uložené tiež posuvne, ale priečniky jednej strany majú prierez väčší ako priečniky na druhej strane. Pri zmene rozchodu sa priečnik s menším prierezom zasúva do priečnika s väčším prierezom (Obr. 4.26).



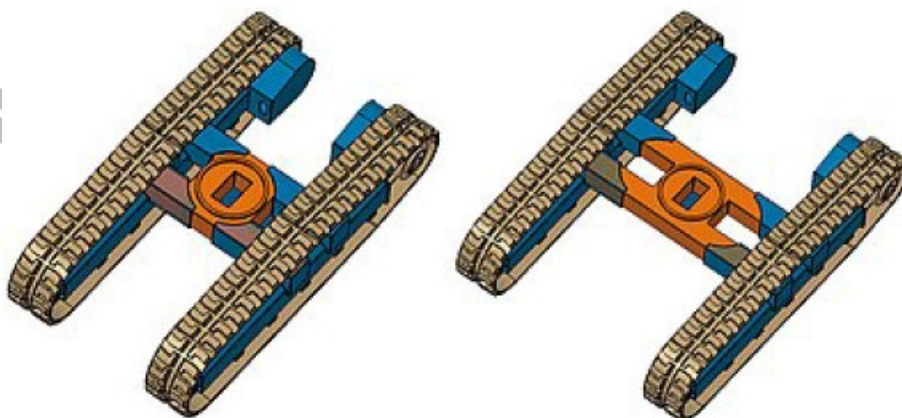
Obr. 4.26 Podvozok s posuvnými priečnikmi rozdielných prierezov [9]

Posuvné symetrické priečniky – toto riešenie je kombináciou predchádzajúcich riešení. Priečniky majú rovnaký prierez, ale sú uložené symetricky (Obr. 4.27). Riešenie však neumožňuje porovnateľné zvýšenie rozchodu.



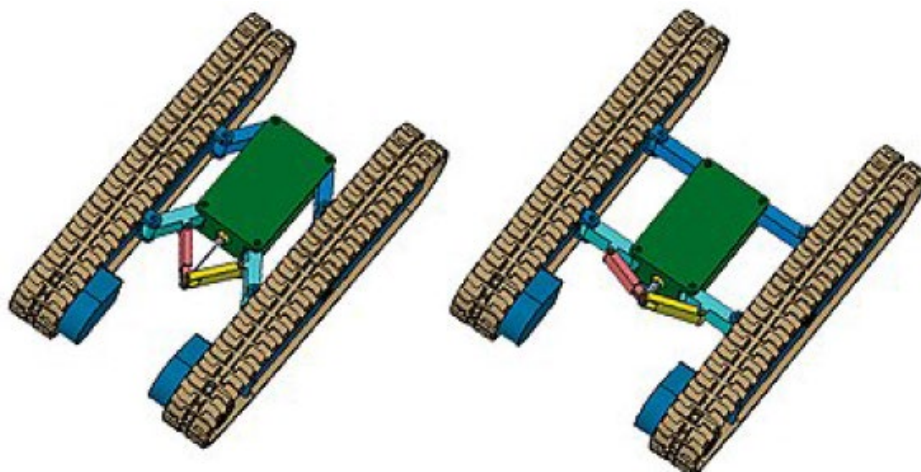
Obr. 4.27 Podvozok s posuvnými symetrickými priečnikmi [9]

Posuvné nosiče pásov – v tomto prípade sú priečniky privarené k rámu (tvoria jeden celok). Na priečnikoch sú posuvne uložené nosiče pásov (tzv. pozdĺžniky) (Obr. 4.28). Táto koncepcia je vhodná pre podvozky väčších hmotnostných kategórií, pretože riešenie vyžaduje aj dostatočnú šírku stroja.



Obr. 4.28 Podvozok s posuvnými nosičmi pásov [9]

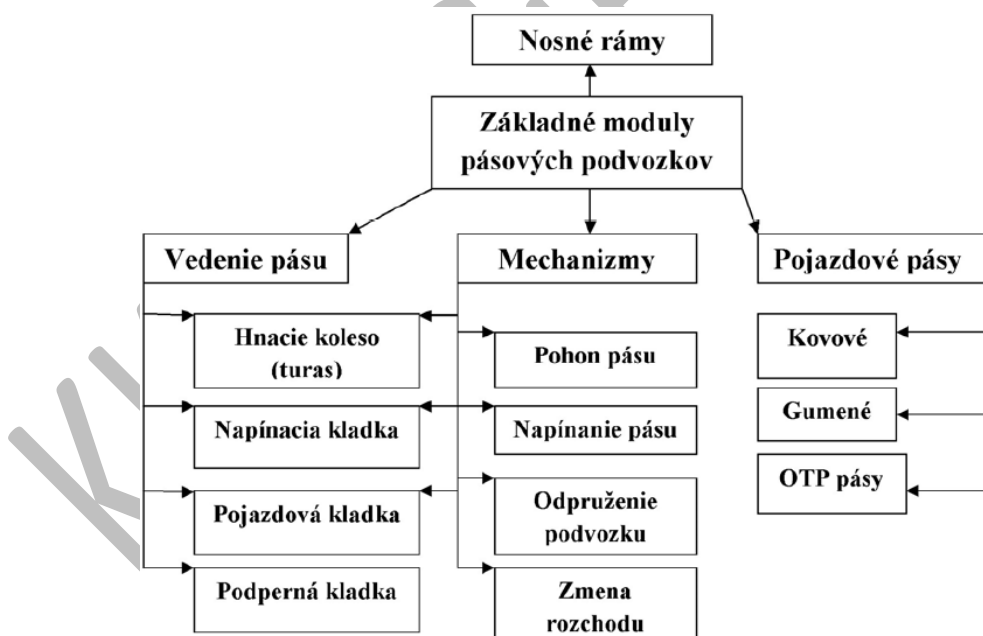
Kĺbové riešenie – priečniky sú k rámu pripevnené prostredníctvom kĺbov (Obr. 4.29). Zmena rozchodu sa realizuje roztváraním nosičov. Počas rozťahovania (aj sťahovania) musia byť obidva nosiče pásov nad úrovňou terénu.



Obr. 4.29 Podvozok s kĺbovým riešením zmeny rozchodu [9]

Základné moduly a systémy pásových podvozkov

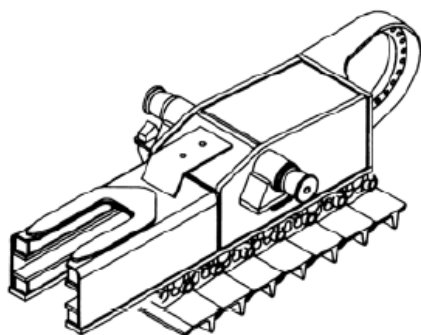
Základné moduly a systémy pásových podvozkov používaných na mobilných pracovných strojoch sú uvedené na nasledujúcom obrázku (Obr. 4.30).



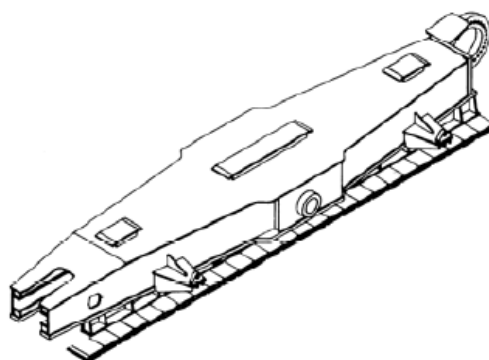
Obr. 4.30 Štruktúra základných modulov pásových podvozkov [9]

Nosné rámy pásových podvozkov

Konštrukcia nosného rámu je podmienená koncepciou podvozku, či je integrovanou súčasťou zostavy stroja, alebo samostatným nosičom pracovnej nadstavby. Jednotlivé konštrukčné riešenia sú uvedené na nasledujúcich obrázkoch (Obr. 4.31, 4.32, 4.33).

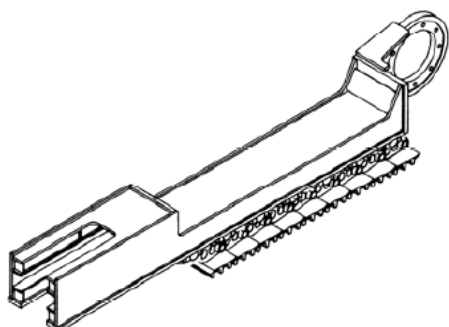


a) Pozdĺžny nosník krátkeho pásu

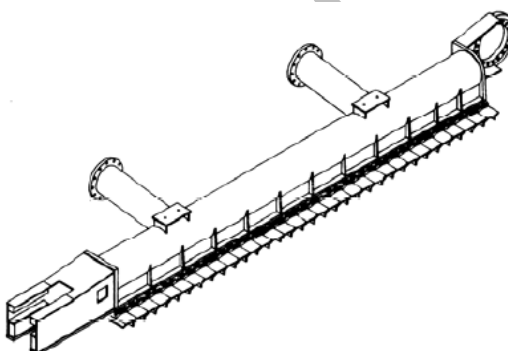


b) Pozdĺžny nosník vahadlového pásu

Obr. 4.31 Pozdĺžne nosníky samostatných pásov viacpásových podvozkov [9]



a) Pozdĺžny nosník pásu pre nízky podvozok pripojením

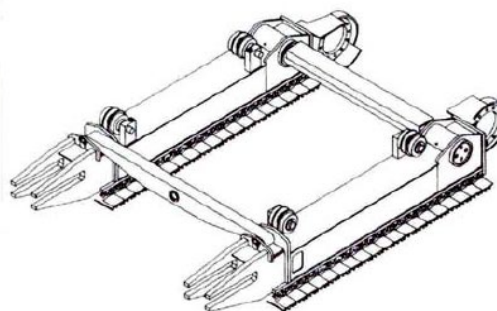


b) Pozdĺžny nosník s prírubovým

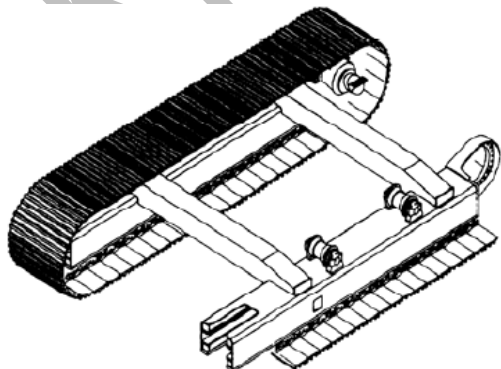
Obr. 4.32 Pozdĺžne nosníky pásov špecifických podvozkov [9]



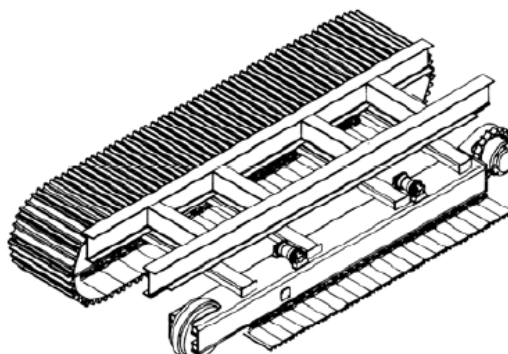
a) Rám dvojpásového podvozku rýpadla



b) Výkyvný rám podvozku dozéra



c) Priečne tuhý rám podvozku

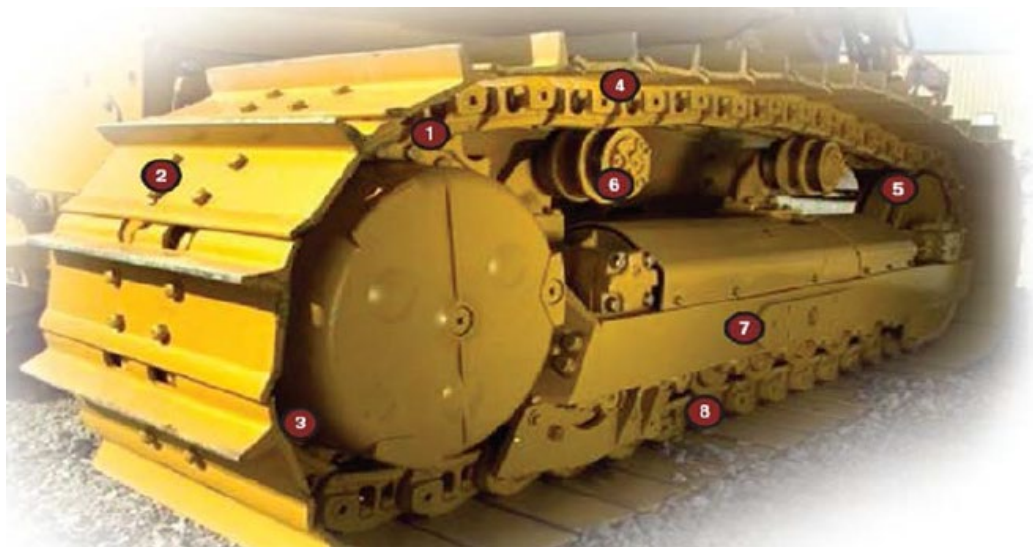


d) Priečne tuhý rám dlhého podvozku

Obr. 4.33 Nosné rámy dvojpásových podvozkov [9]

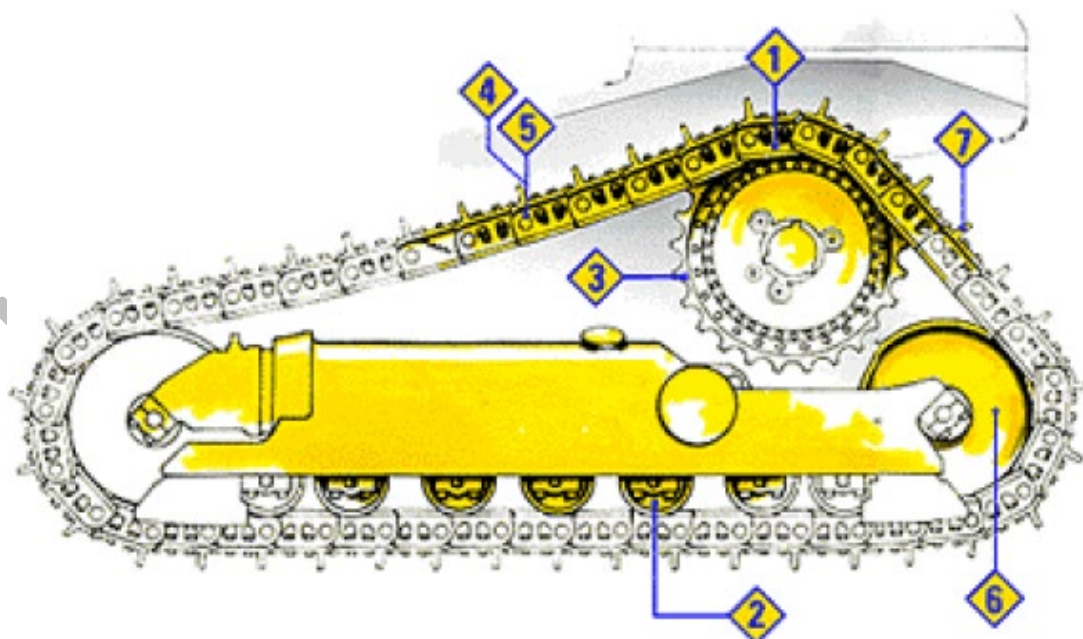
4.2 Vedenie pojazďového pásu

Moduly vedenia pojazďového pásu zabezpečujú držanie stopy pásu nielen pri priamej jazde stroja po vodorovnej rovine, ale aj pri jazde po vrstevnici a v oblúku, kedy prenášajú sily od vlastnej tiaže a od vonkajšieho zaťaženia jednak v smere pozdĺžnej osi podvozku, ako aj kolmo na pozdĺžnu os pásu. Jednotlivé časti zabezpečujúce vedenie pásov sú znázornené na Obr. 4.34 a 4.35.



Obr. 4.34 Moduly vedenia pojazďového pásu [9]

1-hnací turas, 2-oporné dosky pásu, 3-puzdrá a čapy, 4-články pásu, 5-predné napínacie koleso, 6-podperné kladky, 7-pozdĺžny nosič pásu, 8-pojazďové kladky



Obr. 4.35 Podvozok buldozéra typu delta [9]

1-článok reťaze pojazďového pásu, 2-pojazďová kladka, 3-hnací turas, 4,5-spojovacie prvky reťaze (čapy, puzdrá, tesniacie krúžky), 6-napínacie kladky, 7-pätky pojazďového pásu

Jednotlivé časti a ich riešenia, ako pojazdové kladky, podperné kladky, napínacie kladky a hnacie turasy sú uvedené na Obr. 4.36, 4.37, 4.38, 4.39.



a) s vonkajšími nákolesníkmi



b) s dvojíťými nákolesníkmi

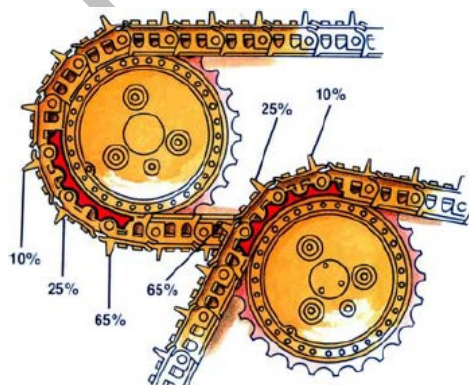
Obr. 4.36 Konštrukcie neodpružených pojazdových kladiek [9]



Obr. 4.37 Konštrukcie podperných kladiek [9]



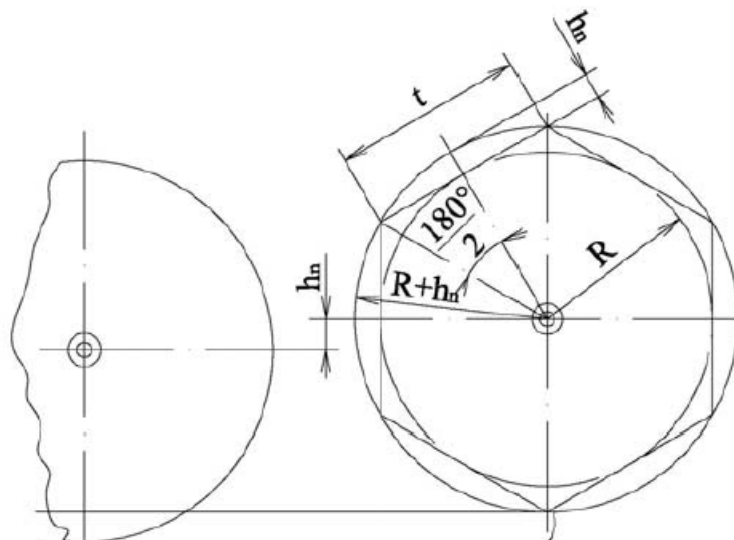
Obr. 4.38 Konštrukcia napínacej kladky [9]



Obr. 4.39 Konštrukcia hnacieho turasu [9]

Určenie výškového posunutia hnacieho turasu

Aby bola zabezpečená pokojná jazda pásového podvozku (najmä málokkladkového), krajné kolesá, t.j. napínacia kladka a hnací turas musia mať určité výškové posunutie oproti osiam stredných pojazdových kolies. Veľkosť tohto výškového posunutia sa určí z geometrie hnacieho turasu a rozstupu článkov (Obr. 4.40).



Obr. 4.40 Vzdialenosť medzi osou čapu pásu a povrchom dotyku kladiek [4]

$$(R + h_n) \cdot \sin \frac{180^\circ}{z} = \frac{t}{2} \rightarrow R = \frac{t}{2} \cdot \cotg \frac{180^\circ}{z} \quad [\text{mm}] \quad (4.25)$$

Ak zo vzťahu vylúčime R, potom dostaneme:

$$\left(\frac{t}{2} \cdot \cotg \frac{180^\circ}{z} + h_n \right) \cdot \sin \frac{180^\circ}{z} = \frac{t}{2} \quad (4.26)$$

Úpravou tohto vzťahu dostaneme minimálne výškové posunutie krajných kolies:

$$h_n = \frac{t}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{180^\circ}{z}} - \frac{1}{\tg \frac{180^\circ}{z}} \right) \quad [\text{mm}] \quad (4.27)$$

kde: t – rozstup článkov pásu [mm],
 z – počet zubov turasu [ks],
 h_n – výškové posunutie turasu [mm].

4.3 Pojazdové pásy

Podľa konštrukčného usporiadania ich môžeme rozdeliť na:

- článkové pásy (tankového typu),
- reťazové pásy (traktorového typu).

Článkové pásy – patria vývojovo medzi najstaršie pojazdové pásy, používané v najväčšom rozsahu na bojových vozidlách, ale aj traktoroch a rýpadlách. Skladajú sa z kovových článkov pospájaných otočne pomocou čapov, ktoré u starších typov pásov neboli mazané, čo spôsobovalo ich veľké opotrebenie. Vyhodenie článkových pásov, ktoré používa prevažne bojová technika, je charakteristické tým, že články tvoria ploché vystužené oceľové odliatky obdĺžnikového tvaru príslušných rozmerov a na dlhšej strane opatrené otvormi, ktorými sú pomocou čapov pospájané medzi sebou do súvislého nekonečného pásu. Články sú vyrobené

zo špeciálnej chróm-mangánovej ocele triedy 15 a 16, čo zaručuje ich vysokú oteruvzdornosť, relatívnu odolnosť voči poškodeniu a aj ich vysokú pozdĺžnu tuhosť. Článok je drahšia časť pojazďového pásu, čapy sú vyrobené z mäkšieho materiálu obvykle triedy 14, aby z dôvodu čapového trenia nedochádzalo k nadmernému opotrebeniu ôk článkov (staršie typy pásov). U tohto druhu pásov musí byť z dôvodu vysokej pozdĺžnej tuhosti určité uvoľnenie pásu na napínacom zariadení, teda pojazďový pás v hornej časti buď voľne visí (bojová technika) alebo je vedený po oporných kladkách (traktory). Články tohto typu pásu majú v strede vodiace výstupky, ktoré slúžia na vedenie pojazďových kolies. Tento druh pojazďového pásu sa používal napr. aj u starších typov traktorov na pásovom podvozku (traktor sovietskej výroby DT-50 a DT-75) alebo na lesných pásových traktoroch (Obr. 4.41). Pri novších vyhotoveniach pásov sú čapy pružne uložené v gumených puzdrách článkov, čo eliminuje čapové trenie a tlmí rázy.



Obr. 4.41 Konštrukcia článkových pojazďových pásov [4]



Obr. 4.42 Kovové článkové pásy pre veľkorýpadlá [4]

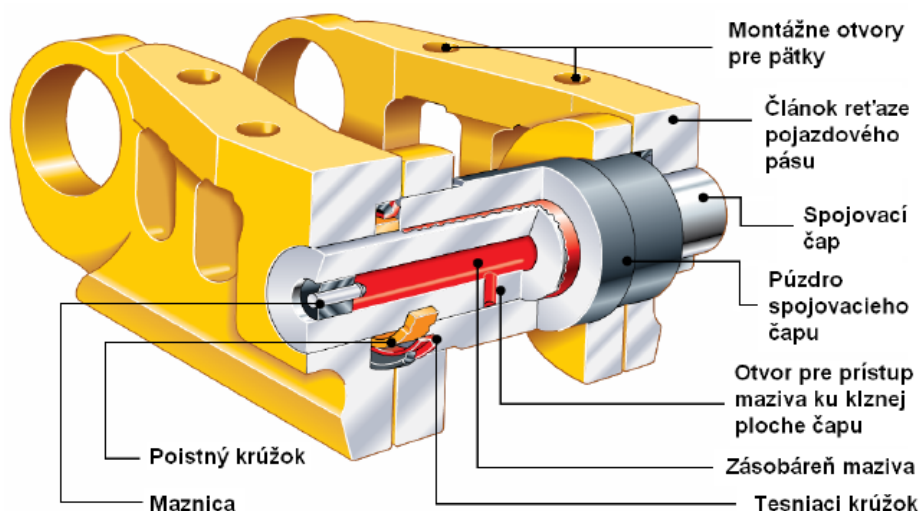
Čapy je potrebné pravidelne mazať, čo zvyšuje nároky na údržbu pásov. Na jednotlivých článkoch reťaze sú priskrutkované oporné dosky pásu. Na životnosť reťaze má vplyv napnutie pásu, šírka použitých dosiek, mazanie reťaze a pod. Voľba šírky dosiek pásu je závislá od hmotnosti stroja a prostredia, v ktorom sa stroj pohybuje. Avšak použitím širších dosiek pásu vzrastá namáhanie reťaze aj dosiek, čím sa znižuje ich životnosť. Z hľadiska mazania sa reťaze delia na:

- reťaze mazané olejom,
- reťaze mazané plastickým mazivom,

- nemazané reťaze.

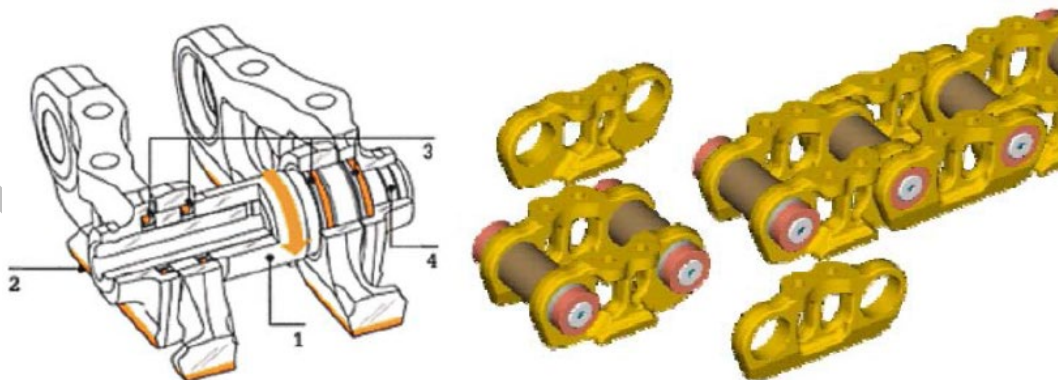
Reťaze mazané olejom – majú olejovú náplň zodpovedajúcu životnosti reťaze. Sú vhodné pre dozéry z dôvodu nízkej hlučnosti a minimálneho vnútorného opotrebenia, čím znižujú aj spotrebu paliva. Majú polyuretánové tesnenie, ktoré zabraňuje unikaniu oleja a vnikaniu nečistôt. Oproti nemazaným reťaziam majú o 50% vyššiu životnosť.

Reťaze mazané plastickým mazivom – majú menšie opotrebenie puzdier a čapov v porovnaní s nemazanou reťazou. Sú taktiež tichšie. Používajú sa napr. na rýpadlách. Mazivo sa natlačí do puzdier pri skladaní reťaze. V porovnaní s nemazanými reťazami majú vyššiu životnosť o 20 až 40%.



Obr. 4.43 Konštrukčné vyhotovenie prepojenia článkov reťaze pojazďového pásu [4]

Reťaze s rotujúcim puzdrom – minimalizujú opotrebenie zubov hnacieho turasu a vonkajšej plochy puzdier. Používa sa hlavne na dozéroch. Puzdro nie je nalisované v článku, ale je kratšie a je umiestnené otočne na čape (ako pri valčekovej reťazi) (Obr. 4.44).



Obr. 4.44 Reťaz pásu System One (Caterpillar) – hnedou sú zobrazené otočné puzdrá [4]



a) Klasické usporiadanie b) systém s otočným puzdrom

Obr. 4.45 Napínacie koleso [4]

Reťaz pozostáva z nasledovných častí:

- článok,
- puzdro,
- čap.

Článok – sa nachádza na každej strane reťaze. Článkom prechádza čap a puzdro. Je to výkovok z bór- mangánovej legovanej ocele. Plochy článkov, ktoré prichádzajú do kontaktu s kladkami musia mať vysokú odolnosť proti oteru, preto sú tieto časti povrchovo kalené do hĺbky 5 až 7 mm. Článok taktiež poskytuje plochu, na ktorú sú pripevnené dosky pásu. Či ide o olejom mazané alebo nemazané pásy, články sú v oboch prípadoch rovnaké.

Puzdro – je kovový valček, ktorý z vnútornej strany zabezpečuje spojenie medzi článkami reťaze. Z vonkajšej strany je puzdro miestom dotyku medzi reťazou a hnacím turasom. Puzdro pri pásach s mazacím systémom je kratšie ako v prípade reťazí bez mazania.

Čap – spája dvojice článkov. Otáča sa vo vnútri puzdra a umožňuje otáčanie reťaze pásu. Olejom mazané pásy majú čapy v osi prevrtnané, a takto vytvorený otvor tvorí zásobáreň maziva. Čapy bývajú prevrtnané aj radiálnymi otvormi, cez ktoré sa mazivo dostane medzi čap a puzdro.

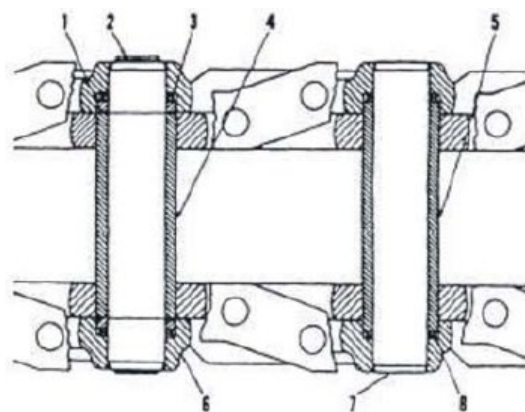


Obr. 4.46 Články reťaze rôznej veľkosti sa priradujú k strojom podľa ich hmotnosti (vľavo je spojovací článok) [4]

Spájanie a rozpájanie reťaze môže byť realizované dvomi spôsobmi:

- pomocou hlavného čapu,
- spojovacím článkom.

Pomocou hlavného čapu – označený poz.2 v Obr. 4.47. Vyrazením tohto čapu je možné reťaz rozpojiť.



Obr. 4.47 Rozpájanie reťaze pomocou hlavného čapu [4]

1-rozperný krúžok, 2-hlavný čap, 3-vymedzovací krúžok, 4-hlavné puzdro, 5-puzdro, 6-článok, 7-čap, 8-tesnenie

Rozpojenie reťaze hlavným článkom je umožnené pomocou hlavného puzdra, ktoré je oproti normálnym puzdrám kratšie. Takéto puzdro z boku nepresahuje článok, po vyrazení hlavného čapu puzdro nebráni rozpojeniu reťaze. Kvôli kratšiemu puzdru je na každej strane ešte vymedzovací krúžok.

Spojovacím článkom – umožňuje rozpojenie alebo spojenie pásu. Rôzne firmy majú vlastné spôsoby spojenia článkov, ktoré sú často chránené patentom. Najčastejšie využívané typy sú na Obr. 4.48.



a) s lomenou deliacou rovinou
klinovým

b) so šikmou rovinou a trapézovým
ozubením

c) s vertikálnym
zámkom

Obr. 4.48 Príklady konštrukcie spojovacích článkov [4]

Základné typy oporných dosiek

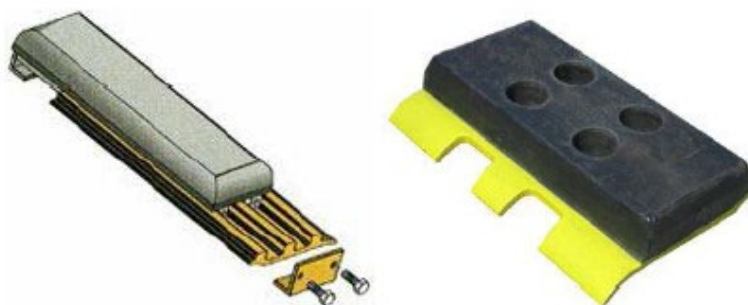
Správny výber použitia dosiek pásov má veľký vplyv na celkovú životnosť podvozku a s tým úzko súvisia náklady na prevádzku stroja. Povrch dosiek je kalený pre maximálnu životnosť. V ťažších podmienkach sa používajú dosky s otvorom v strede, ktorý slúži na únik pôdy a kameňov z reťaze, aby nenastalo poškodenie kolies alebo reťaze. Oporné dosky rozoznávame:

- *jedno rebrové* – majú veľmi dobré prenikacie a trakčné vlastnosti. Sú vhodné pre malé až stredné namáhanie rázmi a prácu v stredne abrazívnej pôde. Nasadzujú sa prevažne u dozérov;
- *jedno rebrové zosilnené* – majú veľmi dobré prenikacie a trakčné vlastnosti. Sú vhodné pre veľké namáhanie rázmi a prácu v silno abrazívnej pôde. Nasadzujú sa prevažne u dozérov;
- *dvoj rebrové* – majú menšie prenikacie a trakčné schopnosti oproti doskám jedno rebrovým. Z dôvodu lepšej manévrovacej schopnosti a menšiemu odporu pri otáčaní stroja sa používajú predovšetkým na pásové nakladače;

- *trojrebrové* – používajú sa predovšetkým na rýpadlách a v prípadoch, keď je potrebné redukovať poškodzovanie pôdy na minimum. Výhodou je dobrá manévrovateľnosť;
- *dosky s hladkým povrchom* – používajú sa pri prácach na upravených zatravnených plochách, kde nechceme poškodiť povrch, alebo zvlášť mokrých pôdach, na rašeliniskách alebo aj na dláždených povrchoch;
- *dosky s plastovými, gumovými, polyuretánovými pätkami* – sa používajú na šetrenie citlivých povrchov (betón, asfalt). Takéto pásy sa niekedy označujú ako hybridné. Guma (alebo polyuretán) na doskách znižuje vibrácie a hlučnosť pásov (Obr. 4.49);
- *dosky s gumovými pätkami z nešpiniacej gumy* – môžu byť navulkanizované na špeciálne dosky alebo je gumený blok uchytený na obyčajnú (väčšinou trojbritovú) dosku (Obr. 4.50).



Obr. 4.49 Typy oporných dosiek pásov, 1-, 2-, 3-rebrové, s gumovými pätkami, z nešpiniacej gumy [4]



Obr. 4.50 Spôsob prichytenia gumových blokov na trojrebrové dosky [4]:

Vľavo – pomocou ohnutých plechov a skrutiek na obidvoch stranách,

Vpravo – pomocou skrutiek cez navŕtané otvory v doske.

Kovové návleky

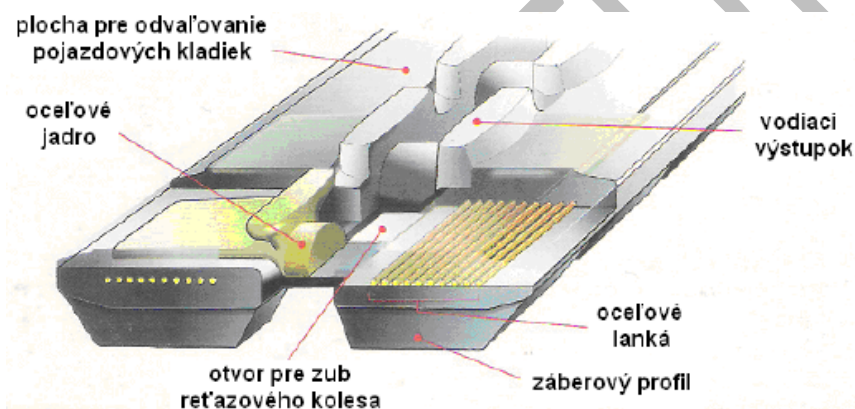
Kovové návleky sú prídavným vybavením strojov na kolesovom podvozku, ako zvláštny typ kovových pojazdových pásov, určených najmä na pneumatiky s preklzom riadených kolesových nakladačov, ale aj lesných strojov. Články tohto pojazdového pásu sú tvarované do profilu U, aby zapadli po obvode na pneumatiky a medzi sebou sú prepojené krátkymi tiahkami pomocou krátkych čapov. Napínanie pásu sa väčšinou robí výmenou tiahel spájajúcich články za kratšie, ktoré sú súčasťou sady náhradných dielov.



Obr. 4.51 Kovový pojazďový pás typu PROTRAC a jeho aplikácia [4]

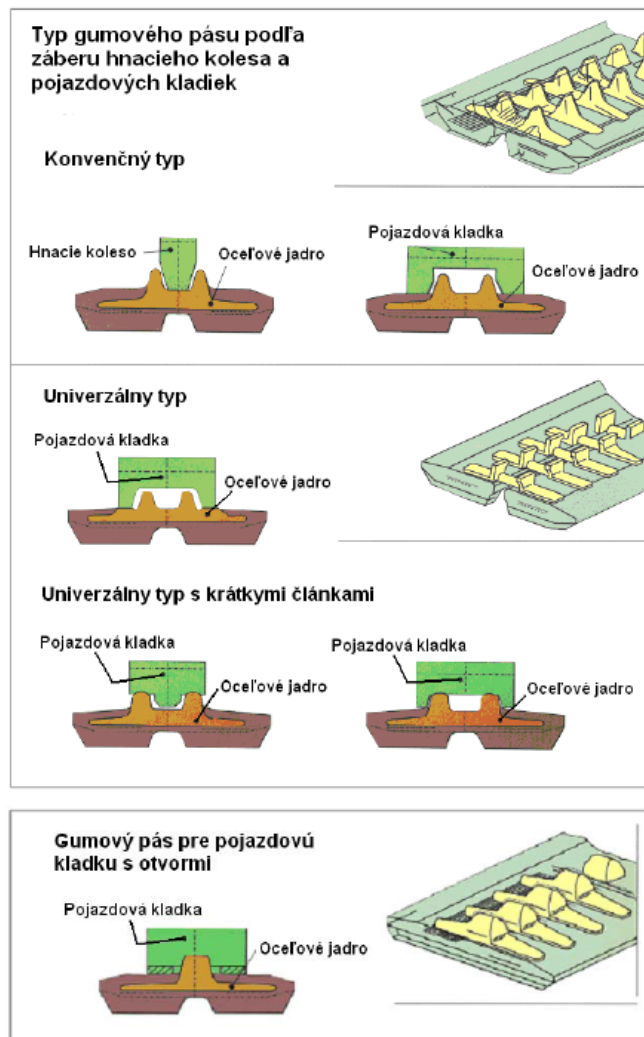
Gumové pojazďové pásy

Konštrukcia pásu je tvorená oceľovými alebo plastovými článkami (jadrá) rôznych tvarov zoradenými v určitom rozstupe za sebou a zavulkanizovanými do súvislého uzavretého plochého gumového pásu, ktorý je vystužený ešte oceľovými lankami zavulkanizovanými spolu s článkami.



Obr. 4.52 Hlavné časti gumového pojazďového pásu [4]

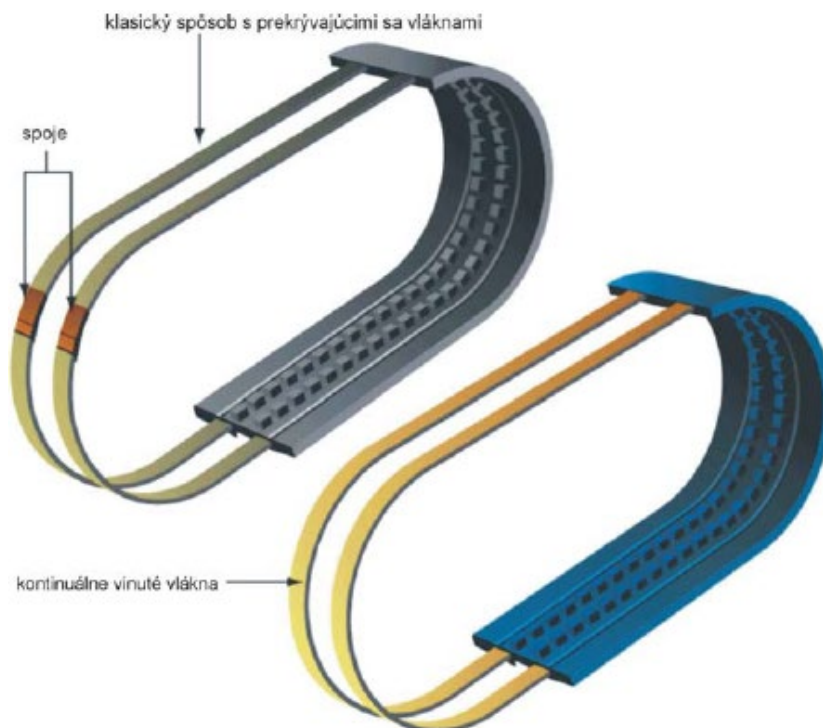
Problém nižšej tuhosti je najmä u gumových pásov traktorového typu, ktoré sú namontované na pásových traktoroch pre veľkoplošné obrábanie pôdy s maximálnym využitím trakčnej sily, kde dochádza k nadmernému predlžovaniu pojazďového pásu. Zavulkanizované články vystužujú priečny tvar gumového pásu, spevňujú pojazďovú plochu, po ktorej sa odvalujú pojazďové kladky, ktorá zabraňuje ich vybočeniu do strany najmä pri otáčaní stroja. Podľa vyhotovenia tvaru článkov rozoznávame štyri druhy gumových pojazďových pásov (obr. 4.53).



Obr. 4.53 Rôzne spôsoby vedenia gumeného pásu [4]

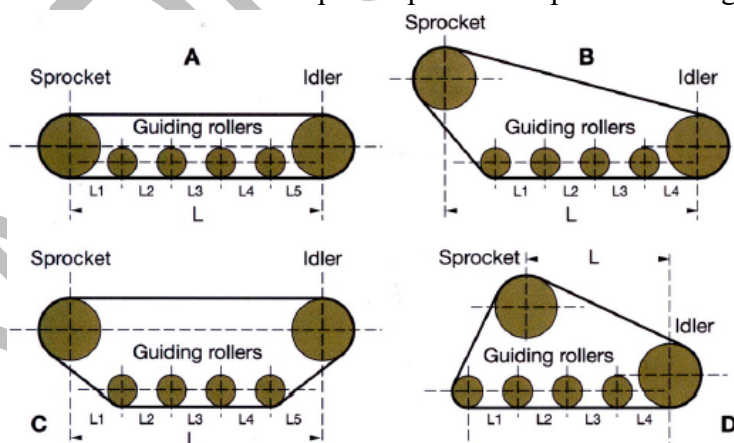
Gumový pás má vo vnútri zaliaté priečne uložené kovové články (kvôli priečnej pevnosti), bývajú vyrobené z ocele kovaním a sú kalené. Z dôvodu zabezpečenia ťahovej pevnosti sú v páse po celom obvode uložené rôznym spôsobom oceľové vlákna. Z vonkajšej strany sú na páse výstupky s rôznym vzorom (podľa terénu v akom stroj pracuje). Existujú dva spôsoby vinutia pozdĺžnych vlákien (Obr. 4.54):

- *so spojom* – v mieste spoja sa vlákna na určitej dĺžke prekrývajú, v tomto miesta je jeho najslabšie miesto.
- *bez spoja (kontinuálne vinuté vlákna)* – má vyššiu ťahovú pevnosť asi o 40%.



Obr. 4.54 Spôsoby vinutia vlákien [4]

Gumové pojazdné pásy majú v súčasnosti široké uplatnenie či na stavebných alebo poľnohospodárskych a lesných strojoch. V poslednej dobe začínajú byť obľúbené malé kompaktné pásové podvozky, montujúce sa jednotlivito namiesto pneumatikových kolies. Vo veľkej miere sa využívajú na terénnych vozidlách, ľahkých motorových štvorkolkách, ale aj traktoroch. Ich výhodou je, že konštrukcia pôvodne kolesového podvozku zostáva nezmenená. Na Obr. 4.55 sú zobrazené základné koncepcie usporiadania podvozkov s gumovými pásmi.



Obr. 4.55 Základné koncepcie usporiadania podvozkov s gumovými pásmi [4]

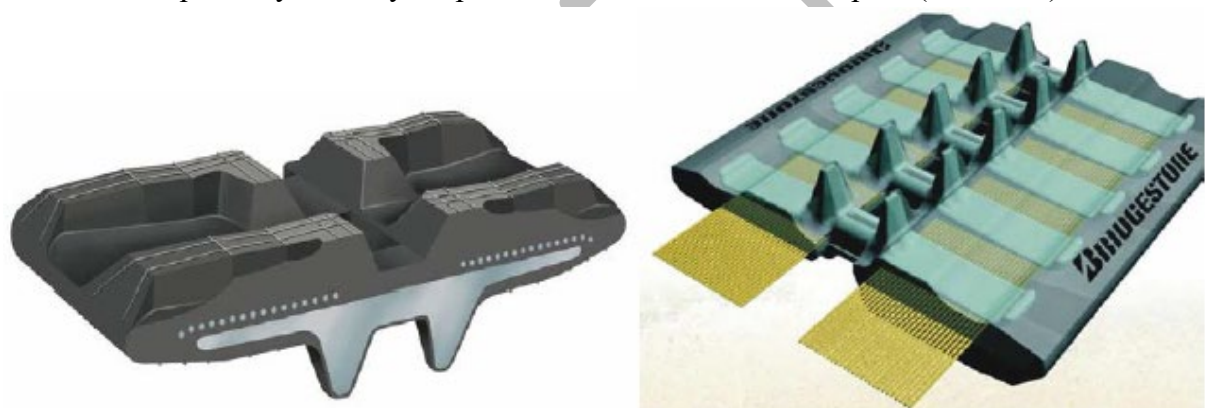
Najnovšie sa tento systém začína používať aj na šmykom riadených nakladačoch (Obr. 4.56).



Obr. 4.56 Použitie gumových pojazdových pásov na stavebných strojoch [4]

Hlavný rozdiel v konštrukcii pásov je ten, že na poľnohospodárskych strojoch sú pásy bez priečných kovových článkov, vnútri pásu sú len pozdĺžne vlákna na zabezpečenie ťahovej pevnosti. Pri pásoch určených na stavebné stroje sú v pásoch zaliate aj priečne kovové články. Gumové pásy sa nesmú používať v štrkoch, v pôdach s ostrými kameňmi, pri okrajoch obrubníkov a pod.

Štandardné gumové pásy – boli prvou generáciou pásov. Sú použiteľné len na podvozkoch pre gumové pásy. Kovové pásy na takomto podvozku nie je možné použiť. Konvenčný pás sa dá identifikovať podľa symetrických špičiek na vodiacich zuboch na páse (Obr. 4.57).



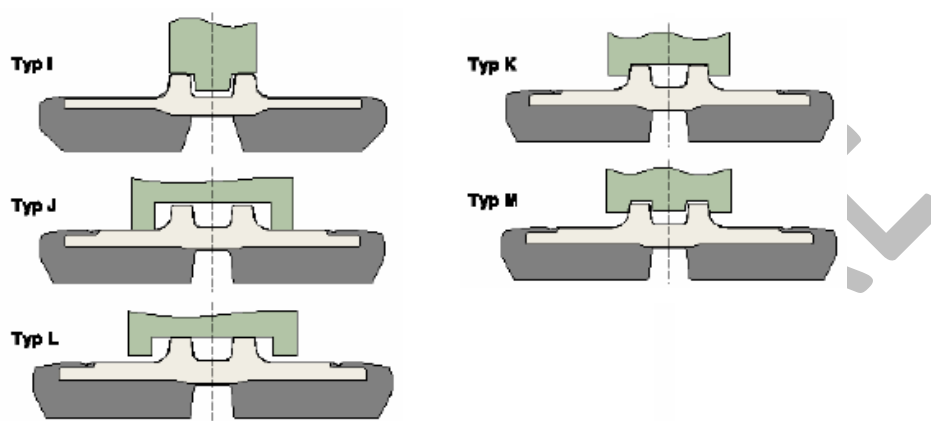
Obr. 4.57 Štandardný gumový pás [4]



Obr. 4.58 Prehľad dezénov ponúkaných výrobcami gumových pásov [4]

Gumové pásy s väčšou stykovou plochou sa používajú na tvrdý (abrazívny) terén, pre ktorý však gumové pásy všeobecne nie sú vhodné. Vysoký dezén je vhodný na málo únosný terén kvôli lepším záberovým vlastnostiam.

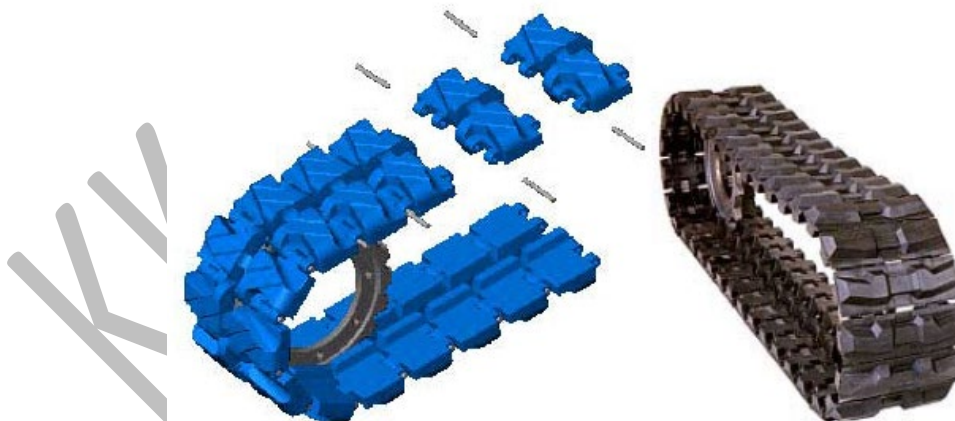
Pásy zameniteľné s kovovými – Interchangeable – vyznačujú sa tým, že sú úplne zameniteľné s kovovými pásmi bez potreby akokoľvek meniť podvozok stroja. Na rozdiel od konvenčných pásov majú širšie vodiace zuby, lebo pojazďové kladky idú po vrchnej časti vodiacich zubov (Obr. 4.59).



Obr. 4.59 Vedenie pásov Interchangeable [4]

Existujú dva typy interchangeable pásov:

- pásy s tzv. *dlhým rozstupom* – každý druhý zub hnacieho turasu zapadá do gumového pásu,
 - pásy s tzv. *krátkym rozstupom* – každý zub hnacieho turasu zapadá do gumového pásu.
- Výhoda - minimalizuje vibrácie stroja, menej poškodzuje povrchy a zvyšuje pohodlie vodiča.



Obr. 4.60 Modulárny gumový pás ATOM [4]

Veľkou výhodou gumových pásov je jednoduchosť, relatívne nízka hmotnosť a nenáročnosť na údržbu v závislosti od prevádzkových podmienok.

Gumové pásy OTT (Over The Tire)

Tieto pásy sú inštalované na kolesách šmykom riadených nakladačov. Ich výhodou je jednoduchá montáž, používajú sa v ťažom teréne, čím sa zvýši priechodnosť a zníži sa tlak na pôdu. Bývajú *celistvé* alebo *špeciálne zakončené*. Montáž celistvých pásov si vyžaduje

demontáž kolies a spätnú súčasnú montáž kolies aj s pásmi. Rozrezané špeciálne zakončené pásy si nevyžadujú demontáž kolies. Spôsob zakončenia takéhoto pásu je na Obr. 4.62.



Obr. 4.61 Gumové OTT pásy – rez OTT pásom a OTT pás namontovaný na podvozku [4]



Obr. 4.62 Spojovacie články OTT pásu rôznej dĺžky [4]

Článkované OTT pásy – jednotlivé články sú pospájané spojovacími článkami na oboch stranách pásu. Napínanie je uskutočnené možnosťou montáže spojovacích článkov do vnútorných otvorov v hlavnom článku, čím sa mení obvod pásu a tým aj jeho napnutie. Celokovové články sa používajú na zlepšenie trakcie v blate, snehu a pod (Obr. 4.63).



Obr. 4.63 Článok OTT pásu – celokovový (vľavo) a pogumovaný (vpravo) [4]

Špeciálne gumové pásy – sú pásy skladajúce sa z viacerých úzkych uzavretých gumových pásnic v určitej vzdialenosti od seba, vystužených priemyselnou tkaninou a poprepájaných medzi sebou pomocou kovových profilov. Tieto profile formujú priečny tvar pojazďového pásu, slúžia ako záberové segmenty pre hnacie reťazové koleso a zároveň slúžia ako záberový dezén. Sú vhodné predovšetkým do mäkkých málo únosných až bahnitých terénov a sú vhodné pre prevádzku najmä na snehu. Jeho výhodou je relatívne jednoduchá a lacná výroba a možnosť

relatívne jednoduchej zmeny šírky pásu a tým aj zväčšenie kontaktnej plochy potrebnej práve na málo únosných terénoch. Jeho využitie je najmä na snežných strojoch (Ratrack), snežných skútroch, ale aj niektorých vojenských vozidlách, traktoroch a záhradnej technike.



Obr. 4.64 Aplikácia na snežnom stroji Ratrack [4]

5. Skupiny zemných strojov

5.1 Dozéry

Dozéry patria do skupiny mobilných pracovných strojov určených na rozpojovanie a premiestňovanie zemín na kratšie vzdialenosti. Vzhľadom na charakter vykonávaných prác je potrebné, aby konštrukcia stroja bola robustná. Slúžia na efektívne zabezpečenie rôznych pracovných technológií. V súčasnosti výrobcovia ponúkajú rôzne typy dozérov zaradené do veľkostných kategórií, čo umožňuje používateľom pre požadovaný druh a rozsah prác zvoliť stroj s odpovedajúcimi technickými parametrami [9].

Oblasti použitia dozérov

Možno ich nájsť takmer v každej zostave strojov, ktoré zabezpečujú zemné práce pri zakladaní stavieb v pozemnom a cestnom stavitelstve a stavbe vodných diel, alebo pri úprave povrchu styku stavieb s okolitým terénom. Dozéry sa často využívajú nielen v stavebníctve, ale aj v iných odvetviach, napríklad v poľnohospodárstve, lesnom a vodnom hospodárstve. Ich nasadenie je najčastejšie tam, kde treba zeminu plošne rozpojovať, rozhrňať alebo premiestňovať na kratšie vzdialenosti. Sú to prevažne práce charakteru:

- príprava terénu pre stavbu (odstránenie humusu, odstránenie kríkov, krovia, balvanov, vyvalovanie pŕov a stromov a pod.),
- prípravné práce na stavenisku (zrovnávanie terénu v predpísanej nivelite, výstavba dopravných ciest a kanálov, plošná ťažba, rozprestieranie zeminy, hĺbenie zárezov, presuny sypkých materiálov pri výrobe betónových zmesí a pod.),
- postrkovanie alebo ťahanie rôznych strojových zostáv, napríklad skrejprov, prívesov, manipulácia s odpadom na skládkach, úprava búranísk a odstraňovanie sutín, odhrňanie snehu, odťahovanie uviaznutých alebo havarovaných vozidiel a pod.

Základný prevádzkový režim dozérov môže mať charakter ťažby rôznych zemín a hornín (charakterizujú ho veľký odpor proti pohybu a malé prepravné rýchlosti, často pri použití

inštalovaných trňov a rozrývačov) a prepravný (menší odpor proti pohybu a vyššia prepravná rýchlosť).

Pri ťažbe dochádza k rozpojovaniu zemín a hornín v tenkých vrstvách radlicou a k následnej preprave hnutím do vzdialenosti až 80 m v závislosti na veľkosti a tvare radlice. Dozéry pri ťažbe využívajú aj prídavné pracovné nástroje, najčastejšie rozrývací nôž alebo nože, určené na rozrušovanie tvrdých a zamrznutých hornín, alebo cestných vrstiev. Dozéry na kolesovom podvozku môžu efektívne hnúť horninu, prípadne iné materiály až do vzdialenosti až 100 m.

5.1.1 Základné technické parametre dozérov

Konštrukciu dozéra tvorí traktorový nosič a pracovné zariadenie s nástrojom. Samotný nosič pozostáva z nosnej konštrukcie, motora s pohonom a príslušenstvom, stanovišťa obsluhy, podvozku, pracovného zariadenia s nástrojom a ovládacím zariadením, Obr. 5.1. Medzi základné technické parametre patria:

- **Prevádzková hmotnosť (OM):** Hmotnosť základného stroja s pracovným zariadením podľa špecifikácie výrobcu, s operátorom (uvažuje sa s hmotnosťou 75 kg), plnou palivovou nádržou a všetkými kvapalinovými sústavami, ktorých množstvo plnenia určí výrobca;
- **Prepravná hmotnosť (SM):** hmotnosť základného stroja bez vodiča s palivovou nádržou naplnenou na 10 % objemu, so všetkými kvapalinovými sústavami, ktorých množstvo plnenia určí výrobca, s pracovným zariadením alebo bez pracovného zariadenia, s kabínou operátora alebo bez kabíny, s ochrannou strechou, alebo bez ochrannej strechy obsluhy, s ROPS alebo bez ROPS, s FOPS alebo bez FOPS, s kolesami alebo bez kolies s protizávažím alebo bez protizávažia, podľa toho, ako to špecifikuje výrobca;
- **Čistý výkon motora (ISO 9249);**
- **Maximálna rýchlosť pohybu:** maximálna rýchlosť akú môže stroj dosiahnuť na tvrdom rovnom povrchu pri každom rýchlostnom stupni dopredu a dozadu, ktorý má k dispozícii pri svojej prevádzkovej hmotnosti;
- **Ťažná sila na závesnom zariadení:** vodorovná ťažná sila pôsobiaca na ťahadlo/záves, vyjadrená v kN (ISO 7464);
- **Statická svahová schopnosť (stroja):** maximálny sklon vyjadrený v stupňoch, pri ktorom kvapalinové systémy stroja môžu pracovať bez prerušenia činnosti a poškodenia akéhokoľvek kvapalinového systému na každom stroji, ktorého orientácie sú určené (ISO 10266):
 - Pozdĺžna statická svahová schopnosť (stroja): maximálny sklon vyjadrený v stupňoch, ktorý stroj môže dosiahnuť pozdĺžne (t. j. orientovaný na 0° a 180° ku spádnicí) v priebehu statického určovania svahovej schopnosti bez prekročenia výkonnostných parametrov (ISO 10266);
 - Priečna statická svahová schopnosť (stroja): maximálny sklon vyjadrený v stupňoch, ktorý stroj môže dosiahnuť priečne (t. j. orientovaný na 90° až 270°) v priebehu určovania svahovej schopnosti bez prekročenia výkonnostných parametrov (ISO 10 266);
- **Ťažná sila lana:** ťažná sila navijaka meraná pri menovitých otáčkach motora pri navíjaní prvej aj poslednej vrstvy lana na bubon;
- **Rýchlosť lana :** rýchlosť navijaka meraná v m.s^{-1} pri menovitých otáčkach motora pri navíjaní prvej aj poslednej vrstvy lana na bubon.

5.1.2 Typy dozérov a ich konštrukcia

Termíny a definície dozérov určuje norma STN ISO 6747. Dozér je samohybný stroj na kolesovom alebo pásovom podvozku s dozérovým pracovným nástrojom (radlicou) na rozpojovanie, premiestňovanie a zarovnávanie materiálu pohybom stroja dopredu, alebo s namontovaným prídavným zariadením použitým na prenos tlačnej alebo ťažnej sily. Dozéry patria do skupiny cyklicky pracujúcich strojov.



Obr. 5.1 Hlavné časti dozéra [9]

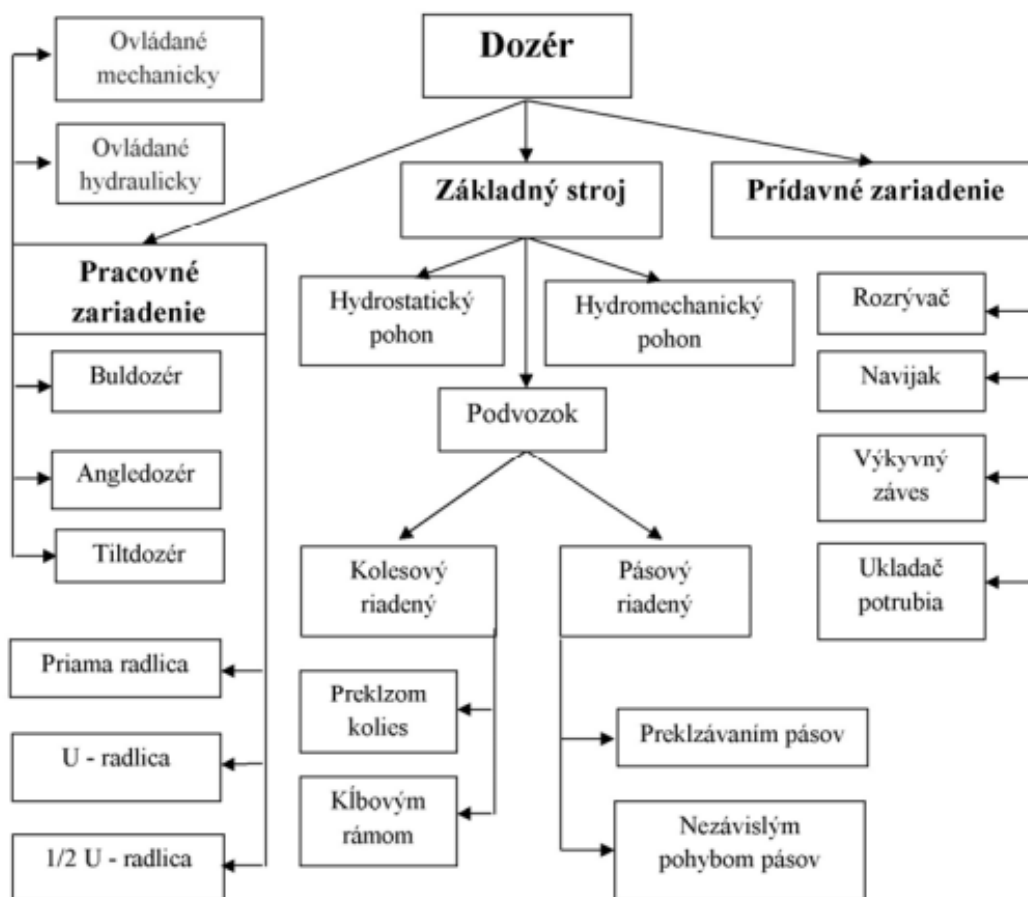
Dozér pozostáva z nasledovných hlavných častí, Obr. 5.1:

- **Základný stroj:** nosič, bez pracovného a prídavného zariadenia. Dozéry možno zaradiť do skupiny strojov traktorového typu na pásovom (Obr. 5.3) alebo kolesovom podvozku (Obr. 5.4),
- **Pracovné zariadenie:** tvorí ho radlica a súbor prídavných pracovných nástrojov namontovaných na základný stroj slúžiacich na vykonávanie výrobcom určenej činnosti; □
- **Prídavné zariadenie:** zostava častí určených na špecifické použitie, ktoré sa môže namontovať na základný stroj, obvyčajne na zadnú časť.

Dozéry možno rozdeliť podľa veľkostných kategórií, výkonu motora a prevádzkovej hmotnosti, kategorizácia je uvedená v Tabuľke 1. Jednotlivé koncepcie dozérov sú znázornené na Obr. 5.2.

Tabuľka 5.1 Kategórie dozérov [9]

Kategória	Výkon motora [kW]	Prevádzková hmotnosť podľa STN 27 8020 [kg]
I.	< 60	< 11 000
II.	61 ÷ 110	< 18 000
III.	111 ÷ 180	< 25 000
IV.	181 ÷ 350	< 55 000
V.	351 ÷ 500	< 70 000
VI.	501 <	> 70 000



Obr. 5.2 Koncepcie dozérov [9]



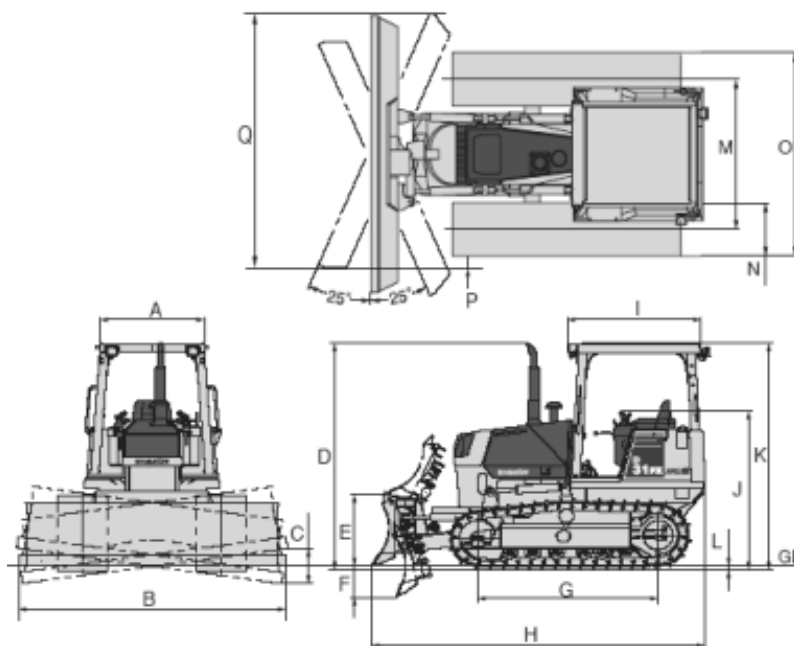
Obr. 5.3 Pásový dozér [9]



Obr. 5.4 Kolesový dozér [9]

Základné rozmery dozérov

Základné rozmery dozérov a ich pracovných zariadení určuje norma STN ISO 6747 (STN 27 8047). Na Obr. 5.5 sú uvedené základné rozmery pásového dozéra udávané v technickej dokumentácii stroja.



Obr. 5.5 Základné rozmery pásového dozéra uvádzané v katalógoch výrobcov [9]

5.1.3 Podvozok a pohon dozérov

Podvozkovú časť dozérov tvorí robustný rám vytvorený zvaraním z hrubých plechov, z dôvodu spoľahlivého prenosu vonkajších zaťažení. Na Obr. 5.6 je znázornený príklad konštrukcie rámu dozéra od firmy Caterpillar s tzv. delta podvozkom. U dozérov sa najčastejšie používajú pásové podvozky, ktoré môžeme na základe ich konštrukčného vyhotovenia rozdeliť na nasledovné typy:

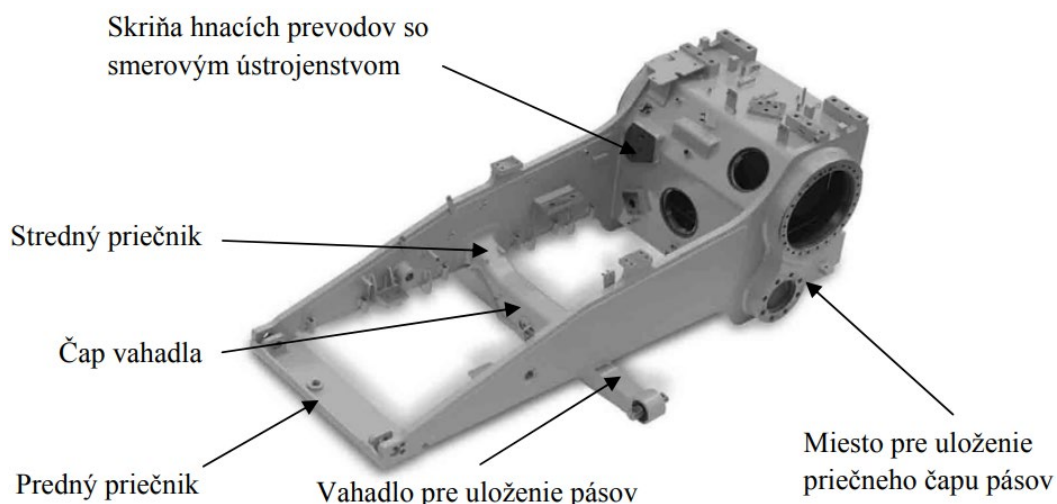
- **podvozky s jedným hnacím kolesom (turasom) a jedným vodiacim kolesom (1 + 1)**, (Obr. 5.7). Vyrábajú sa vo dvoch vyhotoveniach:

- štandardný (merný tlak na pôdu 40 až 60 kPa),
- predĺžený (merný tlak 20 až 30 kPa);

- **špeciálne podvozky** (určené pre málo únosné pôdy s mernými tlakmi na pôdu 10 až 20 kPa);

- **podvozky typu delta (1 + 2)**, (Obr. 5.8) – pás je navinutý na troch kladkách, hnací turas je umiestnený vyššie nad úrovňou terénu a dve vodiace kladky sa nachádzajú v prednej a zadnej časti podvozku, podobne ako u klasickej koncepcie.

Delta podvozok poskytuje výhody, ako sú napr. jednoduchšia montáž a demontáž hnacieho turasu, zlepšenie prevádzkových podmienok v nepriaznivých podmienkach (v rozbahnenom teréne hnací turas sa nedostáva do kontaktu s terénom) a pod.



Obr. 5.6 Rám pásového dozéra [9]



Obr. 5.7 Dozér s pásovým podvozkom (1+1) [9]



Obr. 5.8 Dozér s pásovým podvozkom Delta (1+2) [9]

Hydromechanický pohon

V minulosti sa pri pásových dozéroch s mechanickým pohonom využívali stranové spojky a brzdy (napr. dozéry HANOMASG D 600D a D 700D). Vzhľadom na ich postupné značné opotrebovanie a nízku životnosť ich nahradili nové systémy riadenia, nahradzujúce spojky a brzdy riadiacim diferenciálom. Pri tomto systéme riadenia sa pri zatačení pás nevypína a na každý pás sa privádza stály krútiaci moment pri rôznych otáčkach podľa charakteru dráhy (zákruty). Tento mechanizmus tvoria tri skupiny:

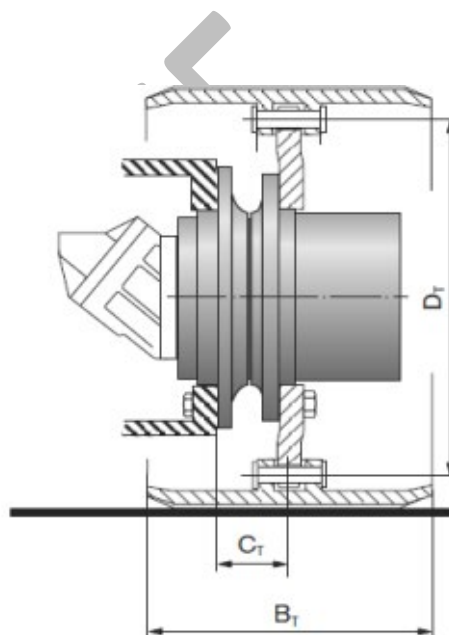
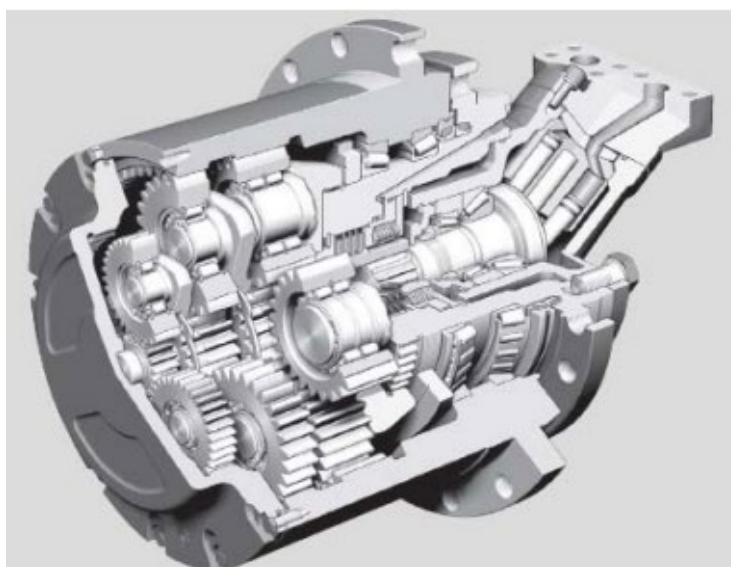
- riadiaca skupina s regulačným hydromotorom,
- hnacia skupina s prevodovkou,
- vyvažovacia skupina.

Takéto diferenciálne riadenie umožňuje prechádzať zákrutami s ľubovoľne sa meniacim polomerom, pričom obidva pásy sú poháňané. Prenos výkonu z motora na obidva pásy umožňuje efektívne ovládanie pri práci na svahu a v mokrom teréne, rýchlu zmenu rýchlosti ktoréhokoľvek pásu, presné udržanie smeru jazdy a vzájomne protichodný pohyb pásov. Jednoduchšie ovládanie umožňuje aj skrátenie pracovných cyklov. Hydromechanický systém

riadenia zabezpečuje, že bez prerušenia pohonu pásov sa vnútorný pás pohybuje pomalšie ako vonkajší.

Hydrostatický pohon

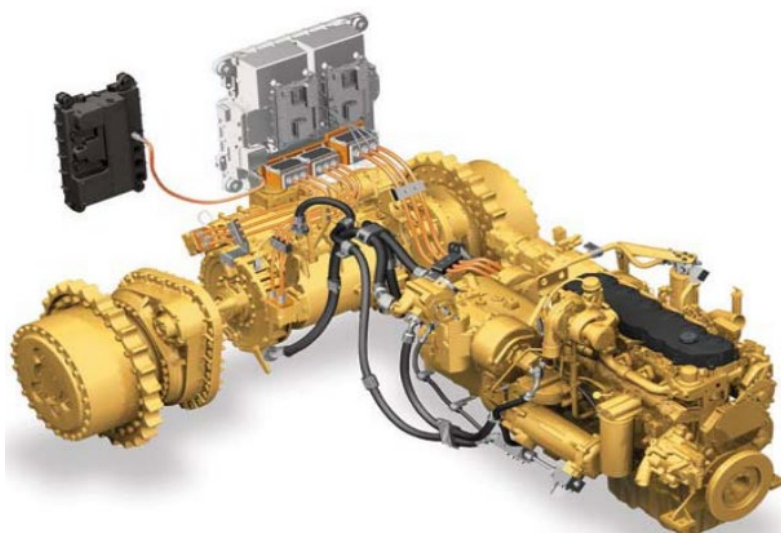
Pre hydrostatický pohon pásového podvozku sa používajú samostatné uzavreté okruhy s regulačnými hydrogenerátormi a pohonnými jednotkami na pohon každého pásu, ktoré sa skladajú z hydromotora a prevodovky s parkovacou brzdou, (Obr. 5.9). Tento systém umožňuje bez prerušenia pohonu pásov plynulú jazdu v oblúku, alebo otáčanie sa podvozku na mieste. Používa sa väčšinou u menších dozérov s hmotnosťou do 12 t. Maximálna rýchlosť jazdy týchto strojov je 10 až 12 km.h⁻¹.



Obr. 5.9 Hnacia jednotka pre pohon turasu zabudovaná do priestoru pod pásom [9]

Elektrický pohon

Firma Caterpillar vyvinula nový model pásového dozéra s hybridným pohonom s označením D7E (Obr. 5.10). Konkrétne ide o kombináciu vysoko objemového 9300 cm³ dieselového motora a sériovo zapojeného elektromotora na oboch stranách podvozku. Všetok výkon vznetrového motora je prevádzaný generátorom na elektrickú energiu. Vlastný pohon kolies obstaráva elektromotor s dvojitémi koncovými prevodmi, vďaka čomu má elektromotor dostatočný výkon i pri extrémnych zaťaženiach. Podľa údajov výrobcu táto koncepcia s použitím elektromotorov umožnila aj zlepšenie celkovej manévrovateľnosti stroja, v dôsledku čoho sa pracovná výkonnosť stroja zvýšila až o 25 %. Ďalšou výhodou je nižšia produkcia emisií a spotreba paliva. Motor pracuje v takých otáčkach, ktoré zaručujú najlepší pomer zisku elektrickej energie a spotreby paliva. Predstavuje to približne o 10 až 30 % nižšie otáčky v porovnaní s pohonom len spaľovacím motorom. Ďalšími výhodami sú predĺženie intervalu výmeny oleja a filtrov a kladný vplyv na celkovú životnosť pohonnej jednotky.



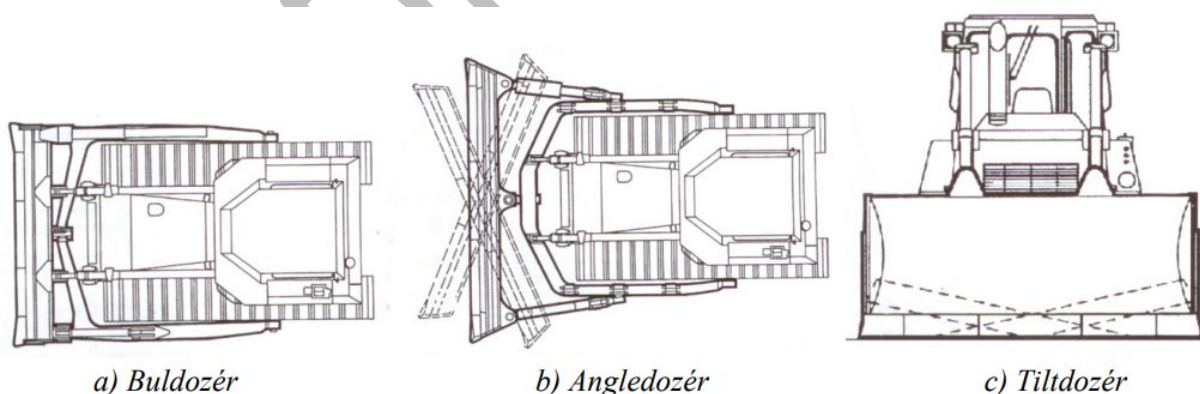
Obr. 5.10 Elektrický pohon pásového dozéra [9]

5.1.4 Konštrukcia a parametre radlice

Jednotlivé typy zemných strojov majú špecifický tvar a konštrukciu radlíc, ako napríklad dozéry, kompaktory a grejdre, ktoré výrobcovia mobilných pracovných strojov postupne optimalizovali, pričom základným cieľom bolo zvyšovať ich životnosť a spoľahlivosť.

Podľa počtu stupňov voľností pohybu radlice, dozéry rozdeľujeme na nasledovné typy, (Obr. 5.11):

- buldozér,
- angledozér,
- tiltdozér.



Obr. 5.11 Základné typy dozérov [8]

Buldozér (priamy dozér) – Radlica sa udržiava v polohe, ktorej rezná hrana je kolmá na pozdĺžnu os stroja, a umožňuje s jej zdvíhaním vo vertikálnom smere zmenu hrúbky triesky odoberanej zeminy. Ak rezná hrana (nôž) radlice je rovnobežná s pojazdovou rovinou, buldozér zeminu rozpojuje a hrnie smerom dopredu.

Angledožér – Umožňuje zmenu smeru radlice (natáčaním) tak, aby rezná hrana zvierala s vertikálnou rovinou (kolmou na pozdĺžnu os stroja) uhol v rozsahu $\pm 30^\circ$. Potom angledožér môže zeminu ťažiť, hrnúť pred sebou, alebo hrnúť smerom na bok.

Tildožér – Radlica je kolmá na pozdĺžnu os stroja a okrem zdvíhania sa môže vychýliť od horizontálnej roviny, v rozsahu $\pm 30^\circ$.

Naklápanie, zmena rezného uhla, je pohyb radlice, pri ktorom sa sklon hornej časti radlice môže meniť jej natáčaním okolo osi rovnobežnej s reznou hranou.

Ovládanie radlice

Pohyby radlice sa ovládajú u starších typov mechanicky prostredníctvom lanového prevodu (Obr. 5.12) alebo hydraulicky prostredníctvom hydraulickej sústavy nosiča (Obr. 5.13). V súčasnosti sa vyrábajú dozéry výhradne s hydraulickým ovládaním pracovného nástroja.



Obr. 5.12 Ovládanie radlice lanovým
Prevodom [7]

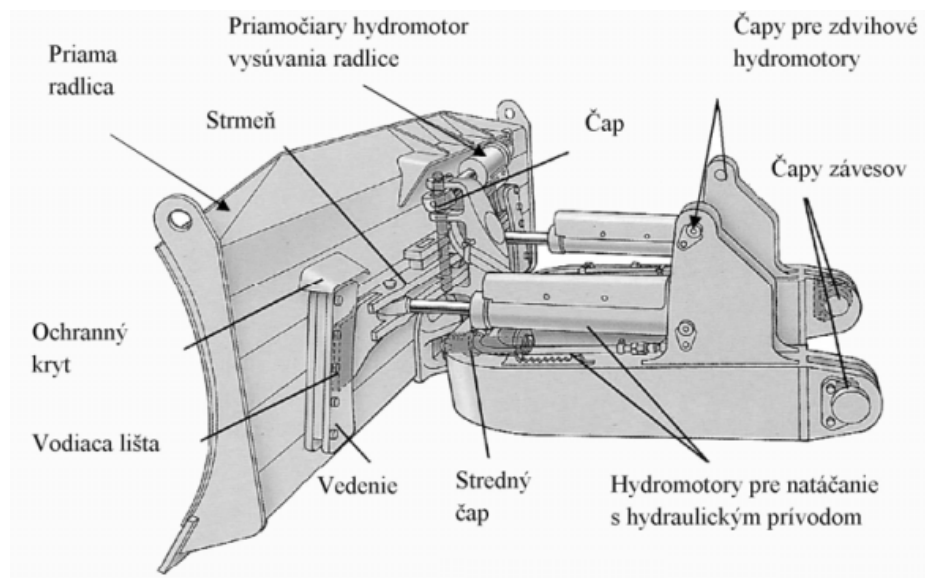


Obr. 5.13 Ovládanie radlice hydraulicky [7]

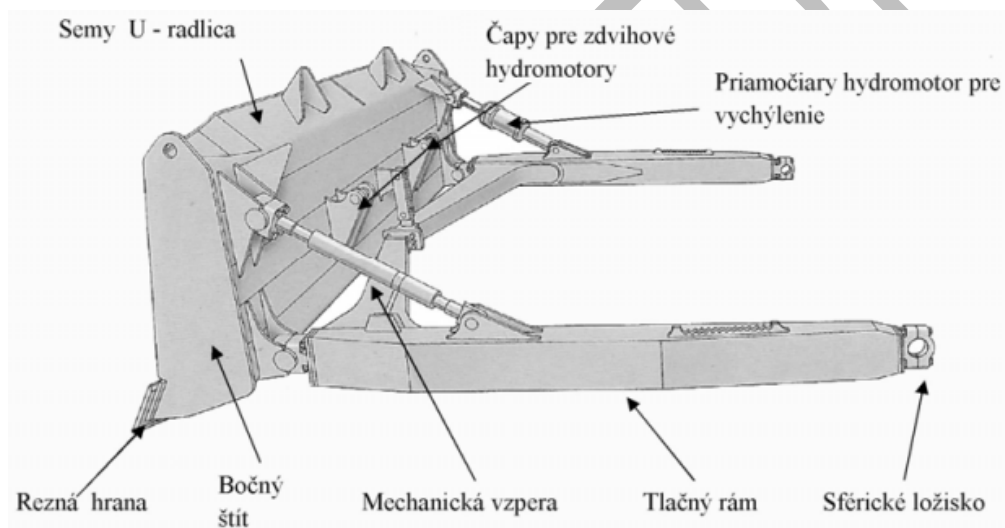
U buldožerových a tildožerových radlíc sú piestnice zdvihových priamočiarych hydromotorov spojené priamo s radlicou a samotný hydromotor výkyvne s konštrukciou dozéra. U angledožerových radlíc je ich zdvih zabezpečený prostredníctvom pákového mechanizmu, pričom priamočiare hydromotory sú umiestnené takmer horizontálne nad pásmi.

Základné časti radlice

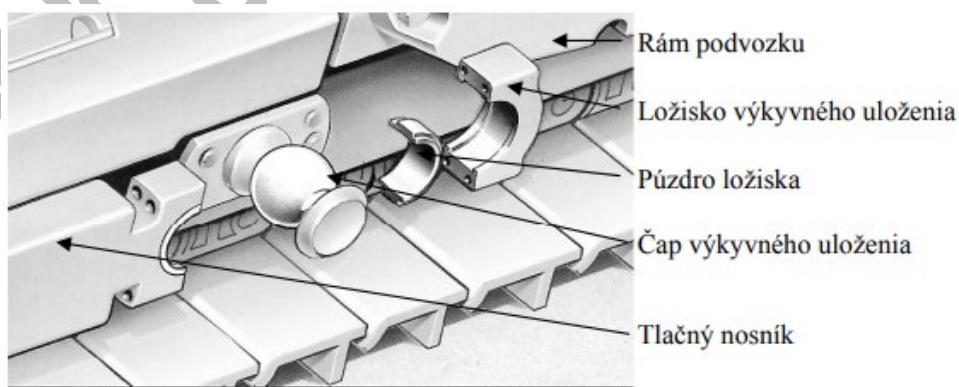
Základné časti angledožerovej a tildožerovej sú znázornené na Obr. 5.14 a 5.15, spôsob pripojenia radlice na rám dozéra je znázornený na Obr. 5.16, základné tvary radlíc sú na Obr. 5.17.



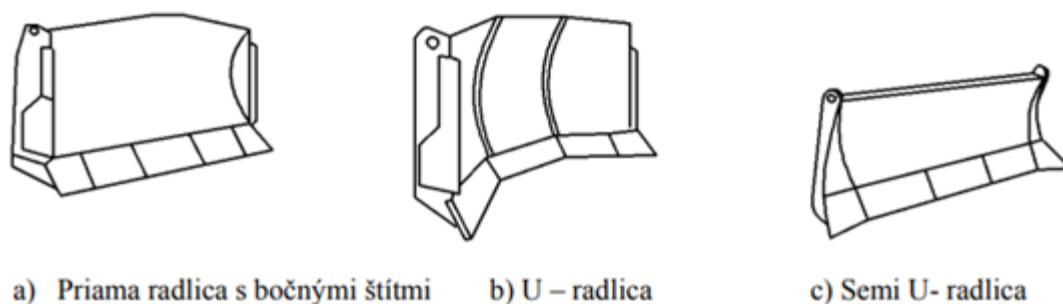
Obr. 5.14 Základné prvky konštrukcie angledožerovej radlice [9]



Obr. 5.15 Základné prvky konštrukcie tiltdožerovej radlice [9]



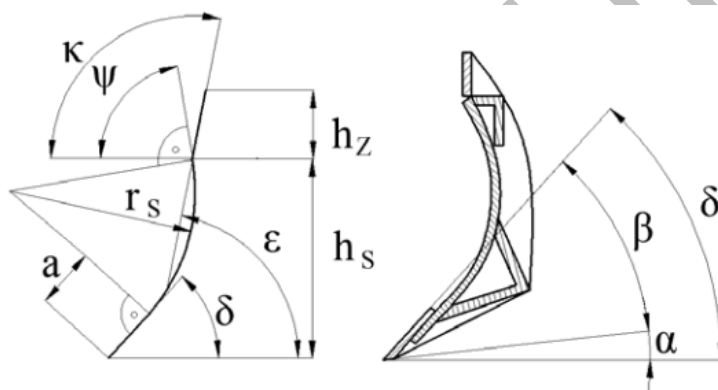
Obr. 5.16 Spôsob uloženia rámu radlice na rám podvozku [9]



Obr. 5.17 Základné tvary radlíc [8]

Geometria tvaru radlice

Geometria tvaru radlice je závislá od vlastností zemín a hornín a od spôsobu konečnej úpravy ich povrchu. Geometria radlice významne ovplyvňuje odpory pri rozpojovaní a premiestňovaní zemín. Geometria radlice s príslušnými uhlami je znázornená na obr. 18 a ich odporúčané hodnoty sú uvedené v Tabuľke 2.



Obr. 5.18 Geometria priečného profilu radlice [8]

Tabuľka 5.2 Geometria radlice a hodnoty jednotlivých uhlov [8]

Označenie	Symbol	Ľahká radlica [deg]	Ťažká radlica [deg]
Rezný uhol	δ	50 ÷ 55	50 ÷ 55
Uhol ostria	β	20 ÷ 25	20
Uhol chrbta	α	30 ÷ 35	30 ÷ 35
Uhol sklonu	ε	75 ÷ 80	75
Koncový uhol	ψ	70 ÷ 75	65 ÷ 75
Spätný uhol	χ	90 ÷ 100	90 ÷ 100
Uhol natáčania	ω	-	40 ÷ 45
Uhol naklápania	ν	6 ÷ 12	6 ÷ 12

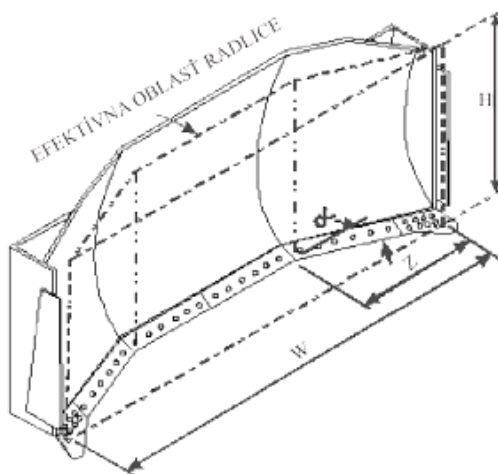
Určenie objemu radlice

Objem radlice sa určuje podľa jednotlivých ustanovení STN ISO 9246. Táto norma určuje postup na výpočet objemu dozérových radlíc v základnej polohe nosičov (nevzťahuje sa na tilldozérové a angldozérové radlice). Medzinárodná norma ISO 6165 sa vzťahuje na všetky typy dozérov a zahrňuje radlice priamych dozérov, angldozérov, radlice tvaru pol-U a U. Účelom tejto normy je poskytnúť jednotnú metódu pre výpočet objemu radlice dozérov. Je určená pre vzájomné porovnávanie radlíc a nie pre výpočet výkonnosti v reálnych

podmienkach, ktorý ovplyvňujú aj ďalšie parametre, ako účinnosť a tvar radlice, výkon nosiča, ťažná sila, vlastnosti zeminy, technika obsluhy a celkový pracovný cyklus. Táto norma sa nevzťahuje na radlice s prídavnými bočnicami presahujúcimi bočný pohľad na radlicu, ani na vyčnievajúce bočné brity (Obr. 5.20). Tvar radlice musí byť obdĺžnikový, minimálne s pomerom šírky a výšky 1/2.



Obr. 5.19 Efektívna výška radlice H' [8]



Obr. 5.20 Rozmery U-radlice [8]

Parametre pre určenie objemu radlice sa určujú v polohe, keď brit U-radlice alebo pol-U radlice je po celej šírke v styku s podložkou. Rovina čelného profilu radlice so šírkou W a výškou H je pritom kolmá na podložku (Obr. 5.19).

W – šírka radlice [m] – je vzdialenosť oboch vonkajších strán radlice okrem vyčnievajúcich častí bočných britov. Je volená tak, aby sa stroj pri všetkých pracovných pohyboch pohyboval v stope po radlici. Šírka radlice býva o 200 až 300 mm väčšia ako šírka stroja;

H – výška radlice [m] – je kolmá vzdialenosť hornej hrany štítu radlice od podložky;

H' – účinná výška radlice – určuje sa z plochy čelného priemetu radlice A_m , ktorá je premietnutá na vertikálnu rovinu rovnobežnú so strednou časťou reznej hrany (Obr. 5.19). Stanovuje sa podľa vzťahu:

$$H' = \frac{A_m}{W} \quad [\text{m}] \quad (5.1)$$

Objem radlice sa určí ako objem tzv. hrnutého hranola, ktorý pozostáva z dvoch častí, t. j. z objemu hrnutého hranola priamej radlice a objemu vnútornej časti U-radlice. Jednotlivé objemy sa stanovujú takto:

$$V_s = \frac{0,8W \cdot H'^2}{2} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_u = H' \cdot (W - Z) \cdot Z \cdot \tan \alpha \quad [\text{m}^3] \quad (5.2)$$

kde:

V_s – objem hrnutého hranola radlice s priamym britom, $[\text{m}^3]$;

V_u – objem vnútornej časti U-radlice a pol-U radlice, $[\text{m}^3]$;

Z – šírka šikmej časti reznej hrany, $[\text{m}]$;

α – uhol zošikmenia reznej hrany, $[\text{deg}]$

pričom výsledný objem hrnutého hranola (Obr. 5.21) vypočítame takto:

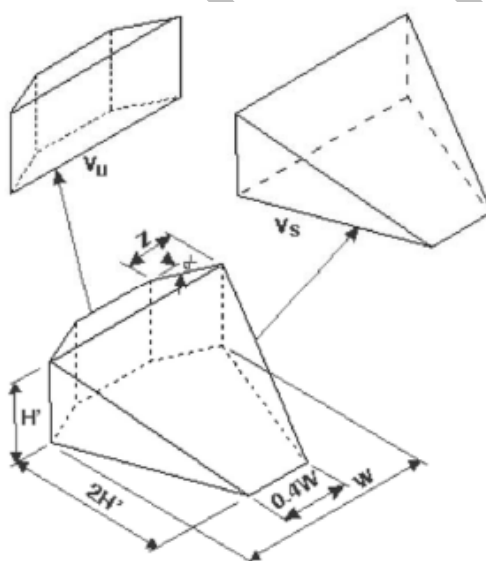
$$V = V_s + V_u \quad [\text{m}^3] \quad (5.3)$$

Konštanta 0,8 odpovedá synnému uhlu $\psi = 30^\circ$. Táto hodnota sa v každej norme môže meniť.

Prehľad konštánt niektorých hornín je uvedený v Tabuľke 5.3.

Tabuľka 5.3 Prehľad konštánt v závislosti od horniny [8]

Druh materiálu	Súčiniteľ
suchý piesok	0,9
stredne ťažký štrk	0,8
Ťažká súdržná zemina	0,7
Kamenivo	0,65



Obr. 5.21 Tvar hrnutého hranola [8]

Odpor na radlici

Teoretické a experimentálne výskumy procesu rozpojovania zemín horizontálnym nožom [6] ukázali, že v podmienkach viazaného a polo-viazaného rozpojovania sa zemina rozrušuje na väčšej šírke, ako je šírka noža. Táto zákonitosť je charakteristická pre rôzne zeminy, ktoré sa spracovávajú zemnými strojmi [7]. Pri rozpojovaní zeminy je nôž zahĺbený na hrúbku odoberanej triesky h_T a vytvára lichobežníkový (trapézový) pričný profil rozrušenej zeminy, ktorého základňa sa rovná šírke noža (radlice) B_R . Experimentálne bolo dokázané [7], že pri zahĺbení noža do hĺbky h_K sa pričný profil triesky rozširuje do strán až k povrchu zeminy pod prakticky nemeniacim sa uhlom γ . Hĺbka h_K sa nemení pri ďalšom zväčšovaní hrúbky

triesky h_T , pričom narastá rezný odpor. Optimálny pomer hĺbky rozrušenej časti h_K k hrúbke triesky h_T je vyjadrený súčiniteľom K_B , ktorého stredná hodnota je v rozmedzí (0,7 až 0,9) [7]. Šírka bočného rozrušenia b_K závisí od uhla bočného rozrušenia γ a hĺbky rozrušenia h_K . V práci [8] sú uvedené výsledky výskumu rezného odporu modifikovaných buldozéroých radlíc s upravenou konštrukciou reznej hrany (Obr. 5.22), ktorá je opatrená jedným až piatimi vyčnievajúcimi nožmi šírky $B_{N(1-5)}$, pričom:

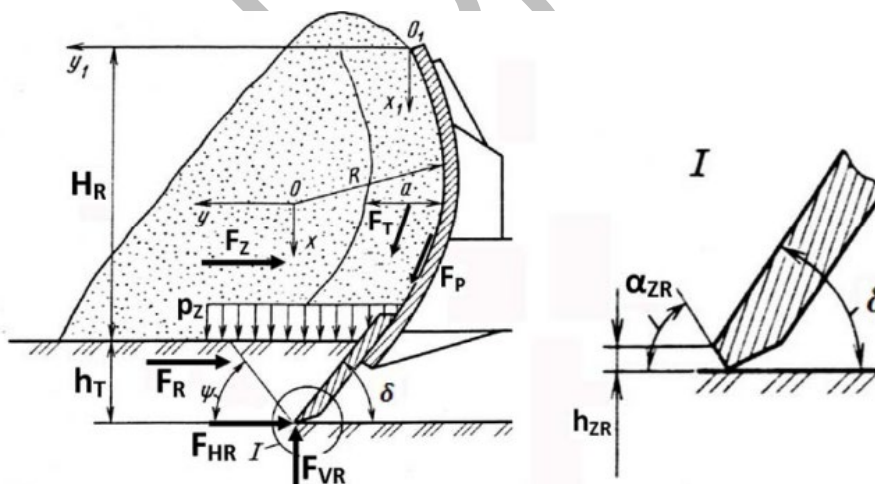
- šírka jedného noža: $B_{N1} = 1/3.B_R$,
- šírka dvojice nožov: $B_{N2} = 1/6.B_R$, vzdialenosť medzi dvomi nožmi $L_{N2} = 1/3.B_R$,
- šírka trojice nožov: $B_{N3} = 1/9.B_R$, vzdialenosť medzi tromi nožmi $L_{N3} = 1/6.B_R$,
- šírka štvorice nožov: $B_{N4} = 1/12.B_R$, vzdialenosť medzi štyrmi nožmi $L_{N4} = 1/6.B_R$,
- šírka päťice nožov: $B_{N5} = 1/15.B_R$, vzdialenosť medzi piatimi nožmi $L_{N5} = 2/15.B_R$.

Na Obr. 5.23 je znázornená výpočtová schéma určenia rezného odporu v rozrušenej hlinitej zemi buldozérovej radlice štandardného typu, pričom bola zostavená rovnica:

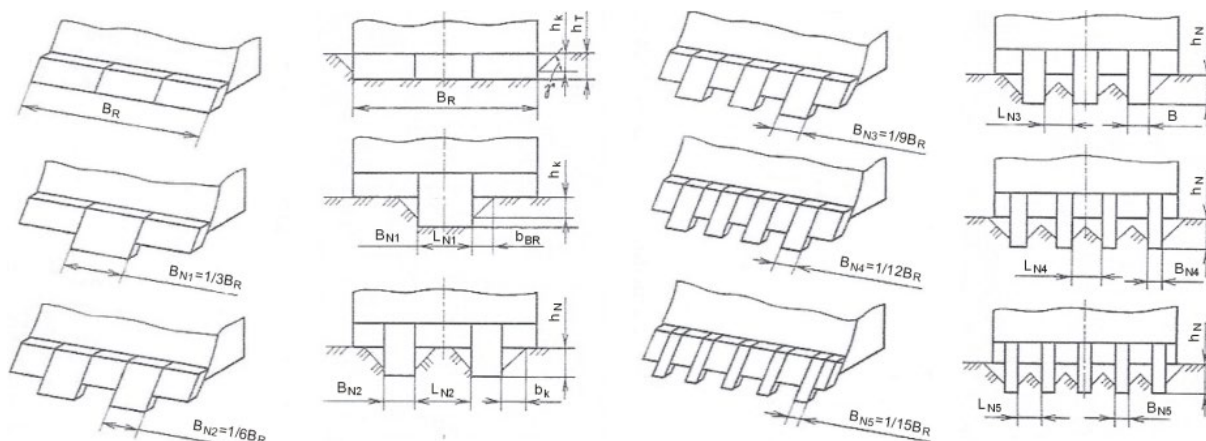
$$F_C = F_N + F_R + F_B + F_T + F_P + F_Z \quad [N] \quad (5.4)$$

kde:

- F_C – celkový rezný odpor [N],
- F_N – čelný odpor noža štandardnej radlice [N],
- F_R – odpor reznej hrany štandardnej radlice [N],
- F_B – odpor trenia bočnej hrany noža štandardnej radlice [N],
- F_T – odpor trenia zeminu o zeminu pri vníkaní odoberanej triesky do hrnutej prizmy pred štandardnou radlicou [N],
- F_P – odpor trenia odoberanej triesky zeminu pri jej pohybe po štandardnej radlici [N],
- F_Z – odpor trenia prizmy zeminu hrnutej pred štandardnou radlicou po podložke [N].



Obr. 5.22 Výpočtová schéma určenia odporu zeminu [8]



Obr. 5.23 Konštrukčná úprava dozérovej radlice osadením vyčnievajúcich zubov [8]

5.1.5 Prídavné zariadenia dozérov

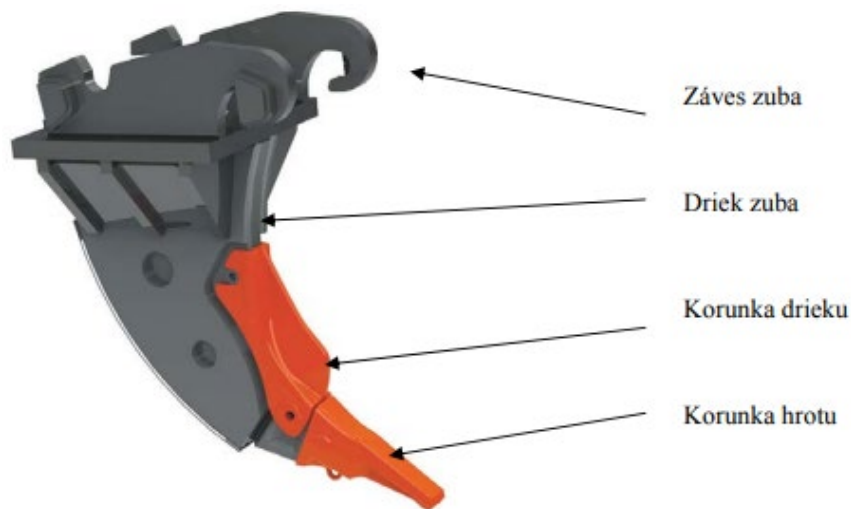
Dozéry okrem základného pracovného zariadenia – radlice môžu byť vybavené viacerými druhmi prídavných zariadení. Medzi najpoužívannejšie patria:

- rozrývač,
- navijak,
- výkyvný záves,
- ukladač potrubia,
- nivelačné zariadenie.

Rozrývač - patrí medzi najpoužívannejšie prídavné zariadenie dozéra. Využíva sa pri rozpojovaní ťažšie rozpojiteľných zemín. Umožňujú tri až päťkrát zvýšiť výkonnosť týchto strojov. Úlohou zariadenia je zeminu, ktorá je inými spôsobmi rozpojovania len ťažko rozpojiteľná, počas jazdy stroja rozrušiť. Pri práci rozrývača sa využíva princíp mechanického rozpojovania vertikálnym nožom. Rozrývače možno použiť aj na inú prácu, napr. odstraňovanie veľkých balvanov a kmeňov, na rozrušovanie jestvujúcich vozoviek pri ich oprave a pod.

Najdôležitejšou časťou rozrývača sú rozrývacie zuby (Obr. 5.24), ktoré sú zároveň aj najviac namáhanou časťou celého mechanizmu. Korunky hrotu a drieku zuba sa vyrábajú kovaním z legovaných ocelí, ktoré sa vyznačujú vysokou oteruvzdornosťou a tiež sú odolné vysokým teplotám, ktoré vznikajú v exponovaných častiach nástroja počas procesu rozrušovania zemin. Vyrábajú sa podľa určenia v rôznych tvarových modifikáciách.

Podľa charakteru rozrušovanej horniny sa mení hĺbka a aj šírka rozrývania, požadovaný výkon motora, a tým aj ťažná sila nosiča náradia. Od mechanických vlastností dobývanej zemin závisí počet zubov a vzdialenosť medzi nimi. Rozrývače určené pre ľahké zemin majú túto vzdialenosť v rozsahu 0,3 až 0,5 m pri použití piatich zubov a 0,8 až 1 m pri troch zuboch. Pri stredných rozrývačoch je vzdialenosť medzi zubami 0,9 až 1,3 m. Ťažké rozrývače majú obyčajne 3 zuby so vzdialenosťou 1,4 m a najťažšie typy 2 zuby vzdialené od seba maximálne 2,6 m.



Obr. 5.24 Rozrývací zub [9]



a) zub grejdrového rozrývača



b) ťhací hák



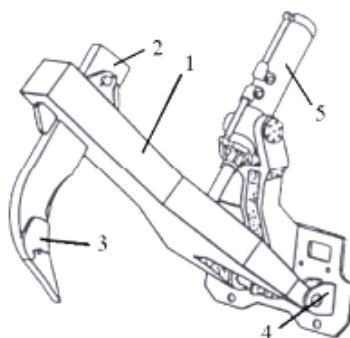
c) zub pre ťažké zeminý

Obr. 5.25 Typy rozrývacích zubov [9]

Rozrývacie zariadenie môže byť pripojené k nosiču:

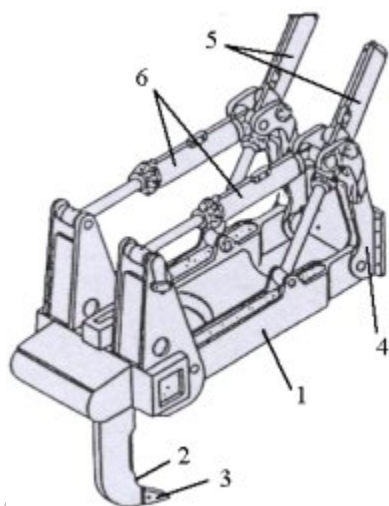
- v 3 bodoch – trojbodový záves,
- v 4 bodoch – štvorbodový záves (paralelogram).

Radiálny (trojbodový) záves - konštrukčne je najjednoduchší. Tyčový držiak zuba (1) so zubom (2), ukotveným do objímky držiaka pomocou čapu, je kĺbovo spojený s montážnou konzolou (4) ukotvenou k zadnej časti stroja (Obr. 5.26). Zdvíhanie a spúšťanie zuba (2) s hrotom (3) vykonáva priamočiary hydromotor (5). Nevýhodou je, že pri spúšťaní, resp. pri zdvíhaní sa hrot rozrývača pohybuje po oblúku, čím sa mení geometria rezania a aj záberový uhol. V niektorých prípadoch sa uhol záberu môže zmeniť až o 30° v závislosti od pracovnej kinematiky. Táto zmena je veľmi nepriaznivý jav, ktorý môže spôsobiť vyššiu požiadavku na ťažnú silu stroja a tiež aj vyššie prevádzkové náklady.



Obr. 5.26 Radiálny trojbodový záves [9]

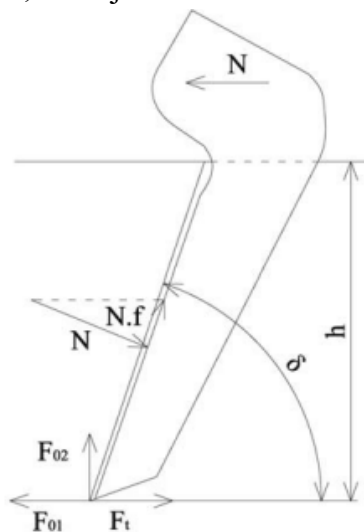
Rovnoběžníkový (štvorbodový záves) - konštrukčne je zložitejší, eliminuje však nedostatky trojbodového závesu (Obr. 5.27). Zub rozrývača (2) pri zdvíhaní alebo spúšťaní zachováva stálu geometriu rezu, pretože koná spolu so strmeňom paralelný pohyb. Aj v tomto prípade zdvíhanie a spúšťanie zuba (2) s hrotom (3) vykonáva priamočiary hydromotor (5). U najnovších konštrukcií rozrývačov je horné tiahlo štvorkĺbového mechanizmu nahradené priamočiarym hydromotorom na zabezpečenie naklápania drieku zuba (6) vďaka čomu sa odstraňuje hlavná nevýhoda radiálneho závesu.



Obr. 5.27 Štvorbodový záves a príklady aplikácie na stroji [9]

Profil zuba treba dimenzovať tak, aby vydržal 1,5-násobné zaťaženie ťažnou silou ťahača, resp. nosiča za predpokladu, že toto zaťaženie pôsobí na špičke zuba. V prednej časti zuba sú úkosity pod uhlom 35 až 40°, ktorými sa znižuje odpor zeminy pri pohybe noža. Rozrývače majú geometriu noža závislú od pôdy, do ktorej sú zväčša určené. Uhol rezania δ (Obr. 5.28) v závislosti od fyzikálno-mechanických vlastností hornín vychádza pri strojoch určených na rozpojovanie trhatelných zemín približne 35 až 40°. Jeho veľkosť tiež závisí od uhla ostria β , ktorý obvykle býva 20 až 30° a uhla chrbta, ktorý na rozrývačoch nemá byť menší ako $\alpha = 5^\circ$. Z usporiadania rozrývacieho mechanizmu a jeho pripojenia k nosiču je zrejmé, že na začiatku práce, sa pracovný nástroj pootáča okolo osi uchytenia na stroji, takže uhly geometrie rezu sa pritom menia (uhol δ aj uhol α). Niektoré konštrukcie rozrývačov sú riešené tak, že môžu meniť uhol rezu rozrývača i počas zahlbovania. Dĺžka zuba býva o 100 až 300 mm dlhšia, ako je maximálna hĺbka dosiahnuteľná rozrývačom, aby sa rozpojená a nakyprená

zemia neotierala o rám uloženia zuba. Okrem toho, sú zuby konštruované tak, aby sa dala meniť hĺbka ryhy. V smere kolmom na prednú hranu zuba pôsobí sila N , ktorej veľkosť je rovná odporu proti pohybu zuba. Tento odpor (najmä spomenuté normálové sily N) vyvodzuje na hranu zuba zložku tangenciálnu $N.f$, kde f je koeficient trenia medzi zeminou a oceľou.



Obr. 5.28 Sily pôsobiace na nôž rozrývača [8]

Medzi silami vyznačenými na Obr. 5.28 platí závislosť:

$$F_{01} = N \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right) + N.f \cdot \cos \delta + F_t \quad [\text{N}] \quad (5.5)$$

Po úprave vzťah môžeme vyjadriť nasledujúcim spôsobom:

$$F_{01} = N \cdot (\sin \delta + f \cdot \cos \delta) + F_t \quad [\text{N}] \quad (5.6)$$

kde: δ - uhol rezu $[\circ]$

Reznú silu F_{01} určíme podľa vzťahu (Dombrovského):

$$F_{01} = k \cdot S \quad [\text{N}] \quad (5.7)$$

kde: S – plocha odoberanej triesky $S = b.h$ $[\text{mm}^2]$,

h – hĺbka rezu $h = (1 \div 2)$ $[\text{m}]$,

b – šírka noža $[\text{m}]$.

Zvislá zložka F_{02} závisí od fyzikálno-mechanických vlastností rozrývanej horniny a od plochy otupenia noža, jej veľkosť sa na rozrývačoch pohybuje v rozmedzí: $F_{02} = (0,1 \div 0,3) \cdot F_{01}$ $[\text{N}]$.

Navijak - je prídavné pracovné zariadenie umiestnené v zadnej časti traktorového nosiča. Slúži na odťahovanie havarovaných vozidiel, vytrhávanie stromov alebo na približovanie dreva (Obr. 5.29). Pozostáva z rámu (skrine navijaku), lanového bubna s lanom požadovaného priemeru a hnacieho mechanizmu. Staršie typy mali mechanický pohon ovládaný brzdou a spojkou, nové typy už majú hydrostatický pohon s regulačným hydrogenerátorom alebo konštantným hydromotorom zapojených v uzavretom okruhu.

Bočne výkyvný záves - toto prídavné zariadenie je umiestnené v zadnej časti traktorového nosiča (Obr. 5.30). Slúži na pripájanie rôznych prívesov. Pozostáva z rámu s oblúkovým

segmentom s otvormi a tiahla zakončeného vidlicou s čapom. Obyčajne tvorí jeden celok s navijakom.



Obr. 5.29 Dozér s navijakom [9]



Obr. 5.30 Dozér s bočne výkyvným závesom [9]

Ukladač potrubia (pipelayer) - nosič je v podstate dozér na pásovom alebo kolesovom podvozku vybavený pracovným zariadením na ukladanie potrubia. Pozostáva z hlavného rámu, mechanizmu na zdvíhanie nákladu, výkyvného bočného výložníka otočne uloženého na čape a protizávažia (Obr. 5.31). Strojová sústava ukladača potrubia musí byť vybavená brzdami, ktoré sa môžu uvoľniť pomocou ovládačov a automaticky sa uvedú do činnosti, ak vodič zastaví pohon stroja alebo ak zlyhá zdroj energie. Brzdy sú navrhnuté tak, aby zniesli 1,5 násobok predpísanej menovitej nosnosti za podmienok určených výrobcom. Háky musia preukázať skúšobné zaťaženie rovnajúce sa 2-násobku pracovného zaťaženia bez trvalej deformácie a silu na medzi pevnosti rovnajúcu sa 4-násobku pracovného zaťaženia. Háky pre iné aplikácie ako na ukladanie potrubia (napr. prepravu alebo na skladanie špeciálnych nástrojov pracovného zariadenia), musia spĺňať špeciálne požiadavky na bezpečnosť. Laná musia byť navrhnuté v súlade s požiadavkami ISO 4308-1 a samotný ukladač potrubia musí vyhovovať legislatívnym požiadavkám.



Obr. 5.31 Ukladač potrubia [9]

Nivelačné systémy - najnovšie dozéry sú už vybavené automatickými nivelizačnými systémami, ktoré ovládajú hydrauliku pracovného zariadenia, Obr. 5.32. Tento systém je dôležitý preto, lebo pri prejazde terénom podvozok dozéra kopíruje terén a keďže pracovné

zariadenie je upevnené v prednej časti, pri prejazde nerovnosťami sa radlica vychyluje a bez nivelizačného systému by bolo dosiahnutie rovinatej pláne veľmi obtiažne. Sú modulárne, rozširiteľné a je možné ich nainštalovať na ľubovoľný typ stavebného stroja bez ohľadu na výrobcu. Všetky komponenty nivelizačného systému sú ľahko ovládateľné, umožňujú rýchlu inštaláciu a vynikajú dlhou životnosťou. Všetky tieto faktory sú dôležité pre bezproblémovú a kvalitnú prácu stroja.



Obr. 5.32 Dozér s nivelačným zariadením [9]

5.2 Grejdre

Grejder je zemný stroj, ktorý je konštrukčne určený pre prácu v nesúdržných a sypkých materiáloch, na kolesovom podvozku vybavený nastaviteľnou radlicou medzi prednou a zadnou nápravou, ktorý reže, premiestňuje a rozprestiera zeminy zvyčajne podľa požiadaviek na zrovnávanie zvlneného terénu [7]. Vzhľadom k tomu, že pracovný nástroj môže vykonávať priestorový pohyb, dajú sa s ním robiť práce, ktoré iné zemné stroje nie sú schopné realizovať. Z hľadiska technologického postupu zemných prác je grejder stroj, ktorý dokončuje povrch terénu pripravený inými zemnými strojmi. Základnými druhmi práce pre grejder sú:

- zhrnutie (odstránenie) ornice, zatravnenej plochy,
- planírovacie (zrovnávacie) práce,
- rozprestieranie materiálu,
- svahovacie práce,
- profilovanie a čistenie priekop, zahŕňanie výkopov,
- premiešavanie stavebných materiálov a jeho rozprestieranie (stabilizácia zemného telesa),
- práce v komunálnom hospodárstve a pri údržbe ciest (odhrňovanie snehu, čistenie okrajov ciest, priekop a pod).

Z pohľadu histórie vývoja zemných strojov patrí grejder medzi najstaršie. Dôvodom jeho vzniku bola potreba nahradiť ručnú prácu pri údržbe nespevnených ciest produktívnejším spôsobom. Prvý grejder bol skonštruovaný J. D. Adamsom v roku 1885. Bol to rám s dvomi kolesami, na ktorom bola upevnená radlica s pevne nastaveným uhlom natočenia voči smeru jazdy. Už v roku 1896 sa objavil stroj s dvomi nápravami, pričom predná náprava bola riaditeľná a nastaviteľná radlica bola umiestnená medzi nápravami (Obr. 5.33).



Obr. 5.33 Ťahaný grejder s riadenou prednou nápravou [7]

Na začiatku 20. storočia sa konský poťah začal nahrádzať parnými lokomobilmí a neskôr traktormi so spaľovacím motorom. Koncom 30. rokov minulého storočia sa mechanické ovládanie stroja začalo nahrádzať hydraulickým.

5.2.1 Rozdelenie grejdrov

Grejdre môžeme zaradiť medzi dokončovacie zemné stroje traktorového typu. Ich prioritnou technologickou operáciou je úprava pláne, rozprestieranie a presné dorovnávanie vrstiev podsypu a podkladových vrstiev zeminy pri výstavbe ciest a diaľnic. Možnosťou natáčania tildozérovej radlice sú schopné profilovať aj nízke priekopy, svahovať boky násypov a zárezov. Otočným stolom a usporiadaním ovládacích valcov sa môže dosiahnuť kolmé natočenie radlice voči horizontálnej pojazdovej rovine. Takýmto usporiadaním sa umožňuje aj zarovnávanie zvislých stien. Na tieto účely sú grejdre vybavené:

- zarovnávacou (univerzálnou) radlicou umiestnenou v strede stroja,
- výkyvnou prednou nápravou s meniteľným uhlom sklonu predných kolies,
- tandemovou zadnou dvojnápravou s výkyvným uložením kolies,
- plne hydraulickým ovládaním všetkých pohybov radlice,
- kĺbovou konštrukciou rámu umožňujúcou doplnkové riadenie stroja,
- predným náhomom pre najpresnejšie zarovnávanie a maximálny trakčný výkon.

Takto vybavený stroj je univerzálny a môže byť používaný efektívne aj pri údržbe ciest a diaľnic, úprave svahov, príprave a dokončovaní športovísk, parkovacích a letiskových plôch, pri terénnych úpravách parkov a trávnikov a množstve ďalších aplikácií. Mobilita a samostatnosť grejdra umožňuje jeho nasadenie aj na menších stavbách, pričom jeden stroj dokáže v krátkej dobe „obslúžiť“ aj niekoľko takýchto pracovísk. Dve doplnkové zariadenia, predná (dozérová) radlica a zadný rozrývač, podstatne zvyšujú možnosti použitia grejdra na stavbách a pri terénnych úpravách. Z hľadiska koncepčného usporiadania stroja môžeme grejdre rozdeliť podľa týchto kritérií:

Podľa spôsobu pohybu:

- prívesné,
- ťahané,
- samopojazdné;

Podľa spôsobu ovládania:

- mechanický (Obr. 5.34),

- hydraulický (Obr. 5.35);

Podľa usporiadania rámu:

- s pevným rámom,

- so zalamovacím rámom.



Obr. 5.34 Grejder s mechanickým ovládaním[9]



Obr. 5.35 Grejder s hydraulickým ovládaním [9]

Prívesné a ťahané grejdre sú v obmedzenom rozsahu schopné pracovať ako klasické grejdre. V súčasnosti sú veľmi zriedkavé. Zvyčajne sú to prídavné zariadenia pre traktory, dozéry, malé nakladače a pod. Sú určené najmä pre úpravu menších plôch (ihriská, skleníky, parky, kompostárne, stavby cyklotrás, a pod.), najmä tam kde sú stiesnené priestory. Obvykle má ich konštrukčné riešenie inú koncepciu ako klasický grejder. Zaraďujeme ich však do skupiny grejdrov, pretože ich základnou funkciou je finálna úprava terénu. Na Obr. 5.36 je znázornený malý grejder ako prídavné zariadenie nakladača riadeného preklzom kolies (skyd steer).



Obr. 5.36 Grejder ako prídavné zariadenie k šmykom riadeným nakladačom [9]

Vychádzajúc zo základnej požiadavky, aby rovinnosť zarovnáwanej plochy bola čo najlepšia, je potrebné, aby radlica bola umiestnená medzi prednou a zadnou nápravou. Z jednoduchých geometrických úvah potom vyplýva veľkosť rázvoru (vzdialenosť medzi prednou a zadnou nápravou), ktorý významne ovplyvňuje manévrovateľnosť stroja (minimálny polomer otáčania). Odpor pri práci spôsobujú, že predná náprava je odľahčovaná, preto je potrebné zaistiť optimálne rozloženie nápravových tlakov. Vzhľadom k tomu, že stroj pracuje

v nesúdržných materiáloch a nie je určený na rozpojovanie, mala by byť dĺžka radlice čo najväčšia a tvar radlice musí zaistiť čo najlepší odvod materiálu v pozdĺžnej osi radlice. Poloha radlice by mala mať čo najväčšiu možnosť nastavenia voči osi a rovine pojazdu stroja. Základné veľkostné kategórie grejdrov sú uvedené v Tabuľke 5.4, ich konštrukcie na Obr. 5.37 a štruktúra usporiadania grejdrov na Obr. 5.38. Základné časti grejdrov sú znázornené na Obr. 5.39 a rozmerové parametre na Obr. 5.40.

Tabuľka 5.4 Základné kategórie grejdrov [9]

Druh	Ľahké	Stredné	Ťažké	Veľmi ťažké
Výkon motora [kW]	35÷55	65÷90	100÷140	160÷200
Hmotnosť [t]	6÷9	10÷12	13÷15	17÷24
Dĺžka radlice [m]	2,7÷3,2	3,6÷3,8	3,6÷4,2	3,8÷4,2



a) Minigrejder Komatsu (1x2x3)



b) Dvojosí midi-grejder Champion C (1x2x2)

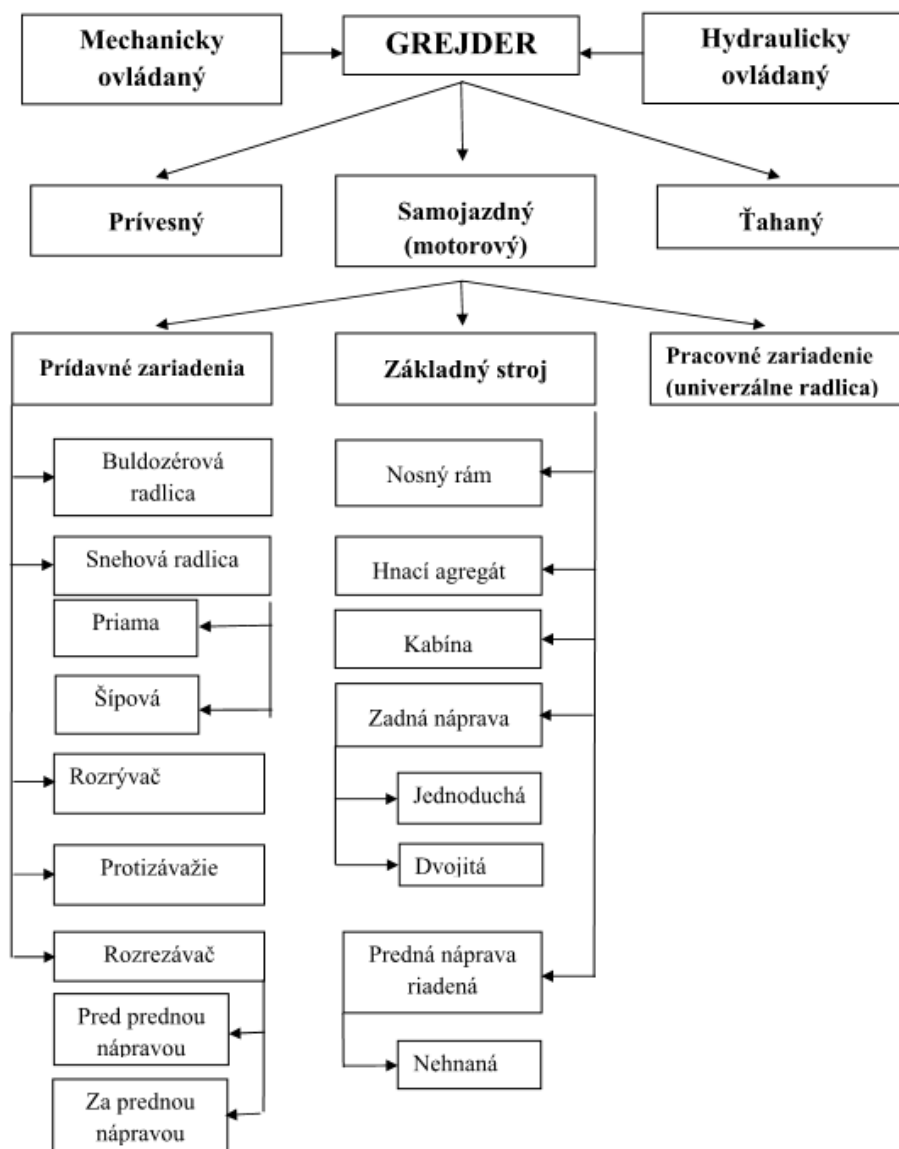


c) Stredný grejder TEREX (1x2x3)



d) Ťažký grejder BOMAG (1x3x3)

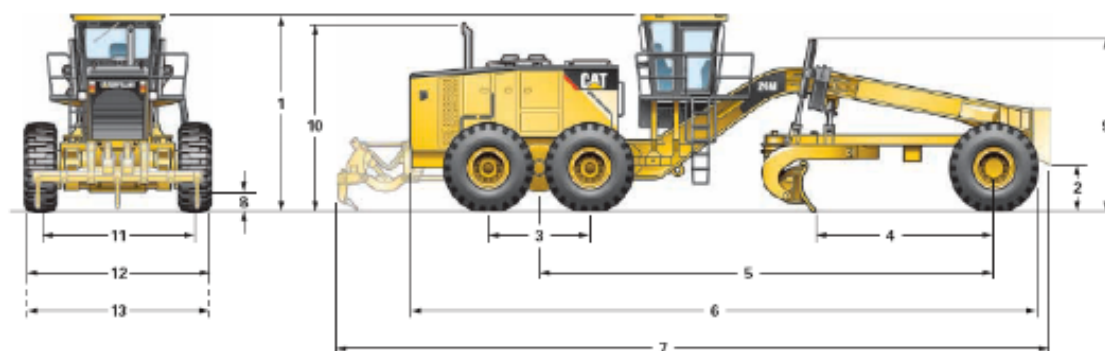
Obr. 5.37 Konštrukcie grejdrov [9]



Obr. 5.38 Štruktúra usporiadania grejdrov [9]



Obr. 5.39 Základné časti motorového grejdra [9]



1 – celková výška stroja, 2 – svetlosť pred prednou nápravou, 3 – rázvor zadnej dvojnápravy, 4 – vzdialenosť reznej hrany tildozerovej radlice, 5 – základný rázvor gradera, 6 – dĺžka stroja bez prídavných zariadení, 7 – celková dĺžka stroja, 8 – svetlosť pod zadnou nápravou, 9 – výška stroja v mieste pracovných valcov, 10 – výška stroja bez kabíny radlice od osi prednej nápravy, 11 – rozchod kolies zadnej dvojnápravy, 12 – šírka zadnej časti stroja, 13 – šírka prednej časti stroja

Obr. 5.40 Rozmerové parametre grejdra [9]

5.2.2 Usporiadanie podvozku

Vývoj koncepcie grejdrov ovplyvnila významne aj konštrukcia podvozku. Jedným z kritérií koncepcie grejdra je usporiadanie a konštrukcia náprav, ktoré sa označuje numerickým kódom $(a \times b \times c)$, s významom:

- a - počet riadených náprav,
- b - počet poháňaných náprav,
- c - celkový počet náprav.

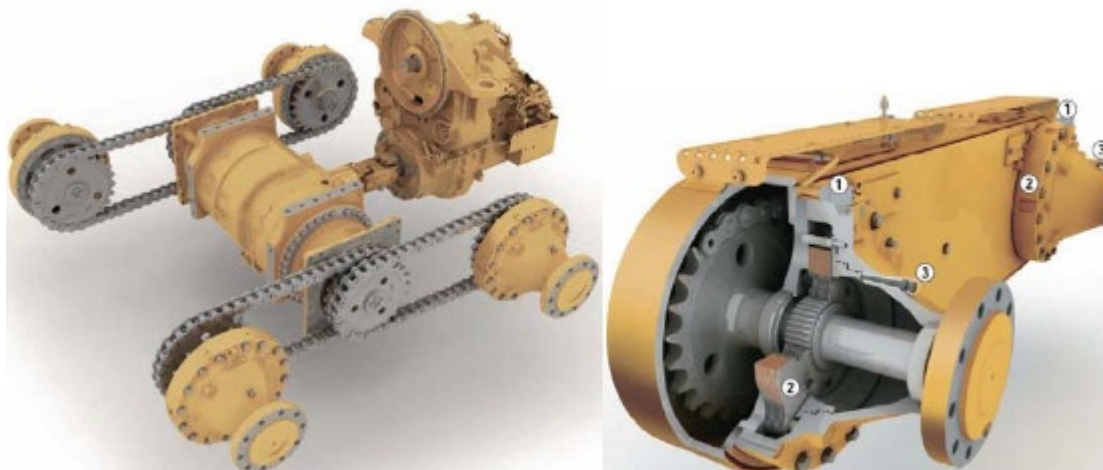
Na trhu je v súčasnosti, v kategórii stredných, ťažkých a veľmi ťažkých grejdrov, najpoužívanjšie usporiadanie $(1 \times 2 \times 3)$ v spojení s kĺbovým rámom. Na osobitné požiadanie výrobcovia ponúkajú i usporiadanie $(1 \times 3 \times 3)$, najmä pre ťažké a veľmi ťažké grejdre. Usporiadania $(1 \times 2 \times 2)$ a $(2 \times 2 \times 2)$ sa používajú u ľahkých grejdrov.

Pohon podvozku

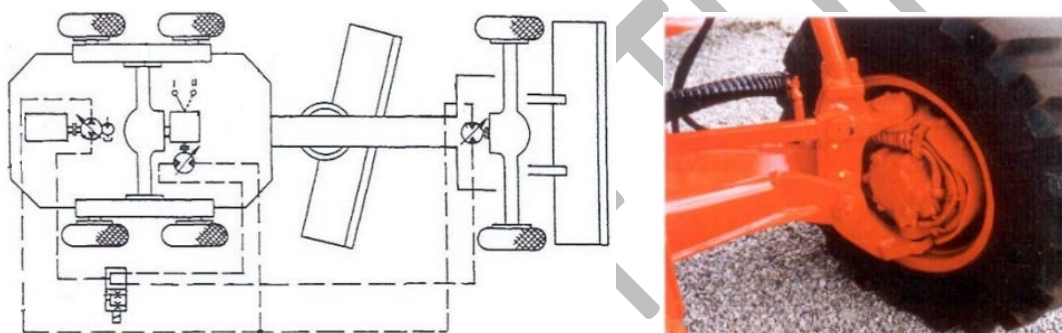
Grejdre podobne ako dozéry patria medzi stroje traktorového typu, lebo pri rozpojovaní a hnutí zeminu sa využíva tlačná a ťažná sila podvozku. Klasická koncepcia pohonu pojazdu pozostáva z hnacieho agregátu (spaľovacieho motora) v spojení s hydrodynamickým meničom a mechanickou prevodovkou s radením prevodových stupňov pod záťažou, ktorá môže mať v závislosti od veľkosti grejdra, 9 až 12 prevodových stupňov. Menič, zabudovaný medzi motor a prevodovku zabezpečuje automatickú adaptáciu krútiaceho momentu na každú zmenu trakčných podmienok. Prenos výkonu z prevodovky cez kĺbový hriadeľ a rozvodovku cez bezprekážový diferenciál (100 % No-Spin) v tandemovej náprave na kolesá sa realizuje buď čelnými ozubenými kolesami (dvoj nápravy DANA) alebo cez nastaviteľnú Heavy-Duty valčekovú reťaz (dvojnáprava firmy Caterpillar, Obr. 5.41).

Významným doplnkom je hydrostatický náhon predných kolies, tzv. systém AWD (all vehicle drive), kde samostatné čerpadlá pre ľavú a pravú stranu s nezávislým riadením hydraulického prietoku do hydromotorov regulujú obvodovú rýchlosť predných kolies, Obr. 5.42. Tým sa výrazne zmenšil polomer zatáčania zvlášť v zlých pôdných podmienkach. Takto

vybavený grejder má vyššiu trakčnú silu potrebnú pre prejazd ťažkým terénom. Pri prejazdoch vyššou rýchlosťou môže byť predný náhon odpojený.



Obr. 5.41 Pohon hydrodynamickým meničom a mechanickou prevodovkou [5]



Obr. 5.42 Hydrostatický pohon grejdra – schéma zapojenia a hydrokoleso (predné) [5]

Ťažná sila grejdra

Určí sa pomocou nasledovného vzťahu:

$$T = G_C \cdot (f_v + tg\alpha) + W \quad [N] \quad (5.8)$$

kde:

T – ťažná sila [N]

G_C – celková tiaž grejdra [N]

f_v – súčiniteľ valivého odporu [-]

α – uhol stúpania [°]

W – tlačná sila grejdra (užitočné vonkajšie zaťaženie) [N]

Maximálna ťažná sila grejdra môže byť vyjadrená takto:

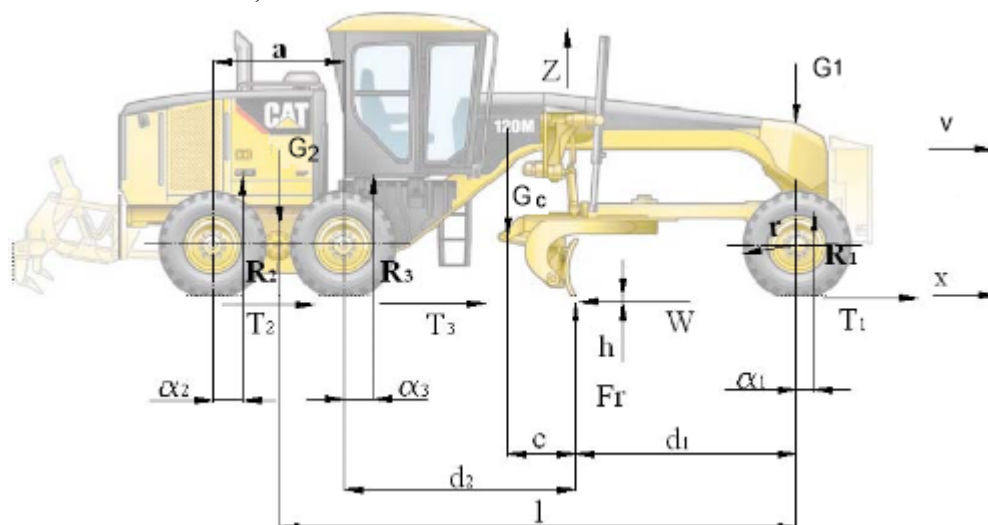
$$T_{\max} = \mu \cdot \sum_{i=1}^n R_i \quad [N] \quad (5.9)$$

μ – záberový súčiniteľ [-]

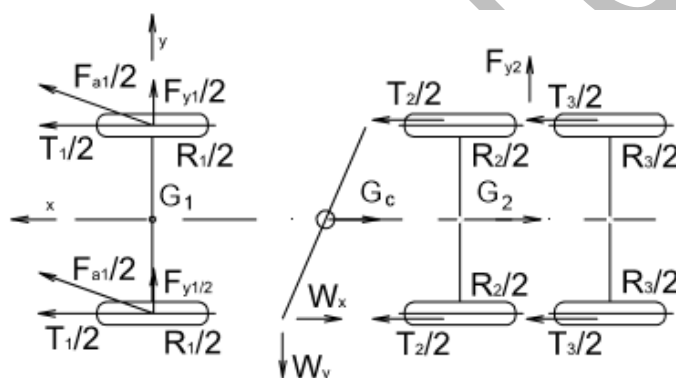
R_i – je reakcia podložky na koleso [N].

Sily pôsobiace na podvozok grejdra

Silové pomery na grejdri potrebné na určenie hnacieho momentu a ťažnej sily grejdra sú znázornené na Obr. 5.43, 5.44 a 5.45.



Obr. 5.43 Sily pôsobiace na grejder vo vertikálnej rovine [5]



Obr. 5.44 Sily pôsobiace na grejder v horizontálnej rovine [5]

R_1, R_2, R_3 – sú reakcie kolies [N]
 T_1, T_2, T_3 – sú ťažne sily na nápravách [N]
 F_N – normálová reakcia na nástroji [N]
 G_c – celková tiaž stroja [N]
 G_1 – tiaž prednej nápravy [N]
 G_2 – tiaž zadnej nápravy [N]

Pričom:

$$T_1 = \varphi \cdot R_1, T_2 = \varphi \cdot R_2 \text{ a } T_3 = \varphi \cdot R_3 \quad [N]$$

$$W = F_G \cdot \frac{\varphi}{1 - \rho \cdot \varphi} \quad [N]$$

kde:

φ – súčiniteľ adhézie [-]

ρ – hustota zeminy [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

$$\varphi = \frac{F_R}{W} = (0,15 \div 0,2) \quad [-]$$

(5.10)

$$\begin{aligned}
 F_R & - \text{normálová reakcia na radlicu} & [\text{N}] \\
 \text{Pri podvozku } 1 \times 2 \times 3: \\
 W & = \varphi \cdot (R_2 + R_3) & [\text{N}] \\
 F_{a1} & = \varphi \cdot G_1 = T_{1\max} & [\text{N}]
 \end{aligned}
 \tag{5.11}$$

Súčiniteľ využitia ťažnej sily potom možno vyjadriť takto:

$$\begin{aligned}
 \tau & = \frac{T_1}{T_{1\max}} & [\text{N}] \\
 \tau & - \text{je súčiniteľ využitia ťažnej sily} & [\text{N}]
 \end{aligned}
 \tag{5.12}$$

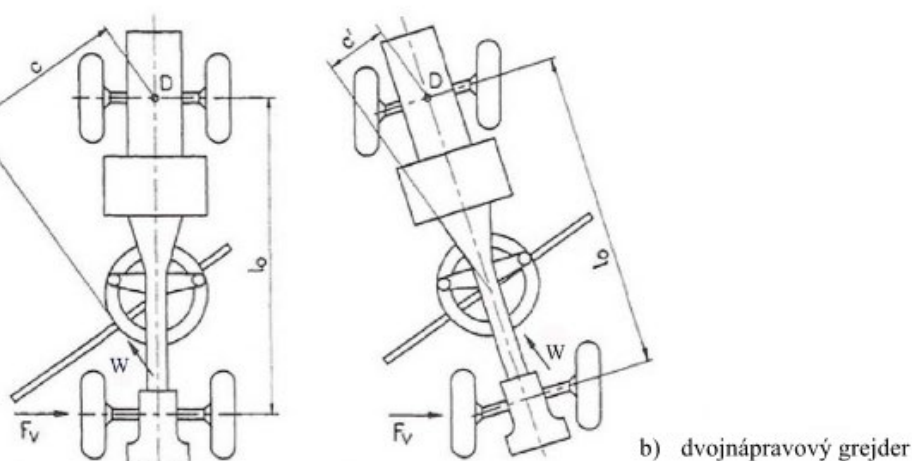
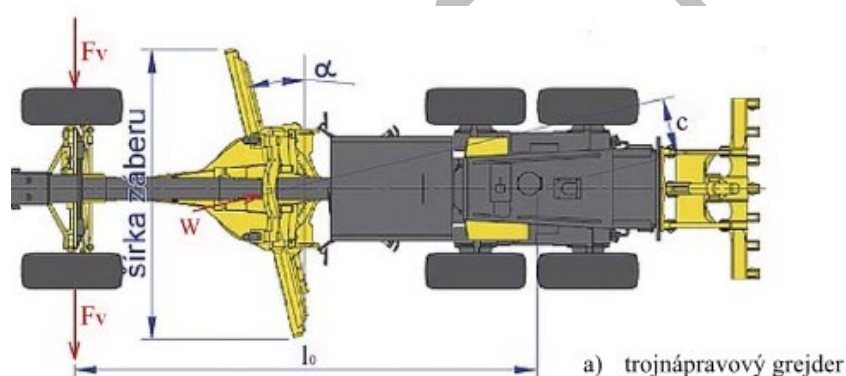
Bočná sila pôsobiaca na radlicu v závislosti od počtu náprav grejdra sa rovná:

$$\begin{aligned}
 - \text{dvojnápravového} \quad W & = 0,33 \frac{G_c \cdot \varphi \cdot l_0}{c} & [\text{N}] \\
 - \text{trojnápravového} \quad W & = 0,40 \frac{G_c \cdot \varphi \cdot l_0}{c} & [\text{N}]
 \end{aligned}$$

kde:

$$\begin{aligned}
 \varphi & - \text{súčiniteľ záberu (adhézie) kola} & [-] \\
 F_V & - \text{odpor kola proti bočnému posunutiu} & [\text{N}]
 \end{aligned}
 \tag{5.13}$$

$$F_V = F_{eV} \cdot \mu_K \tag{5.14}$$



Obr. 5.45 Bočná sila pôsobiaca na prednú nápravu [5]

Nastavenie radlice o uhol α spôsobuje vznik stranových síl F_V , ktoré sa snažia grejder vytlačiť z priameho smeru jazdy (Obr. 5.45). Na elimináciu týchto síl sa využíva protimoment,

ktorý je vytvorený vychýlením zvislej osi predných kolies o uhol (12 až 18°). Zároveň toto vychýlenie zvyšuje stabilitu stroja pri svahovacích prácach a pri vytváraní priekop.

Hnací moment pôsobiaci na kolesá zadnej dvojnápravy je limitovaný veľkosťou tiaže pôsobiacej na zadné kolesá.

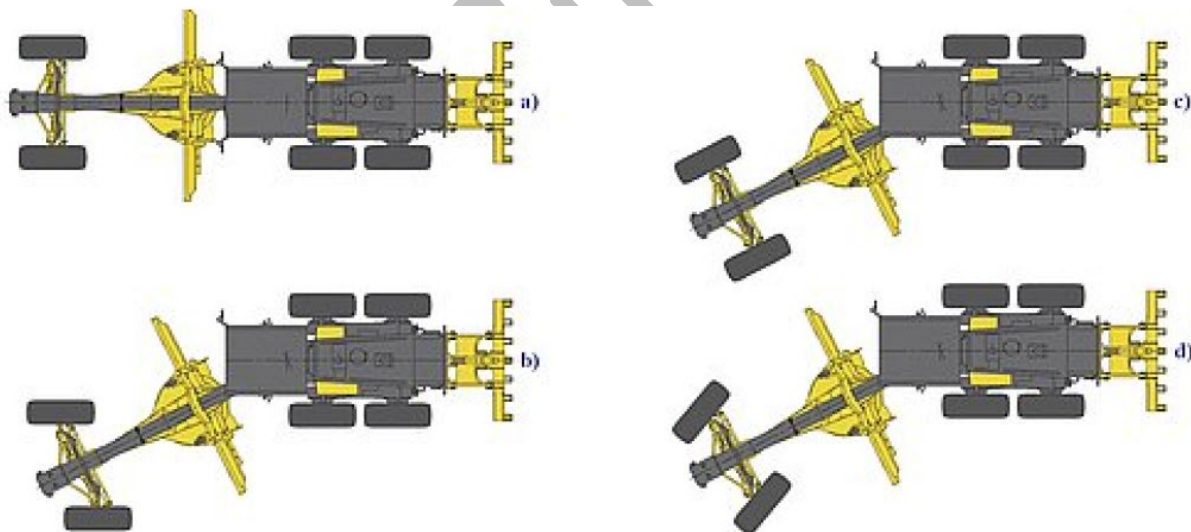
Riadenie smeru jazdy

Smer jazdy grejdrov sa riadi:

- natáčaním kolies prednej nápravy,
- natáčaním všetkých kolies,
- kĺbovým rámom,
- kombináciou vyššie uvedených spôsobov.

Natáčanie kĺbového rámu sa spravidla robí pomocou dvojice priamočiarych hydromotorov, ktoré prostredníctvom hydraulického systému sú schopné zabezpečiť tuhú väzbu medzi prednou a zadnou časťou rámu. Grejder môže pracovať so zalomeným rámom aj v priamom smere v súčinnosti s prednou riadenou nápravou. Uhol zalomenia rámov býva v rozsahu 24° až 27°. Kĺbový rám umožňuje grejderu pracovať v troch režimoch, ako je to znázornené na Obr. 5.46.

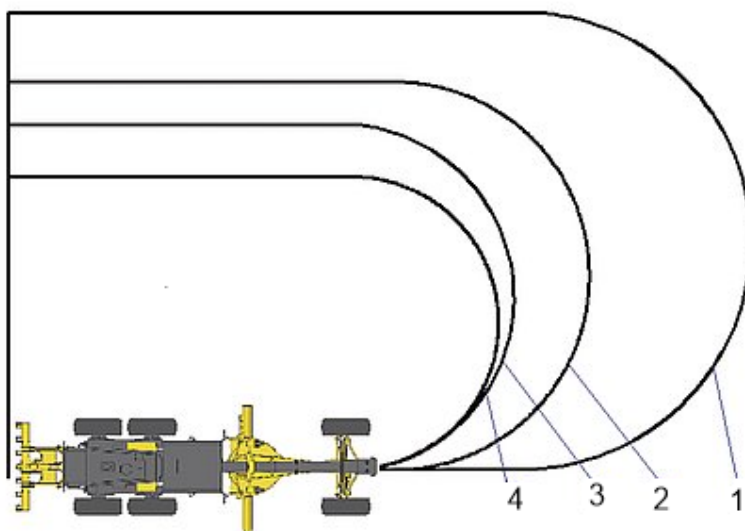
Zadná časť rámu môže byť vyrobená v jednom kuse so skriňou pre pohon a rozvodovku zadnej tandemovej nápravy. Tento variant sa v súčasnosti vyskytuje u strojov malých rázvorov a hmotnosti resp. u dvojosových grejdrov (1x2x2). Väčšina strojov (1x2x3) má rámy vyrobené samostatne a spojené sú navzájom otočne cez kĺb s vertikálnym čapom.



Obr. 5.46 Možnosti riadenia grejdra [5]

Na Obr. 5.46a sú obidve časti rámu stabilizované v jednej osi ako tuhý celok a zatáčanie stroja je realizované len natáčaním kolies prednej nápravy. Tento režim je vhodný pre úpravu dlhých priamych úsekov s miernymi zákrutami. Na Obr. 5.46b je znázornené postavenie rámov, ktoré umožňuje tzv. „krabí chod“ („psí chod“). Vtedy je pri priamom smere chodu stroja os jazdy prednej nápravy voči pozdĺžnej osi zadnej (hnacej) nápravy vysunutá napravo alebo naľavo. Tento režim sa využíva najmä pri rozhrňaní materiálu, ktorý kladie pri rozhrňaní veľký odpor proti priečnemu posuvu materiálu po radlici. Presadenie osi kompenzuje odpor a nevytláča stroj z priameho smeru jazdy (znižuje sa účinok vonkajších bočných síl do riadenia). Na Obr. 5.46c

je využitie zalomenia rámu na zatáčanie stroja. Tam kde sa vyžaduje minimálny polomer otáčania, sa používa režim podľa Obr. 5.46d. Vplyv využitia súčasného zalomenia rámu a natočenia kolies prednej nápravy, ktoré býva až $\pm 45^\circ$ na polomer zatáčania, je na Obr. 5.47. Z dôvodu správnej činnosti stroja a zabezpečenia jeho riadenia prednou nápravou je potrebné zabezpečiť, aby pri práci pripadalo na túto nápravu približne 30 % z hmotnosti stroja. Toto si vyžaduje opatrné nastavenie prítlaku radlice do záberu, nakoľko radlicou je predná náprava nadľahčovaná a riadenie sa môže stať neúčinné.

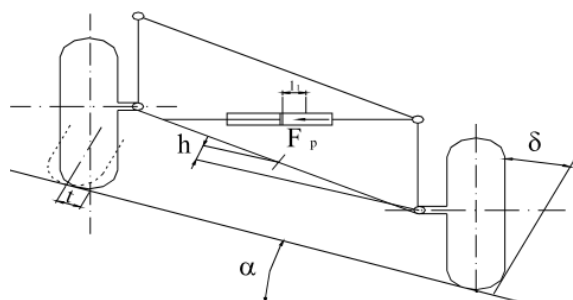


Obr. 5.47 Porovnanie polomerov zatáčania [5]

- 1 trojnápravový grejder 1 x 2 x 3 s pevným rámom a riadenou prednou nápravou,
- 2 dvojnápravový grejder 2 x 2 x 2 s pevným rámom a dvomi riadenými nápravami,
- 3 trojnápravový grejder 1 x 2 x 3 s lomeným rámom a s riadenou prednou nápravou,
- 4 trojnápravový grejder 1 x 2 x 3 s lomeným rámom a pribažd'ovaním hnacích kolies.

Ovládanie prednej nápravy

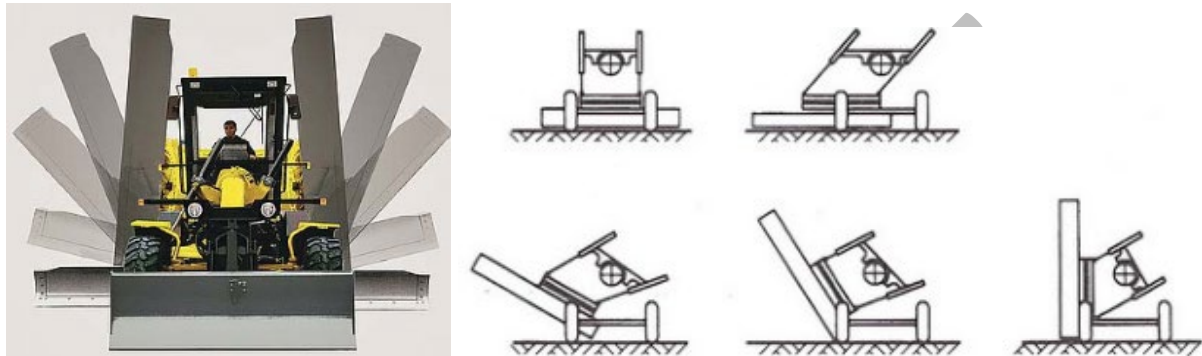
Predná náprava je výkyvne uložená na prednom ráme. Bočný sklon kolies, nastaviteľný v rozsahu 12 až 18° (výnimočne aj 21°), eliminuje bočné reakčné sily a zabezpečuje dodržanie priameho smeru jazdy pri práci grejdra bez potreby korekcie riadením. Paralelné naklápanie kolies prednej nápravy je zabezpečené štvorkĺbovým mechanizmom (paralogramom), ktorý je ovládaný priamočiarým hydromotorom. Pri určovaní ovládacej sily sa vychádza z porovnania mechanickej práce hydromotora s mechanicou prácou sily bočného odporu F_s pneumatiky pri jej kĺzaní po podložke a potenciálnej energie pri nadvihnutí prednej časti grejdra s tiažou F_G (Obr. 5.48).



Obr. 5.48 Mechanizmus sklonu predných kolies [7]

5.2.3 Pracovné zariadenia grejdrov

Univerzálna radlica - hlavným pracovným nástrojom grejdra je v strednej časti stroja umiestnená tiltdozerová radlica s hydraulickým ovládaním všetkých pohybov zo stanovišťa obsluhy. Kinematika pohybu radlice je v plnom rozsahu pohybov zabezpečuje, že nemôže dôjsť k nárazu častí radlice o konštrukciu rámu a k deformácii ovládacích priamočiarych hydromotorov. Univerzálne možnosti nastavenia polohy umožňujú vykonať presné operácie zarovnávanía, miešanie rôznych materiálov, hlboké odoberanie materiálu a pod. Mechanizmy ovládania univerzálnej radlice a rozsah naklápanie sú znázornené na Obr. 5.49 a 5.50.



Obr. 5.49 Rozsah naklápania univerzálnej radlice [9]

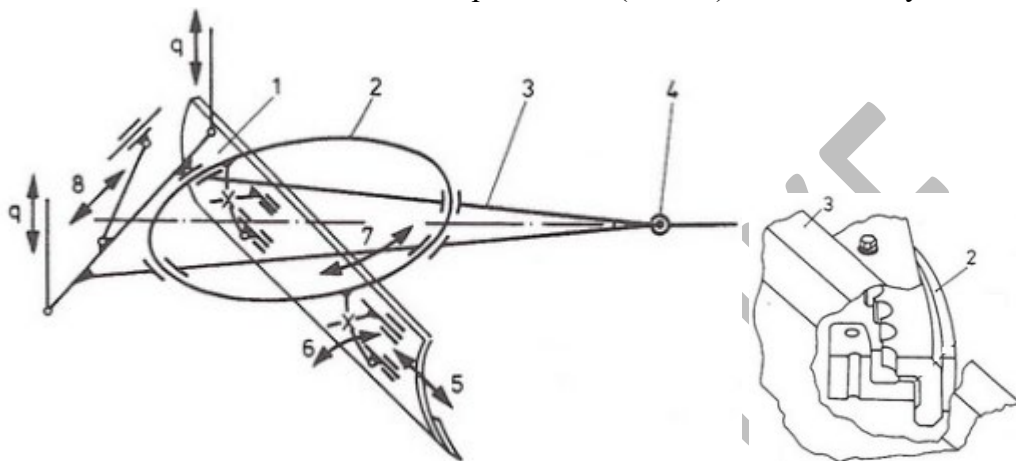


Obr. 5.50 Mechanizmus ovládania univerzálnej radlice [9]

Univerzálna radlica podľa Obr. 5.51 má päť stupňov voľnosti orientovaných do rôznych

smerov:

- priečne vysúvanie (5),
- zmena rezného uhlu (6),
- pootočenie do angldozérového postavenia (do 360°), (7),
- výkyv podvesného rámu od zvislej roviny prechádzajúcej guľovým čapom (do 900 mm), (8),
- natáčanie radlice do tiltdozérového postavenia (do 900) a zmena hĺbky záberu, (9).



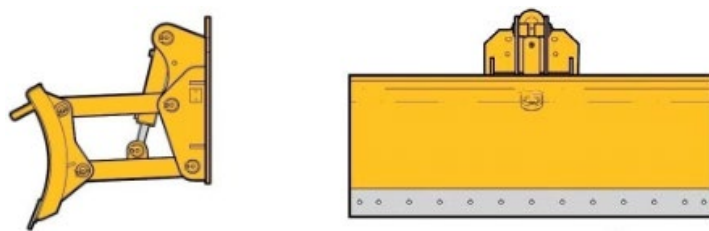
Obr. 5.51 Stupne voľnosti radlice [5]

Na podvesnom (ťažnom) ráme (3) je na otočnom závесе (4) v klznom uložení vložený ozubený veniec (2) s nosnou konštrukciou pre upevnenie hlavného pracovného nástroja – univerzálnej radlice (1). Ozubený veniec je poháňaný rotačným hydromotorom, čo umožňuje natáčanie radlice o 360° okolo vertikálnej osi. Nosná konštrukcia radlice je navrhnutá tak, aby v nej bolo možné posúvať radlicu v priečnom smere vzhľadom k pozdĺžnej osi rámu. Ďalšou dvojicou hydraulických valcov (8) sa nastavuje rezný uhol radlice. Hĺbku rezania je možné nastaviť dvomi spôsobmi a to: nastavením polohy hydraulických valcov (8), alebo pomocou dvojice valcov s menším zdvihom (6), ktoré sú medzi výkyvným rámom a konštrukciou s ozubeným vencom.

Predná buldozérová radlica - využitie grejdrov rozširujú prídavné pracovné zariadenia, medzi ktoré patria:

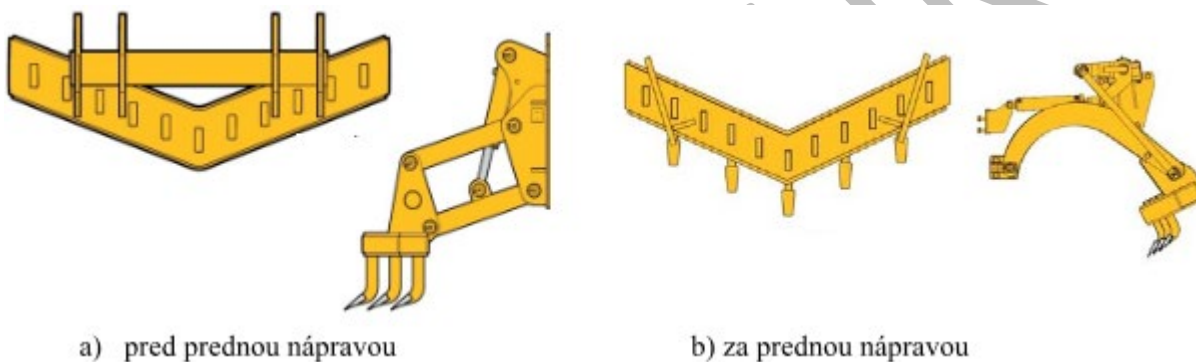
- buldozérová radlica,
- rozrývač,
- snežný pluh,
- bočná odhrňacia radlica.

Na štvorkĺbovom mechanizme je paralelne vedená predná buldozerová radlica (Obr. 5.52), ktorá sa používa na základné rozhrňanie nakopeného alebo narovnaného materiálu. Jej ďalšou úlohou je prvotné zarovnanie terénu do roviny s požadovaným sklonom, zahrňanie výkopov a pod. Uhol záberu je stály a obsluha radlice je jednoduchá.



Obr. 5.52 Predná dozérová radlica s paralelogramovým mechanizmom [5]

Rozrývač - môže byť umiestnený vpredu namiesto buldozérovej radlice (Obr. 5.53a), za prednou nápravou (Obr. 5.53b), alebo vzadu (Obr. 5.54). Výhoda montáže týchto nožov na predné čelo rámu umožňuje prácu aj v blízkosti stien alebo na miestach, kde by sa zadným rozrývačom nedalo dostať. Rozrývacie nože umiestnené za prednou nápravou sú najlepšie viditeľné z miesta operátora a navyše nechávajú voľný predný nosič. Nosná konštrukcia je šípového tvaru pre lepší záber a lepšie rozmiešavanie materiálu. Spôsob zavesenia je štvorkĺbový s hydraulickým ovládaním. Rozrývacie nože majú vymeniteľné rezné hrany, počet nožov býva 5 až 11.



Obr. 5.53 Umiestnenie rozrývača [5]



Obr. 5.54 Umiestnenie rozrývača vzadu [5]

Snežný pluh a bočná odhrňacia radlica - sú využiteľné hlavne pri zimnej údržbe cestných komunikácií, letísk, parkovísk a pod. Ich konštrukcia a umiestnenie je zrejmé z Obr. 5.55.



Obr. 5.55 Prídavné zariadenia pre zimnú údržbu cestných komunikácií [9]

Nivelačné systémy - grejdre patria medzi efektívne a vysoko produktívne stroje so všestrannými možnosťami použitia. Ich hlavnou úlohou je finalizovať profil terénu upravený inými zemnými strojmi. Pre urovanie rozsiahlych plôch v rovine alebo v spáde, ako sú napríklad parkoviská, športové plochy a haly, je ideálne vybaviť grejder dvomi laserovými senzormi, ktoré zabezpečia vysokú produktivitu a umožnia, aby sa stroj pohyboval v ľubovoľnom smere bez ohľadu na os spádu upravovanej pláne. Samozrejme je možné kombinovať jeden laserový senzor s automatickým riadením priečného sklonu radlice, ale v tomto prípade je grejder obmedzený vo svojom pohybe, pretože môže jazdiť len rovnobežne alebo kolmo na os spádu. Referenčnú rovinu, podľa ktorej je riadená výška radlice, vytvára rotačný laser umiestnený na statíve. U konvenčných (2D) nivelačných systémov určených pre grejdre je možné voliť medzi duálnou laserovou niveláciou alebo niveláciou s jedným laserovým, prípadne ultrazvukovým senzorom v kombinácii s automatickým riadením priečného sklonu. Pre automatické riadenie priečného sklonu radlice grejdra treba vybaviť stroj tromi senzormi, ktoré vyhodnocujú natočenie radlice voči osi stroja, pozdĺžny sklon stroja a sklon radlice. Z týchto hodnôt riadiaca jednotka, ktorá je umiestnená v kabíne stroja, vypočíta presnú hodnotu priečného sklonu radlice zodpovedajúcu požadovanej hodnote nastavenej na riadiacej jednotke. Takto stanovená rovina sa prenáša do ovládacích systémov, ktoré dávajú impulz príslušným hydromotorom na ovládanie polohy radlice.

Na trhu sú už bežne dostupné rozličné typy automatických nivelačných systémov, ktoré umožňujú:

- obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi,
- obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi a automatickým priečnym sklonom,
- riadenie pomocou automatického priečného sklonu a laserového senzora,
- riadenie pomocou automatického priečného sklonu a ultrazvukového senzora,
- riadenie automatickým priečnym sklonom,
- 3D-LPS riadenie motorizovanou totálnou stanicou,
- 3D-GPS riadenie satelitnou navigáciou.

Zvláštnou skupinou grejdrov sú tzv. nivelačné grejdre. U týchto strojov je radlica ovládaná automaticky bez vplyvu ľudského faktora. U špičkových riadiacich systémov s automatickou reguláciou polohy radlice v pozdĺžnom i priečnom smere je možné dosiahnuť pri rovinnom planírovaní presnosť ± 3 až 5 mm a v priečnom smere $0,2$ až $0,3^\circ$. Referenčná rovina

(profil) sa vytyčuje tromi spôsobmi: napnutým oceľovým lankom, laserovým lúčom, alebo súradnicami z GPS.



Obr. 5.56 Grejder vybavený 3D GPS nivelačným systémom [5]

5.3 Lopatové nakladače

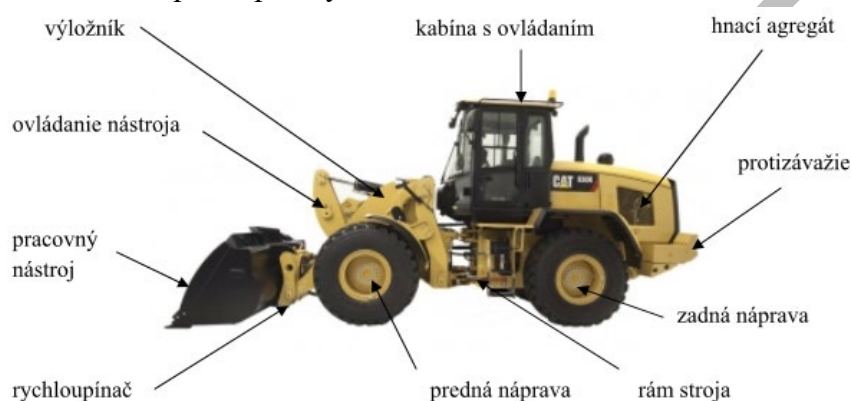
Nakladač je samohybný stroj na pásovom alebo kolesovom podvozku s pracovným zariadením namontovaným vpred, konštrukčne určený predovšetkým na nakladacie a manipulačné práce, ktorý pracovným zariadením s lopatou nakladá, alebo ťaží materiál prostredníctvom pohybu stroja dopredu (stroj traktorového typu). Pracovný cyklus nakladača zvyčajne zahŕňa naberanie, zdvíhanie, prepravovanie, vysýpanie materiálu a spätný návrat do pôvodnej polohy [9].

Prvé nakladače vznikli v 20. až 30-tych rokoch minulého storočia z poľnohospodárskych traktorov vybavených nakladacími lopatami ovládanými lanovými prevodmi. Z nich sa vyvinuli v 40. a 50-tych rokoch samostatné mobilné pracovné stroje, ovládané hydraulicky, ktoré našli široké uplatnenie v praxi. Pôvodne boli nakladače riadené výlučne len zadnou nápravou. Postupne sa zaviedli do výroby aj stroje s dvomi riadenými nápravami. V 60-tych rokoch sa presadilo riadenie kĺbovým rámom. Od 70-tych rokov sa začala výroba nakladačov riadených sklzom kolies (skid steer). Pre pohon pojazdu sa používa hydrostatický pohon do 80 až 120 kW, alebo hydrodynamický pohon, najmä u väčších typov strojov. Zdrojom energie sú výhradne vznetové motory. V súčasnosti sa dostáva do popredia hybridný pohon v kombinácii s elektrickými motor-generátormi poháňanými z akumulátorových batérií.

Nakladače sú využívané pri pracovných technológiách v stavebníctve, poľnohospodárstve, pri výrobe stavebných hmôt, lesnom a drevospracujúcom priemysle, v komunálnej sfére a v rôznych ďalších odvetviach výroby, kde treba nakladať alebo premiestňovať sypký, či kusový materiál a bremená. Nakladače so základným pracovným nástrojom sú určené pre rozpojovanie zeminy do tretej triedy rozpojiteľnosti podľa STN 73 3050 s objemovou hmotnosťou 1800 kg.m^{-3} . Pre iné druhy zemín, prípadne bremená, alebo iné pracovné technológie využívajú nakladače široký sortiment prídavných pracovných zariadení.

5.3.1 Základné rozdelenie nakladačov

Rozdelenie nakladačov závisí od veľkosti, druhu podvozku, jeho riadenia a type pracovného zariadenia. Nakladače môžu byť na pásovom alebo kolesovom podvozku. V súčasnosti sa pásové podvozky používajú asi u 16 % vyrábaných nakladačov. Väčšiu skupinu nakladačov tvoria stroje na kolesovom podvozku. Riadenie takéhoto podvozku môže byť jednou alebo dvoma riadenými nápravami, kĺbovým rámom, alebo riadením preklzom kolies. Nakladače riadené preklzom kolies (skid-steer) patria do triedy s objemom základnej lopaty 0,2 až 0,8 m³. Riadenie smeru jazdy je riešené podobne ako u pásových podvozkov, pribrzd'ovaním kolies. Štruktúra základných stavebných modulov nakladačov a manipulátorov je uvedená na Obr. 5.57 a štruktúra koncepcií lopatových nakladačov na Obr. 5.59.



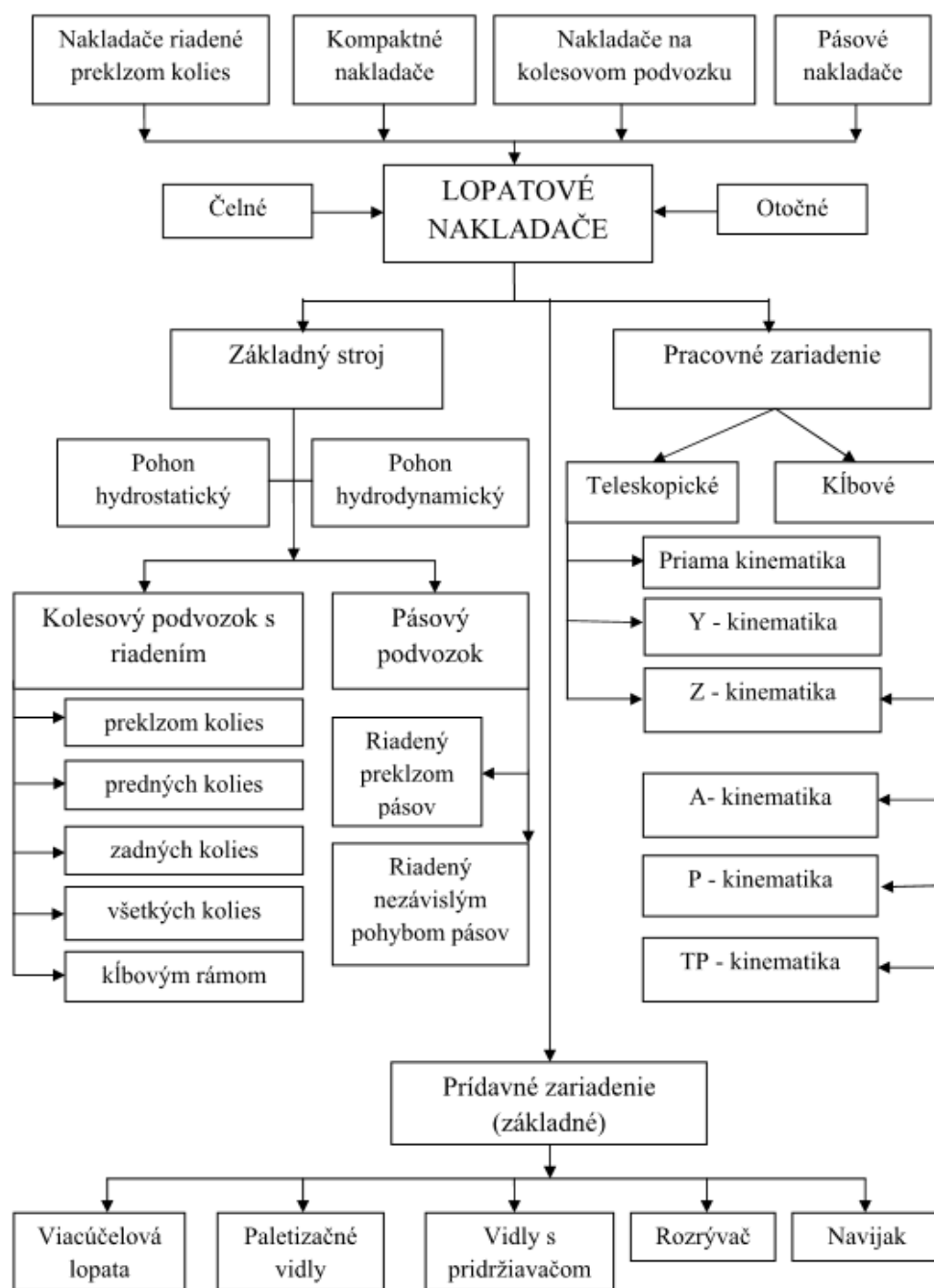
Obr. 5.57 Základné stavebné moduly nakladačov [9]

Nakladače riadené preklzom kolies (skid steer loaders)

Nakladače riadené preklzom kolies sú malé lopatové nakladače s prevádzkovou hmotnosťou do 6 t, objemom základnej lopaty od 0,2 m³ do 0,8 m³, s nosnosťou od 450 kg do 1800 kg. Kabína s príslušenstvom je najčastejšie umiestnená medzi ramenami pracovného zariadenia. Prístup do kabíny nakladača je riešený väčšinou spredu, ale existujú aj typy, kde pracovné zariadenie je upevnené do nosného rámu asymetricky (len na jednej strane) čo umožňuje prístup z jednej strany (JCB). Mnohí výrobcovia ponúkajú na rovnakej platforme modulov aj verzie s pásovým podvozkom, najčastejšie opatrené gumovými pásmi. Všetky šmykom riadené nakladače sú vybavené širokým sortimentom prídavných pracovných zariadení, čo zvyšuje ich využiteľnosť a umožňuje realizáciu rôznych pracovných technológií.



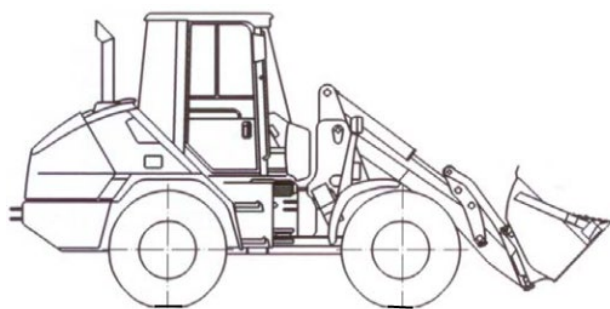
Obr. 5.58 Nakladače riadené preklzom kolies (pásov) [9]



Obr. 5.59 Rozdelenie lopatových nakladačov [9]

Kompaktné nakladače

Kompaktný nakladač (compact loader) je stroj s prevádzkovou hmotnosťou 4500 kg alebo nižšou, konštrukčne navrhnutý na prevádzku v obmedzených priestoroch, vyznačujúci sa vyššou manévrovacou schopnosťou na kolesovom alebo pásovom podvozku. Tieto nakladače majú pevný rám s dvomi riadenými nápravami, alebo kĺbový s neriadenými nápravami a čelné pracovné zariadenie. Výkon motora v rozsahu 23 kW až 45 kW, objem lopaty od 0,30 m³ do 0,75 m³, nosnosť 950 kg, preklápacie zaťaženie 3000 kg.



Obr. 5.60 Kompaktný nakladač [9]

Otočné nakladače

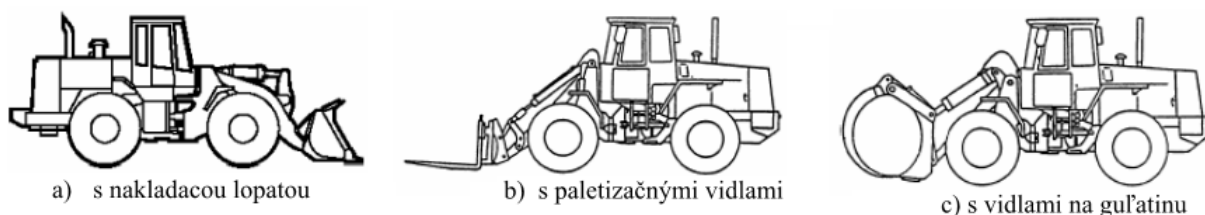
Otočný nakladač (swing loader) je nakladač s výložníkom otočne uloženým na kozlíku, ktorý sa môže otáčať doprava a doľava vo vodorovnej polohe okolo osi kolmej na pojazdovú rovinu, najčastejšie v rozsahu $\pm 90^\circ$. Pracovný cyklus otočného nakladača je podobný ako pri čelných nakladačoch, ale určité pracovné činnosti sa môžu uskutočňovať s pracovným nástrojom natočeným mimo pozdĺžnej osi stroja. Pre svoju univerzálnosť aj vďaka širokému sortimentu prídavných zariadení našli otočné nakladače široké uplatnenie.



Obr. 5.61 Otočné nakladače HON 200T a HON 200Z [9]

Nakladače na kolesovom podvozku

Nakladače na kolesovom podvozku sú stroje s prevádzkovou hmotnosťou väčšou ako 4500 kg s riadením smeru zjazdu riadenými nápravami alebo kĺbovým rámom. Kĺbové nakladače predstavujú najširšie spektrum veľkostných typov od malých (kompaktných) s hmotnosťou 1900 kg (New Holland - AL 250), s výkonom 22 kW, s objemom lopaty $0,23 \text{ m}^3$ a s nosnosťou 400 kg, až po tie najväčšie s hmotnosťou 195 t (Caterpillar 994 F), s výkonom 930 kW, s objemom lopaty až 19 m^3 a s nosnosťou do 35 000 kg. U nás sa kĺbové nakladače vyrábali v PPS Detva s označením UNK 320 a UNC 200.



Obr. 5.62 Kĺbové nakladače na kolesovom podvozku [9]

Pásové nakladače

Pásové nakladače sú sofistikované stroje modulárne zostavené z pásových dozérov. Vyrábajú sa s výkonom od 70 do 196 kW, s prevádzkovou hmotnosťou od 11 t do 28 t a s objemom lopaty od 1,2 do 3,21 m³. Najznámejší výrobcovia sú Caterpillar a Liebherr.



a) s nakladacou lopatou



b) s kombinovanou lopatou a s rozrývačom

Obr. 5.63 Nakladač na pásovom podvozku [9]

Teleskopické manipulátory

Teleskopické manipulátory môžeme označiť ako špecifické druhy nakladačov, ktoré umožňujú manipuláciu s materiálom prostredníctvom teleskopického pracovného zariadenia s meniteľným dosahom. Majú kolesový podvozok, väčšinou 4 x 4, s hydrodynamickým alebo hydrostatickým pohonom pojazdu. Vďaka svojej konštrukcii a širokej palete nástrojov (napr. lopata, žeriavové zariadenie, montážna plošina) nahrádzajú jednoúčelové stroje, ako napr. vysoko zdvižný vozík, kolesový čelný nakladač a podobné. Okrem stavebníctva našli široké uplatnenie aj v agrotechnológiach. Výrobcovia ponúkajú ucelené typové rady s nosnosťou od 2000 kg až do 6000 kg, s výškovým dosahom od 5,5 m až do 23 m.



a) manipulátor s vidlami na slamu



b) manipulátor s montážnou plošinou

Obr. 5.64 Teleskopické manipulátory [9]

5.3.2 Základné parametre nakladačov

Okrem silových parametrov so základnou lopatou sa udávajú parametre nakladača aj s prídavnými pracovnými zariadeniami (kombinovanou lopatou, paletizačnými vidlami, vidlami s pridržiavačom, či žeriavovým ramenom s hákom, rozrývačom... atď.). K základným parametrom patria:

- hmotnosť,
- výkon,
- prevádzková nosnosť,
- zdvíhacia sila,
- trhacia sila,
- rypná sila,
- menovitý objem lopaty,
- rozmerové parametre,
- teoretický čas trvania pracovného cyklu.

Hmotnosť - pre potreby objektívneho hodnotenia nakladačov má prvoradý význam prevádzková hmotnosť.

Prevádzková hmotnosť (Operating weight) – m_C [kg]

Je hmotnosť základného stroja s kompletným základným pracovným zariadením, s obsluhou (75 kg $\pm$ 3 kg), s plnou nádržou paliva, s celkom naplneným mazacím, chladiacim a hydraulickým systémom, s prázdnu lopatou, ak je stroj nimi vybavený. Vo viacerých výpočtových programoch sa stretávame aj s označením celková hmotnosť, ktorá je určujúcim parametrom pre viaceré základné parametre mobilných pracovných strojov.

Prepravná hmotnosť (Shipping Weight) – m_S [kg]

Je hmotnosť stroja bez obsluhy s celkom naplneným mazacím chladiacim a hydraulickým systémom, s 10 % objemom nádrže paliva, s pracovným zariadením alebo bez neho, s kabínou obsluhy, s ochrannou strechou obsluhy, s ochrannou konštrukciou ROPS alebo FOPS podľa toho ako sa to špecifikuje pre daný prípad.

Úžitková hmotnosť (Payload weight) - m_U [kg]

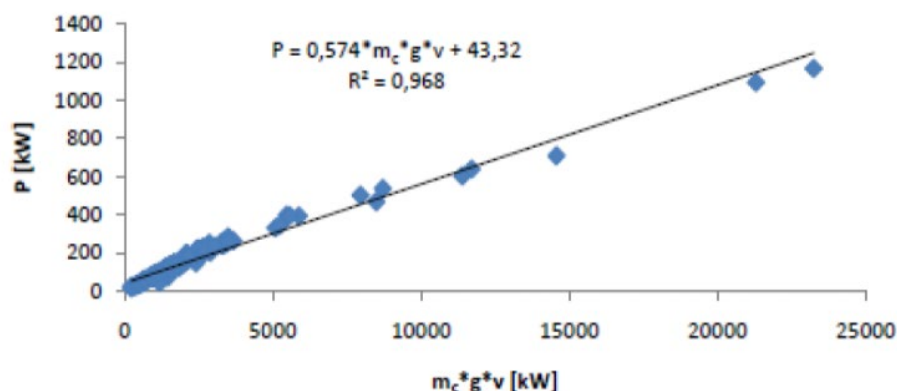
Je hmotnosť nákladu v lopate.

Celková hmotnosť (total mass) – m_T [kg]

Je súčtom prevádzkovej hmotnosti a úžitkovej hmotnosti.

$$m_T = m_C + m_U \quad [\text{kg}] \quad (5.15)$$

Výkon motora - pri výbere motorov sa projektanti nakladačov orientujú na existujúcu platformu ponúk, pričom pre určenie potrebnej výkonovej hladiny je možné využiť funkčné závislosti medzi výkonom a celkovou hmotnosťou získané z odvodených kritérií podobnosti (Obr. 5.65).



Obr. 5.65 Kritérium závislosti výkonu motora [9]

Menovitá prevádzková nosnosť - pre dimenzovanie mechanizmov pracovného zariadenia, ako aj nosných konštrukcií nakladačov majú najväčší význam silové parametre, medzi ktoré patrí menovitá prevádzková nosnosť, ktorá sa stanoví z preklápacieho zaťaženia. Hmotnosť nákladu, jeho objemová hmotnosť a umiestnenie jeho ťažiska, ako aj hmotnosť pracovného nástroja a rýchloupínacieho zariadenia, ak je stroj nimi vybavený, sa musí zahrnúť pri určovaní menovitej (prevádzkovej) nosnosti a veľkosti/objemu pracovného nástroja. Menovitá prevádzková nosnosť sa stanoví ako menšia z hodnôt v dvoch prípadoch:

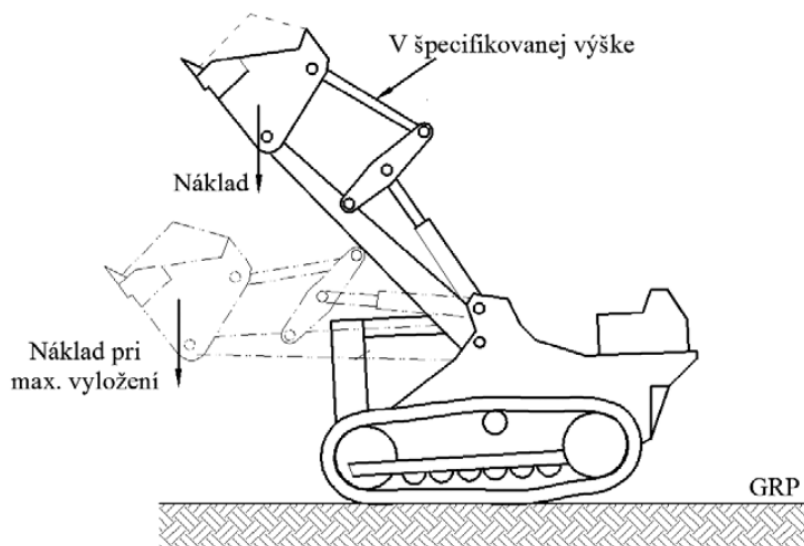
- menovité zaťaženie špecifikované ako percento z preklápacieho zaťaženia (menovitý objem základnej lopaty),
- hydraulická zdvíhacia sila, ktorá musí umožniť ovládanie menovitého zaťaženia a pohyb s ním vo všetkých polohách predpokladaných výrobcom s paletizačnými vidlami v horizontálnej polohe, alebo s vidlami s pridrživačom, limitovaná hydraulickým prevádzkovým tlakom.

Preklápacie zaťaženie (pri maximálnom vyložení alebo špecifikovanej výške):

- minimálna hmotnosť pôsobiaca v smere kolmom na podklad v ťažisku lopaty s menovitým objemom, ktorá dostane stroj do nasledujúcich medzných stavov preklopenia:

- Pre nakladače na pásovom podvozku s tuhým rámom je dané stavom, keď sa zadné pojazdové kladky nedotýkajú pásu (obr. 66);
- Pre nakladače na kolesovom podvozku preklápacie zaťaženie je dané stavom, keď sa najmenej jedno zo zadných kolies nedotýka zeme.

Pri tomto medznom stave sa stroj nachádza v rovnováhe medzi momentom preklápania v dôsledku preklápacieho zaťaženia a vratným momentom daným hmotnosťou stroja.



Obr. 5.66 Poloha bremena nakladača na pásovom podvozku pri preklápacom zaťažení [8]

Menovité zaťaženie:

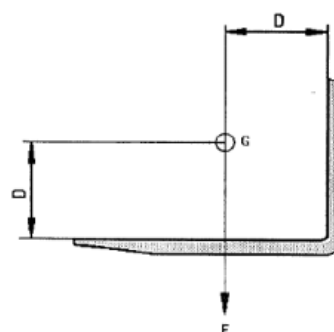
- je vyjadrené ako percento preklápacieho zaťaženia ktorého hodnota nesmie prekročiť príslušné hodnoty pre terénne podmienky nakladačov na kolesovom a pásovom podvozku uvedených v Tabuľke 5.5 pre rôzne druhy nástrojov.

Tabuľka 5.5 Súčiniteľ k stability pre vybrané nástroje [8]

Nástroj	Paletizačné vidly	Vidly s pridržiavačom		Ťažké jednotlivé bremeno		Základná lopata	
Podvozok	Kolesový podvozok	Koleso	Pás	Koleso	Pás	Koleso	Pás
Nerovný terén	0,6	0,75	50			0,5	0,35
Pevný a rovný terén	0,8	0,85	60	0,8	0,6	0,5	0,35

Tabuľka 5.6 Vzďialenosť stredu bremena od zadného čela vidiel [8]

Zaťaženie silou F [N]	Vzďialenosť D [mm]
$F \leq 10\,000$	400
$10\,000 \leq F \leq 50\,000$	500
$50\,000 \leq F \leq 100\,000$	600
$100\,000 \leq F \leq 200\,000$	900
$F \leq 200\,000$	1200



Tabuľka 5.7 Vzďialenosť stredu bremena pracovného nástroja na manipuláciu s bremenom [8]

Zaťaženie silou F [N]	Vzďialenosť D [mm]
$F \leq 100\,000$	600
$100\,000 \leq F \leq 200\,000$	900
$F \leq 200\,000$	1200

Menovité zaťaženie čelného nakladača na kolesovom podvozku s tuhým rámom sa určí podľa Obr. 5.67 zo vzťahu:

$$N = k \cdot m_{\text{prek}} = k \cdot \frac{G_H \cdot L_3}{n} \quad [\text{N}] \quad , \quad m_{\text{prek}} = \sum \frac{G_i \cdot n_i}{n} \quad [\text{N}] \quad (5.16)$$

kde:

N – menovitá prevádzková nosnosť [N]

k – súčiniteľ stability [-]

m_{prek} – minimálne preklápacie zaťaženie v ťažisku nástroja [N]

G_H – zaťaženie na zadnú nápravu alebo zadnú kladku bez zaťaženia v lopate [N]

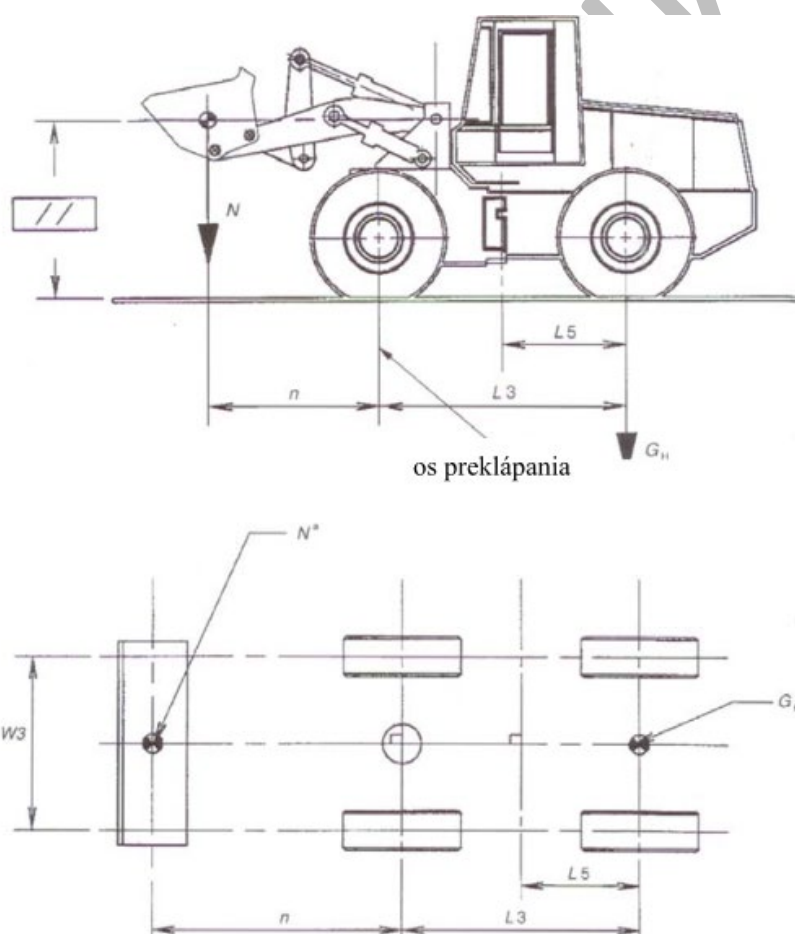
G_i – čiastková tiaž, ktorá pôsobí proti prevráteniu [N]

n_i – vzdialenosť ťažiska čiastkovej tiaže k osi preklápania [m]

n – najväčší vodorovný dosah ťažiska záťaže v nástroji [m]

L_3 – rázvor kolesového podvozku [m]

L_2 – rázvor pásového podvozku [m]



Obr. 5.67 Určenie preklápacieho zaťaženia a menovitej nosnosti na čelnom nakladači [9]

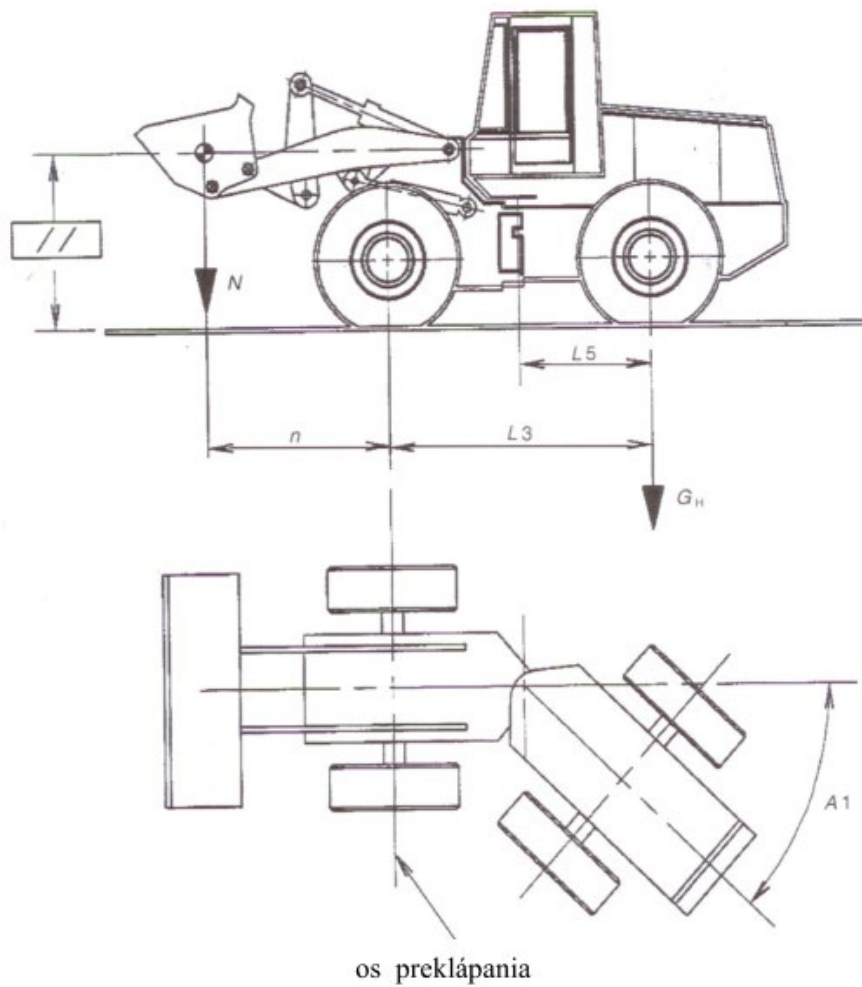
Menovité zaťaženie kĺbového nakladača sa určí podľa obr. 68 zo vzťahu:

$$N = k \cdot \frac{G_H \cdot (L_3 - L_5 + L_5 \cdot \cos A_1)}{n} \quad [\text{N}] \quad \frac{W_3}{L_3} \leq 0,7 \quad \text{za predpokladu, že } A_1 \leq 45^\circ \quad (5.17)$$

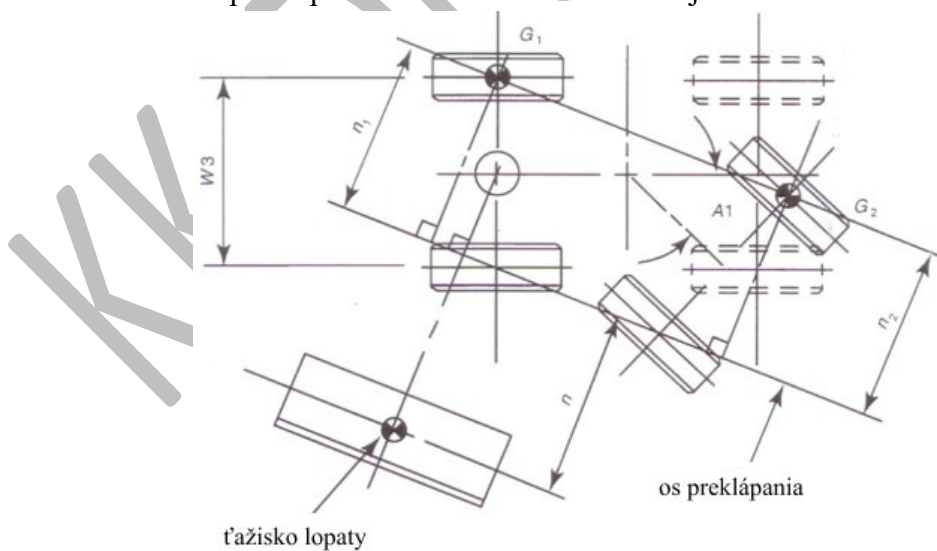
kde: W_3 – rozchod kolies [m]

L_3 – rázvor podvozku [m]

A_1 – uhol najväčšieho zalomenia rámu [°]



Obr. 5.68 Určenie preklápacieho zaťaženia a menovitej nosnosti na kĺbovom nakladači [9]

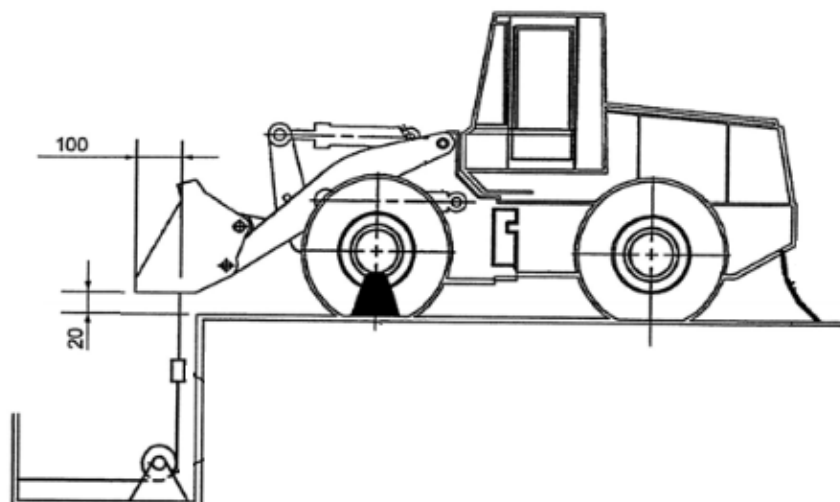


Obr. 5.69 Určenie preklápacieho zaťaženia a menovitej nosnosti na otočnom nakladači s kĺbovým rámom [9]

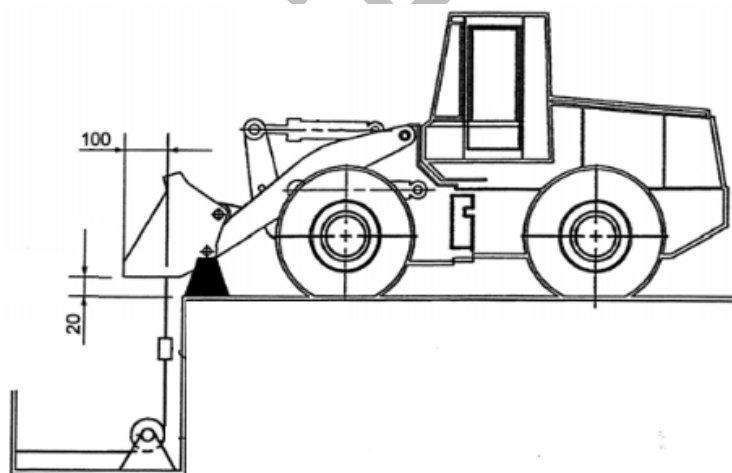
Zdvíhacia a trhavacia sila

Zdvíhacia sila je maximálne zaťaženie, ktoré môže byť v lopate vyzdvihnutej od pojazdovej roviny (GRP) do maximálnej výšky pri použití priamočiarych hydromotorov zdvihu výložníka. Lopata je celkom priklopená a ťažnica záťaže prechádza ťažiskom menovitého objemu lopaty.

Trhacia sila - je maximálna ustálená sila pôsobiaca smerom dolu vyvinutá 100 mm za reznou hranou lopaty počas činnosti priamočiarych hydromotorov zdvihu (Obr. 5.70), alebo priklápania (Obr. 5.71) so spodnou časťou ostria lopaty orientovanou rovnobežne s GRP (základnou vzťažnou rovinou) a zdvihnutou 20 mm nad ňou.



Obr. 5.70 Skúšanie trhacej sily spôsobenej priamočiarymi hydromotormi zdvihu výložníka [9]



Obr. 5.71 Skúšanie trhacej sily spôsobenej priamočiarym hydromotorom (-mi) naklápania nástroja [9]

Rypná sila - je maximálna sila pôsobiaca na reznú hranu lopaty v smere rovnobežnom s GRP počas pôsobenia hnacej sily podvozku. Určuje sa nasledovne zo vzťahu:

$$F_R = T_P + T_Z \quad [N] \quad (5.18)$$

kde:

T_P – trakčná sila na prednej náprave $T_P = \mu \cdot R_P \quad [N]$

T_Z – trakčná sila na zadnej náprave $T_Z = \mu \cdot R_Z \quad [N]$

Celková tiaž stroja sa rovná súčtu reakcií na jednotlivé nápravy a určí sa takto:

$$G_C = R_P + R_Z \quad [N] \quad (5.19)$$

kde:

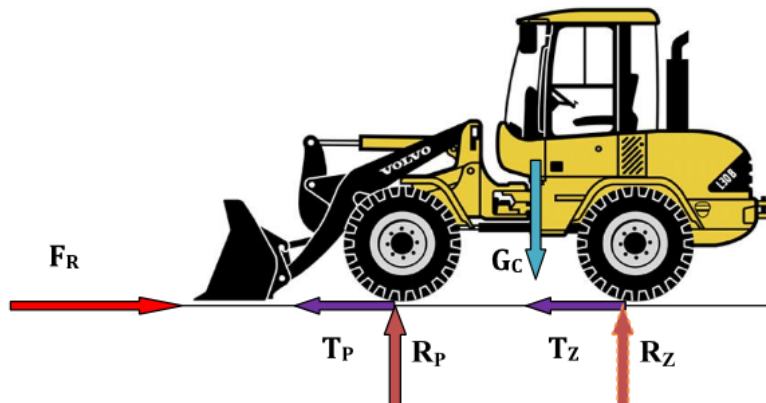
R_P – reakcia pod prednou nápravou [N]

R_Z – reakcia pod zadnou nápravou [N]

Po dosadení vzťahov a po úprave môžeme rypnú silu vyjadriť takto:

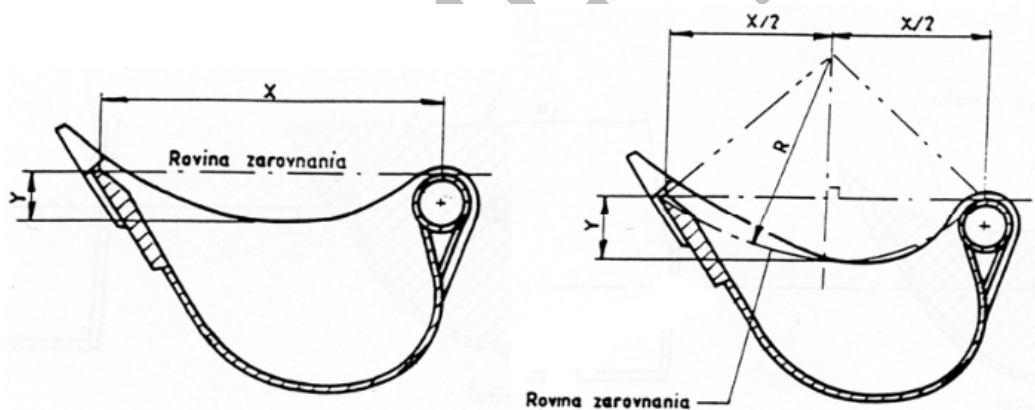
$$F_R = \mu \cdot (R_P + R_Z) \quad [N] \quad (5.20)$$

$$F_R = \mu \cdot G_C \quad [N] \quad (5.21)$$

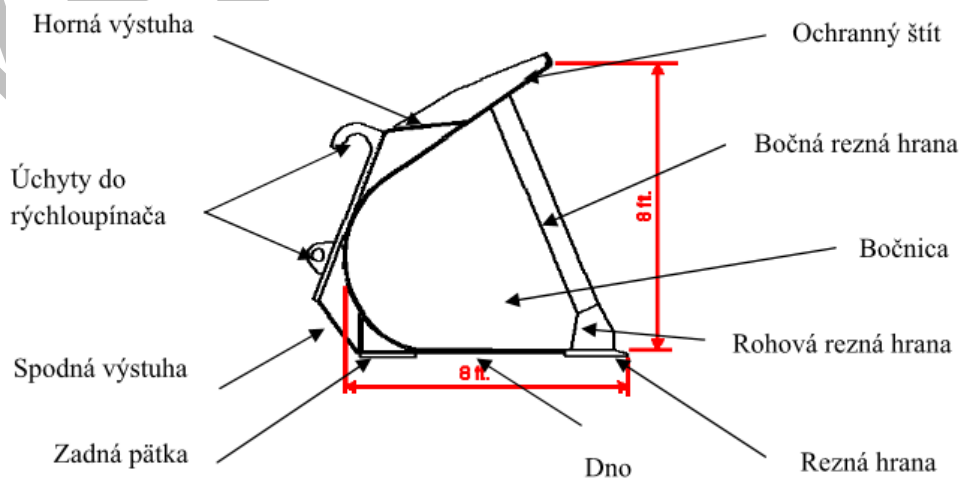


Obr. 5.72 Pôsobenie rypnej sily na lopatu nakladača [9]

Menovitý objem nakladacej lopaty - je definovaný ako súčet geometrického objemu a objemu navršeného kužeľa podľa Obr. 5.73, pričom sklon navršeného kužeľa je v pomere 1:2. Základnými parametrami lopaty sú: hmotnosť [kg], dĺžka [m], výška [m] a šírka [m], (Obr. 5.74).

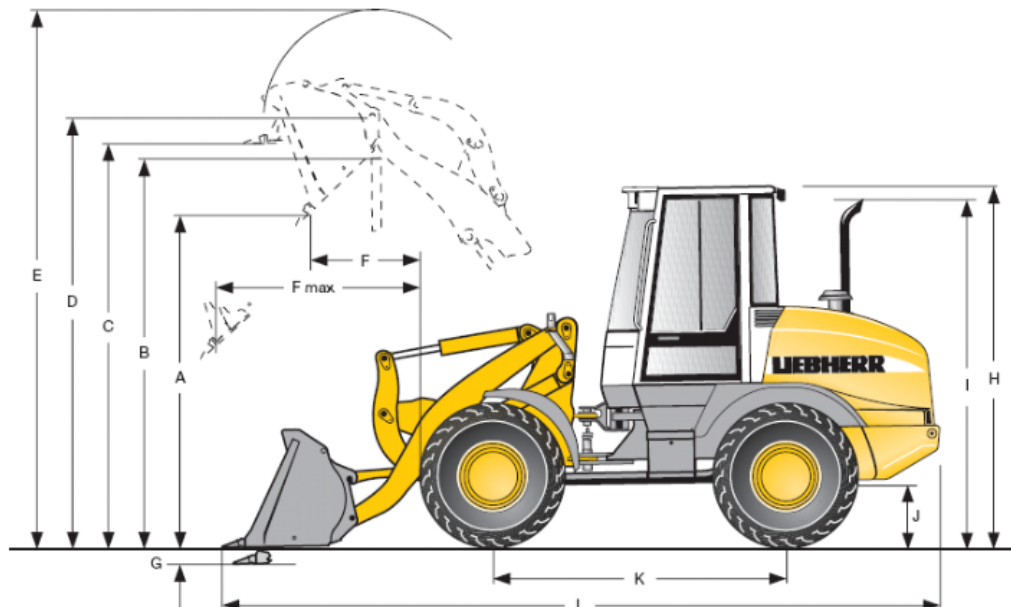


Obr. 5.73 Určenie menovitého objemu nakladacej lopaty [9]



Obr. 5.74 Hlavné časti nakladacej lopaty [9]

Základné rozmerové parametre - pri výbere vhodného typu stroja pre konkrétnu pracovnú technológiu, treba zohľadniť aj jeho základné rozmerové parametre, Obr. 5.75. Tieto údaje sa môžu meniť podľa druhu pracovného zariadenia, resp. použitého nástroja napríklad nadstavca so žeriavovým hákom, alebo paletizačnými vidlami.



E, C – výškový dosah nástroja, D – výškový dosah výložníka, F – vysýpací dosah pri $E = \max$,
 $F_{\max}$ – horizontálny dosah, G – hĺbkový dosah, H – výška kabíny, I – výška stroja (bez kabíny),
 J – svetlá výška podvozku, K – rázvor podvozku, L – celková dĺžka stroja

Obr. 5.75 Základné rozmerové parametre nakladača s nakladacou lopatou [9]

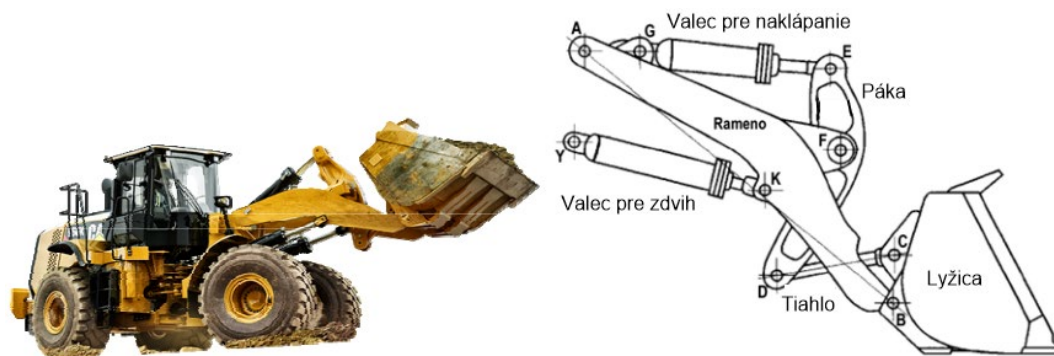
Dôležitým parametrom sú maximálne rýchlosti pojazdu – najväčšie hodnoty rýchlostí, ktoré môžu byť dosiahnuté na tvrdom, rovnom povrchu s každým prevodovým stupňom pre jazdu v smere dopredu a dozadu, pričom lopata je prázdna.

5.3.3 Kinematiky pracovných zariadení nakladačov

Úlohou kinematiky pracovného zariadenia nakladača, je zabezpečiť požadované silové parametre, dosahy, tzv. plávanie nástroja a jeho efektívne využitie. V súčasnosti existuje viacero konštrukčných riešení pracovných kinematík, optimalizovaných na určité pracovné technológie, ako napr. naberanie a nakladanie materiálu, práca s paletizačnými vidlami a pod.

Pracovné zariadenie nakladača s Z – kinematikou

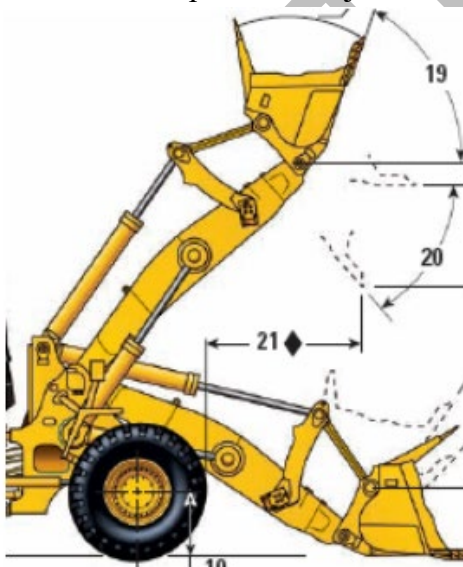
Z - kinematika patrí medzi najrozšírenejšie mechanizmy ovládania pracovného nástroja u lopatových nakladačov hlavne pre svoju jednoduchosť, Obr. 5.76. Efektívne využíva valec naklápania nástroja, keďže tlak oleja pôsobí na jeho plnú plochu a zabezpečuje väčšie ťhacie aj zdvíhacie sily.



Obr. 5.76 Pracovné zariadenie so Z – kinematikou [9]

Pracovné zariadenie nakladača s A – kinematikou

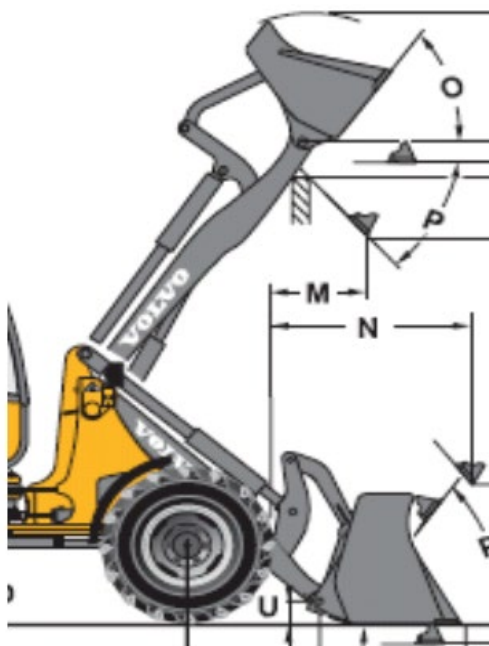
A - kinematika (paralelogramová) zlepšuje dosahové parametre pracovného zariadenia, ale nie je pri tomto riešení efektívne využitý valec priklápania nástroja, keďže tlak oleja nepôsobí na plnú plochu piesta. Firma Caterpillar prišla s myšlienkou tzv. skriňového výložníka, jeho výhodou je rovnaká tuhosť pri tretinovej hmotnosti výložníka (Obr. 5.77).



Obr. 5.77 Pracovné zariadenie nakladača s A –kinematikou a s výložníkom skriňovej konštrukcie [9]

Pracovné zariadenie nakladača s P – kinematikou

P - kinematika (paralelogram) je podobná A - kinematike, ale tiahlo nástroja nie je uchytané v jednom bode spolu s hydromotorom naklápania. Výhodou sú lepšie dosahové vlastnosti nástroja. Používa sa väčšinou pre malé kĺbové nakladače (Obr. 5.78).



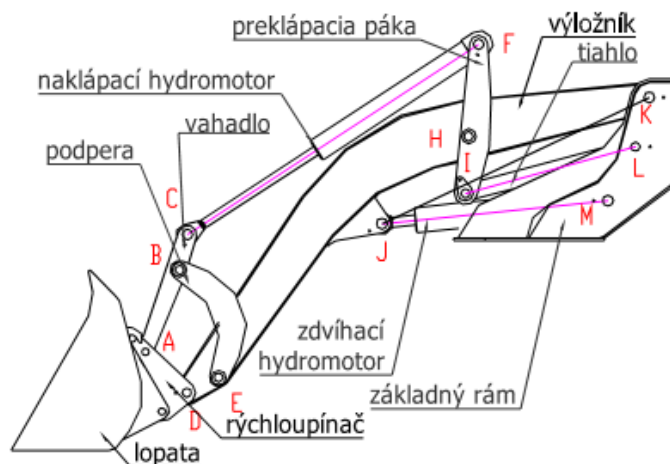
Obr. 5.78 Pracovné zariadenie nakladača s P –kinematikou [9]

Pracovné zariadenie nakladača s TP – kinematikou

TP - kinematika (firma Volvo) sa vyznačuje optimálnym priebehom trhacej sily, dobrým pracovným dosahom a presnosťou plávania nástroja, znázornená je na Obr. 5.79. Kinematický mechanizmus sa skladá z priamočiareho hydromotora, preklápacej páky, tiahla, vahadla a podperného ramena. Alternatívnym riešením je kinematika, uvedená na Obr. 5.80. Výhodou TP - kinematiky v porovnaní s ostatnými je, že dosahuje najväčšie hodnoty trhacej sily aj v krajných polohách naklopenia nástroja.



Obr. 5.79 Pracovné zariadenie nakladača s TP –kinematikou [9]



Obr. 5.80 Pracovné zariadenie nakladača s modifikovanou TP –kinematikou [9]

5.4 Teleskopické manipulátory

Teleskopické manipulátory sú význačné tým, že základnou časťou ich pracovného zariadenia je teleskopický výložník, ktorého pracovné dosahy presahujú možnosti klasických lopatových nakladačov. V niektorej literatúre sa tieto stroje označujú aj ako terénne manipulátory s meniteľným dosahom.

Konštrukcia teleskopického výložníka v podstate determinuje nielen dosahové parametre pracovného zariadenia, ale aj rozmerové parametre základného stroja. Obidve skupiny parametrov sú v určitej vzájomnej, objektívne danej korelácii, ktorej rešpektovanie dáva predpoklady vytvorenia optimálnej konštrukcie aj z hľadiska spoľahlivosti. Základné parametre môžeme v prvom priblížení určiť štatistickým vyhodnotením údajov o známych strojoch príbuznej kategórie aplikáciou teórie podobnosti alebo rozmerovej analýzy. Z takto vykonanej analýzy môžeme terénne manipulátory s meniteľným dosahom rozdeliť do troch veľkostných skupín podľa výkonu hnacieho motora:

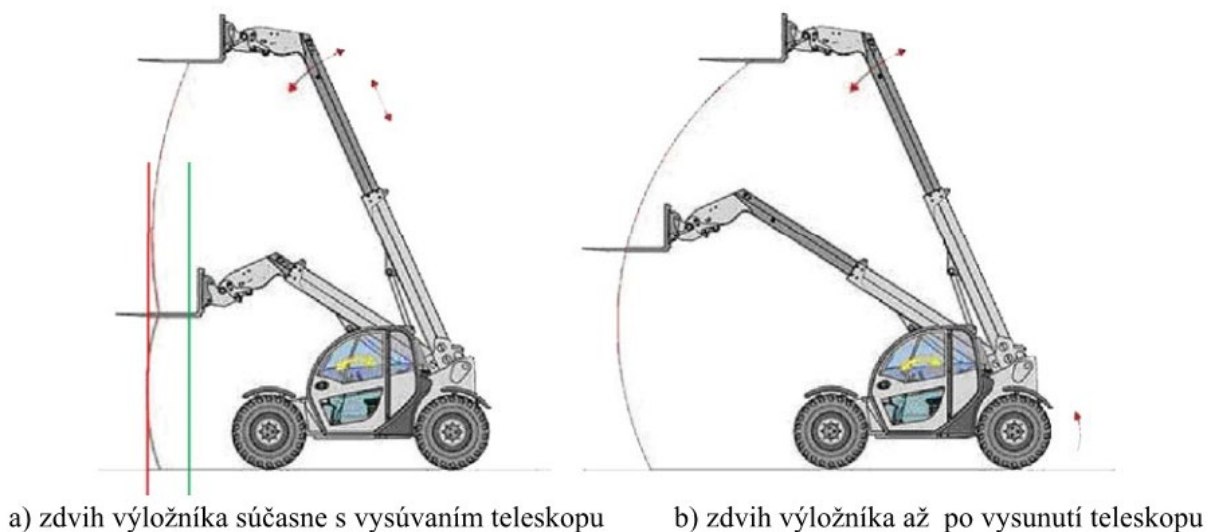
- malé, do 60 kW,
- stredné, do 80 kW,
- veľké, nad 80 kW.

Pracovný cyklus teleskopických manipulátorov závisí od použitého pracovného nástroja. Manipulátor lopatou nakladá a presúva zeminu, paletizačnými vidlami skladá a dopravuje materiál do potrebnej výšky, žeriavovým ramenom alebo hákom nahrádza žeriav a pod. Jednou z jeho hlavných predností sú montážne práce s pracovnou plošinou. Napríklad plošina s dĺžkou 4,2 m a nosnosťou 300 kg pre 3 pracovníkov plne nahradí aj jednoúčelové mobilné plošiny. Navyše je možné výškové práce vykonávať bez obsluhy v kabíne pomocou diaľkového ovládania.

5.4.1 Parametre teleskopického výložníka

Rozhodujúcimi parametrami teleskopického manipulátora je výškový a vodorovný dosah a tomu zodpovedajúca nosnosť. Výškový dosah je výsledkom dvoch rozmerových parametrov a to celkové vysunutie teleskopu a maximálny uhol sklonu výložníka. Pri

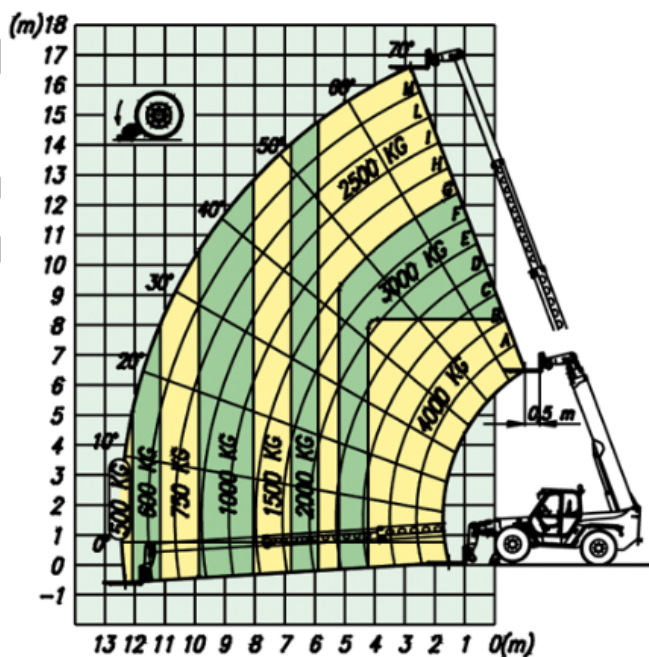
určovaní výškového dosahu považujeme za optimálny stav, keď bremeno v hornej krajnej polohe výložníka má vyloženie od klopnej hrany rovnaké, alebo menšie ako vyloženie v dolnej krajnej polohe. Toto sa dá dosiahnuť pri zdvíhaní výložníka súčasne s vysúvaním teleskopu (Obr. 5.81).



Obr. 5.81 Možné spôsoby dosiahnutia zmeny dosahov pri dvíhaní bremena [5]

Okrem požadovanej nosnosti musí mechanizmus zdvihu výložníka zabezpečiť aj paralelný pohyb nástroja v priebehu zdvíhania, čo je zabezpečené vyrovnávacím priamočiarym hydromotorom hydraulicky prepojeným s priamočiarym hydromotorom pre ovládanie mechanizmu naklápania nástroja. Dovolená odchýlka vyrovnávania je $\pm 3^\circ$.

Závislosť nosnosti od dosahových parametrov sa uvádza na diagrame nosnosti (Obr. 5.82), ktorý musí byť, okrem sprievodnej technickej dokumentácie k danému stroju, umiestnený aj v kabíne v zornom poli obsluhy.



Obr. 5.82 Diagram nosnosti teleskopického manipulátora [4]

Rozhodujúcim činiteľom ovplyvňujúcim koncepciu teleskopického manipulátora a jeho základné parametre je počet výsuvných častí teleskopického výložníka. Najčastejšie sa vyskytujú:

Dvojdielne teleskopy – so základným pevným ramenom a s jedným výsuvným ramenom. Vysúvanie teleskopu býva v rozsahu od 1,25 m až do 4 m. Výškový dosah až 8 m. Teleskopické manipulátory s dvojdielnym výložníkom s výškovým dosahom do 6 m sa najčastejšie využívajú v poľnohospodárstve (Obr. 5.83);

Trojdielne až štvordielne teleskopy – so základným pevným ramenom a s dvomi alebo tromi výsuvnými ramenami. Na konci druhého (tretieho) výsuvného ramena je mechanizmus ovládania nástroja. Výškový dosah býva 10 m až 13 m. Teleskopické manipulátory s trojdielnym až štvordielnym výložníkom s výškovým dosahom do 13 m sa najčastejšie využívajú v stavebníctve pri stavbách málo podlažných budov. Už pri trojdielných teleskopoch musí byť podvozok pred prednou nápravou opatrený stabilizačnými podperami (Obr. 5.84) a aretáciou zadnej nápravy.

Teleskopické manipulátory s otočnou nadstavbou – tvoria samostatnú koncepčnú skupinu, vyznačujú sa tým, že hnací agregát je umiestnený v podvozku a teleskopický výložník a kabína obsluhy sú umiestnené na otočnom ráme (Obr. 5.85). Používajú sa v stavebníctve, obyčajne ako nosiče montážnych plošín.



Obr. 5.83 Manipulátory s dvojdielnym teleskopom pre poľnohospodárstvo [9]



Obr. 5.84 Čelné teleskopické manipulátory s trojdielnym a štvordielnym teleskopom [9]



Obr. 5.85 Teleskopické manipulátory s otočnou nadstavbou [9]

Pre zlepšenie dynamiky jazdy súbežne s bezpečným prenosom bremena, najmä na paletizačných vidlách, sú niektoré teleskopické manipulátory vybavené v hydraulickom okruhu zdvihu výložníka tzv. stabilizátorom polohy. Tento systém zabezpečí stálu polohu nástroja pri prejazde strojom po nerovnom teréne (Obr. 5.86).



Obr. 5.86 Jazda teleskopického manipulátora so stabilizátorom polohy výložníka [9]

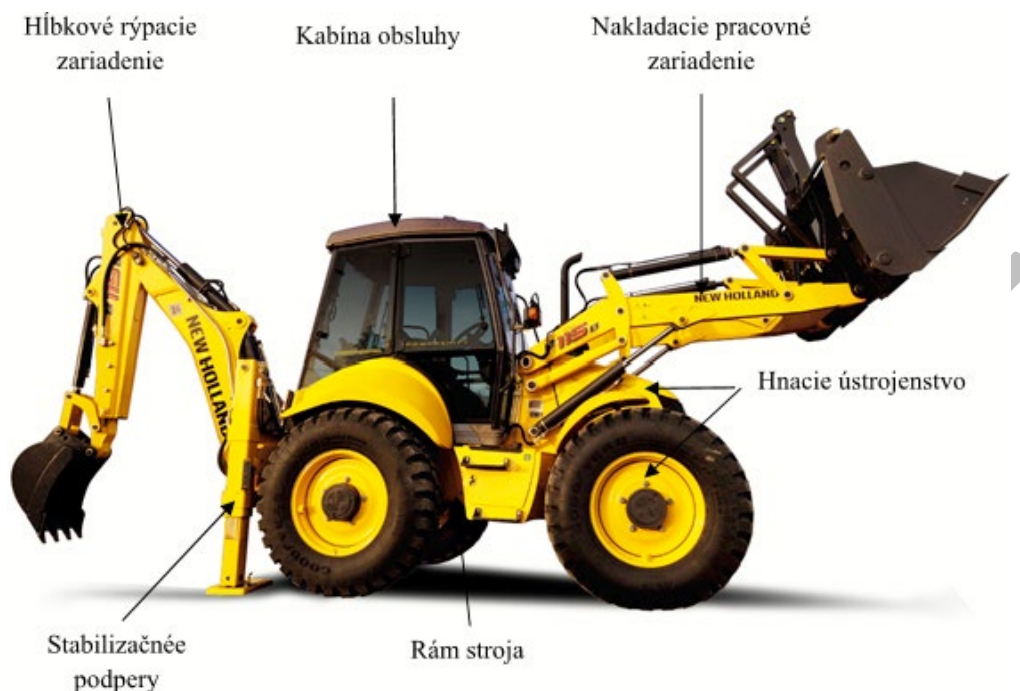
Pre prácu s nakladacími lopatami nakladačov, ale aj terénnych manipulátorov sú najvhodnejšie Z - kinematiky (Obr. 5.76), nakoľko maximálne hodnoty trhacej sily sa dosahujú v polohe lopaty s takmer vodorovným s GRP, taktiež dosahujú najpresnejšie paralelné vedenie nástroja pri dvíhaní výložníka a sú konštrukčne najjednoduchšie. Pre prácu s paletizačnými vidlami a napr. drapákmi na guľatinu na nakladačoch sú optimálne TP – kinematiky a na terénnych manipulátoroch Y - kinematiky a ich modifikácie. Vo všetkých prípadoch musí byť splnená podmienka presnosti paralelného pohybu nástroja, t. j. $\pm 3^\circ$.

5.5 Rýpadlo-nakladače

Najrozšírenejšiu kategóriu univerzálnych mobilných pracovných strojov tvoria rýpadlo - nakladače. Ich výroba začala v roku 1953, keď firma JCB prišla na trh s originálnym rýpadlo - nakladačom, čo predstavovalo poľnohospodársky traktor vybavený v prednej časti nakladacím a v zadnej časti podkopovým pracovným zariadením. Rýpadlo - nakladač (backhoe loader) je samohybný stroj na kolesovom alebo pásovom podvozku, ktorý konštruovaný tak, že v prednej časti má adaptované pracovné zariadenie nakladača a v zadnej časti podkopové rýpacie zariadenie. Je vybavený stabilizačnými podperami, alebo oporným zariadením na zvýšenie

stability. Z koncepcie rýpadlo - nakladača je zrejmé, že môže pracovať v režime nakladača a aj v režime rýpadla. Pri používaní v režime rýpania je stroj stacionárny a zvyčajne rýpe pod úrovňou zeme, ale pri používaní v režime nakladača stroj s lopatou nakladá prostredníctvom pohybu stroja smerom dopredu.

Základné moduly, z ktorých rýpadlo - nakladače pozostávajú sú uvedené na Obr. 5.87 a štruktúra koncepcií rýpadlo - nakladačov na Obr. 5.88.



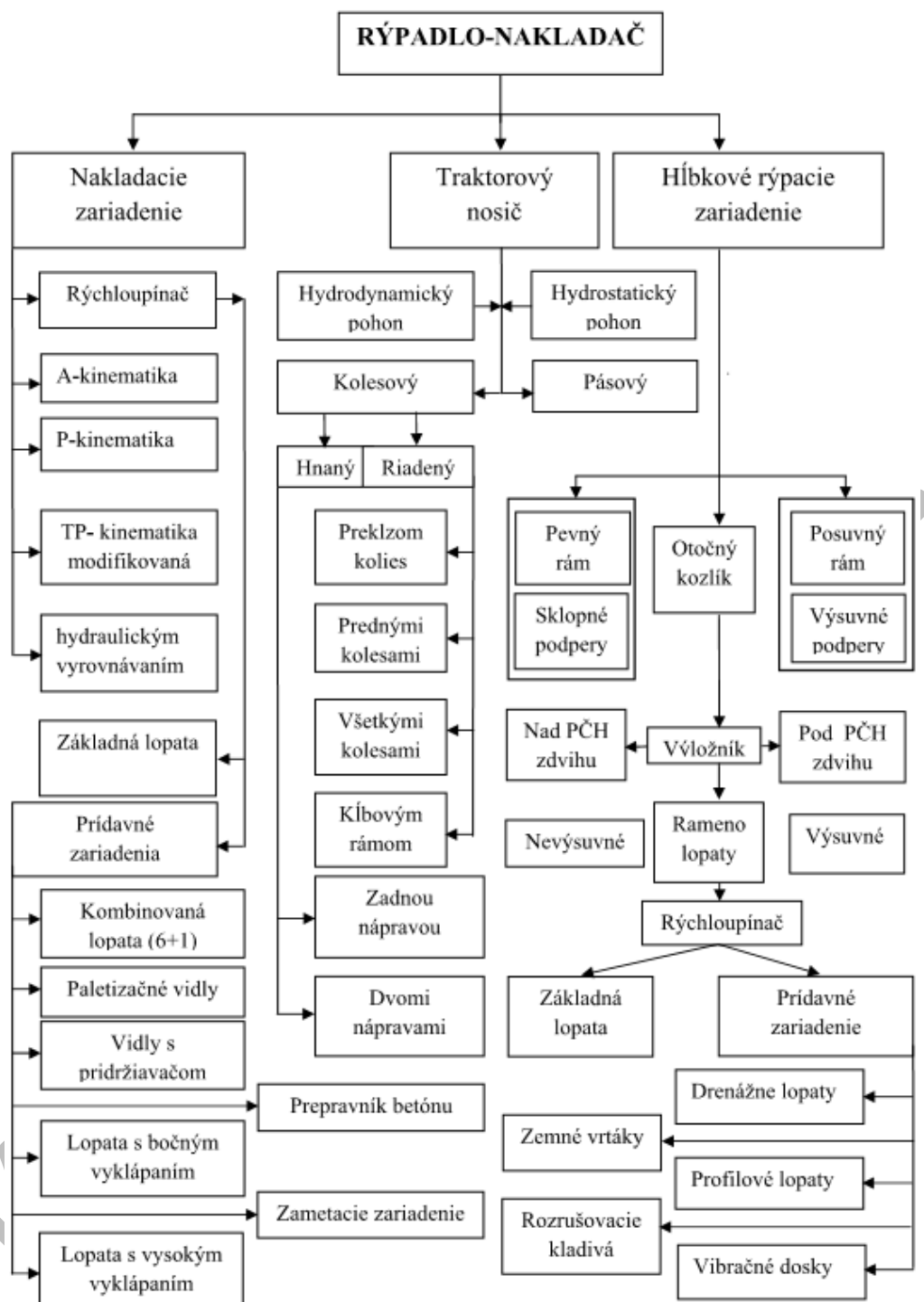
Obr. 5.87 Základné moduly rýpadlo – nakladača [9]

5.5.1 Rozdelenie rýpadlo - nakladačov

Výrobcovia týchto mobilných pracovných strojov ponúkajú široký sortiment rôznych typov, ktoré možno rozdeliť do troch veľkostných tried s parametrami uvedenými v Tabuľke 5.8, pritom najpočetnejšie je v používateľskej praxi zastúpená kategória 3. Zastúpenie výrobcov rýpadlo - nakladačov je veľmi široké, produkciou sa zaoberá väčšina výrobcov mobilných pracovných strojov (najznámejší: JCB, Volvo, Caterpillar, John Deere, Komatsu, Krammer, Case, Cukurova, Terex a iní)..

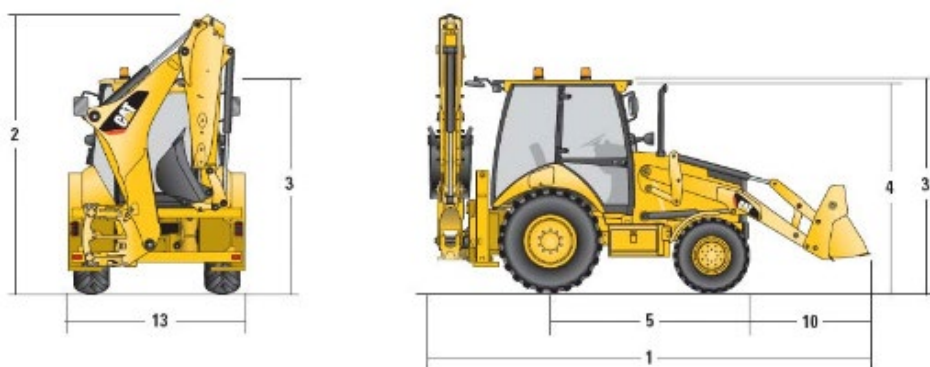
Tabuľka 5.8 Kategórie rýpadlo – nakladačov [9]

Parametre stroja	Kategória		
	1 (kompaktné)	2	3
Výkon motora [kW]	do 40	30 ÷ 60	63 ÷ 90
Prevádzková hmotnosť [kg]	do 4500	5000÷6000	6300÷10000
Objem nakladacej lopaty [m ³]	0,1÷0,3	0,4÷0,6	1,0÷1,3
Obejem hlbkovej lopaty [m ³]	0,03÷0,08	0,09÷0,3	0,32÷0,6



Obr. 5.88 Štruktúra koncepcií rýpadlo – nakladačov [9]

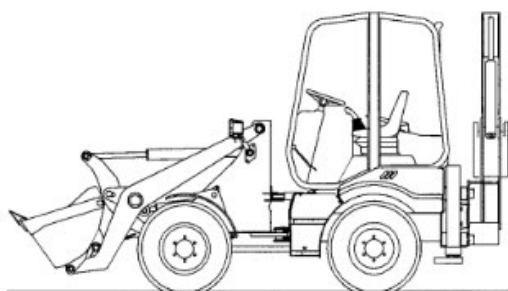
Základné rozmery rýpadlo - nakladačov výrobcovia udávajú s pracovnými zariadeniami v prepravnej polohe (Obr. 5.89.)



Obr. 5.89 Základné rozmery rýpadlo – nakladača na kolesovom podvozku [9]

Kompaktné rýpadlo - nakladače

Sú to nosiče náradia s prevádzkovou hmotnosťou 4500 kg alebo nižšou, konštrukčne navrhnutý na prevádzku v obmedzených priestoroch, vyznačujúci sa vyššou manévrovacou schopnosťou (obr. 90), ktorá je zabezpečená buď kĺbovým rámom alebo riadením preklzom kolies.



a) podvozok riadený kĺbovým rámom

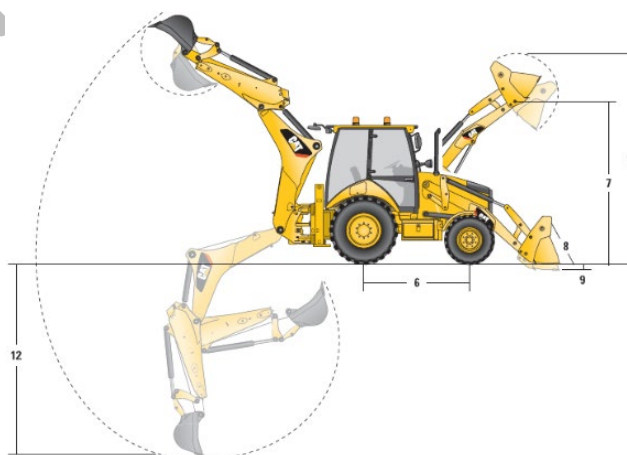


b) podvozok riadený preklzom kolies

Obr. 5.90 Kompaktný rýpadlo - nakladač na kolesovom podvozku [9]

Rýpadlo - nakladače na kolesovom podvozku

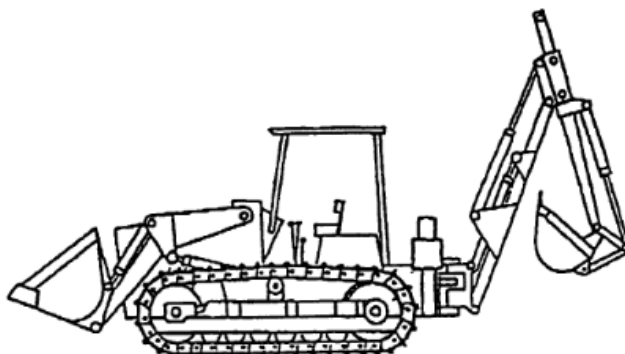
Je to najpočetnejšia skupina rýpadlo - nakladačov, ktorá sa produkuje vo všetkých veľkostiach v zmysle Tabuľky 5.8. Hlavné rozmery a dosahové parametre týchto nosičov sú uvedené na Obr. 5.91.



Obr. 5.91 Pracovné dosahy rýpadlo – nakladača [9]

Rýpadlo - nakladače na pásovom podvozku

V súčasnosti sa už nevyrábajú, ich hlavnou nevýhodou bola náročná preprava po verejných komunikáciách a v intravilánoch obcí a miest, Obr. 5.92. Tieto nosiče náradia však môžu výrobcovia dodať na základe špecifických požiadaviek používateľov.



Obr. 5.92 Rýpadlo - nakladač na pásovom podvozku [9]

5.5.2 Pohon rýpadlo – nakladačov

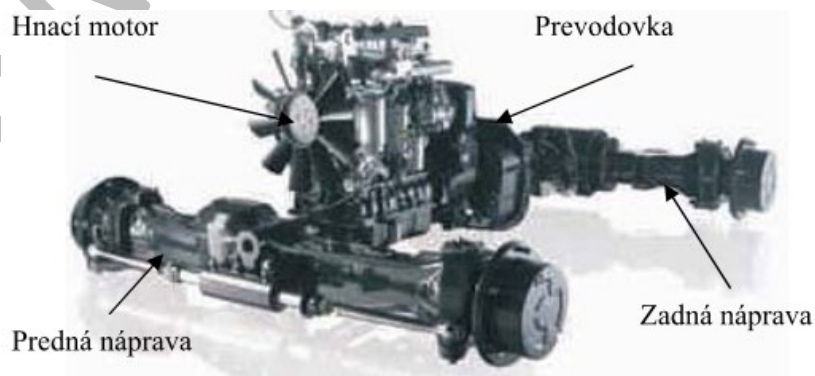
Pri posudzovaní druhu pohonu je treba rozlíšiť dva samostatné okruhy:

- 1) Pohon pracovného zariadenia, býva hydrostatický;
- 2) Pohon pojazdu, ktorý sa delí na dve skupiny:
 - hydrodynamický,
 - hydrostatický.

Hnací motor býva uložený zväčša vpredu na základnom ráme nosiča, nakoľko koncepcia týchto strojov vznikla práve z traktorových nosičov. Až neskôr sa začala cielene vyvíjať samostatná koncepcia rýpadlo - nakladačov so štruktúrou pohonu odpovedajúcou ich určeniu a požiadavkám na manévrovanie, priechodnosť a premiestňovanie medzi pracoviskami.

Hydrodynamický pohon

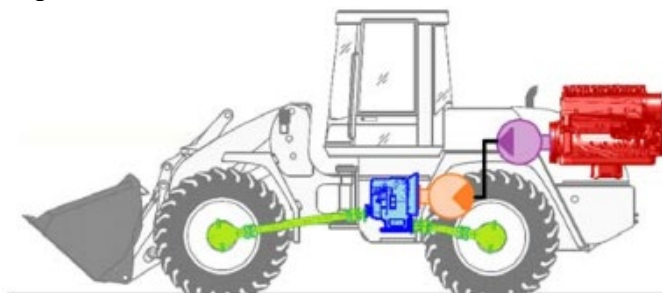
Usporiadanie takeého pohonu je znázornené na Obr. 5.93. Výkon a krútiaci moment z motora prechádza cez hydrodynamický menič do prevodovky, z ktorej cez kĺbové hriadele je výkon prenášaný na zadnú, prípadne aj prednú nápravu.



Obr. 5.93 Hydrodynamický pohon [9]

Hydrostatický pohon

Usporiadanie hydrostatického pohonu je znázornené na Obr. 5.94. Motor poháňa hydrogenerátor pre pohon pracovného zariadenia a hydrogenerátor pre pohon pojazďového ústrojenstva stroja. Regulačný hydrogenerátor poháňa rotačný hydromotor spojený s prevodovkou, z ktorej je krútiaci moment prenášaný na prednú a zadnú nápravu. U rýpadlo - nakladačov prevláda na 70 % hydrodynamický pohon, aj keď v poslednej dobe značne narastá výskyt hydrostatického pohonu.



Obr. 5.94 Schéma hydrostatického pohonu na nakladači [9]

Riadenie smeru jazdy

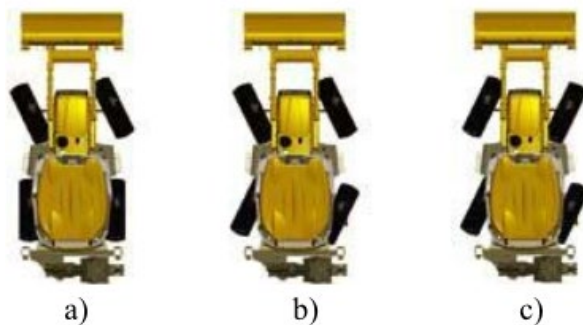
Pri riadení smeru strojov traktorového typu sa v praxi využívajú nasledovné varianty: □

- Dve predné kolesá menšieho priemeru sú riadiace a nepoháňané, dve zadné kolesá sú neriadené a hnacie. Uvedené usporiadanie sa označuje ako 4 x 2;
- Všetky kolesá sú hnacie, pričom predné sú riadiace a zadné neriadené (4 x 4);
- Všetky štyri kolesá majú rovnaký priemer, sú hnacie i riadiace. Sú označované 4 x 4 x 4. Toto usporiadanie je typické pre väčšie typy strojov;
- Riadenie je riešené kĺbovým rámom a všetky kolesá sú hnané a rovnakého priemeru;
- Riadenie je riešené preklzom kolies, pričom každá strana je poháňaná samostatným hydrostatickým okruhom.

Nové koncepcie riadenia smeru jazdy majú za úlohu zlepšiť manévrovateľnosť stroja. Rýpadlo - nakladače podľa typu môžu byť vybavené systémom riadenia umožňujúcim nasledovné variácie:

- riadená iba predná náprava (Obr. 5.95a),
- riadená aj predná aj zadná náprava – minimálny polomer zatáčania (Obr. 5.95b),
- riadená aj predná aj zadná náprava – tzv. krabí chod (Obr. 5.95c).

Pri preprave stroja po verejných komunikáciách je možné riadenie jednej dvojice kolies vypnúť (spravidla zadné).



Obr. 5.95 Systémy riadenia kolesových podvozkov s riadenými nápravami [9]

Kabína obsluhy

Kabíny rýpadlo - nakladačov disponujú väčším vnútorným priestorom, ktorý je potrebný z dôvodu pohodlného a bezpečného ovládania pracovných zariadení. Riešenie kabíny tiež musí zabezpečiť bezpečný prístup na stanovište obsluhy a dostatočný výhľad na pracovné zariadenia vpredu a vzadu a kontrolu ich činnosti. Z hľadiska požadovaného komfortu sú kabíny vybavené klimatizáciou, ergonomickými ovládacími prvkami, účinnou protihlukovou izoláciou a potrebnými kontrolnými a bezpečnostnými systémami a prvkami. Ďalšou požiadavkou je eliminácia otrasov a vibrácií prenášaných na obsluhu či od sedadla, alebo od ovládacích prvkov. Všetky kabíny musia vyhovovať legislatívnym požiadavkám na ochranné konštrukcie typu FOPS (ISO 3449) a ROPS (ISO 3471).



a) pri ovládaní rýpacieho zariadenia

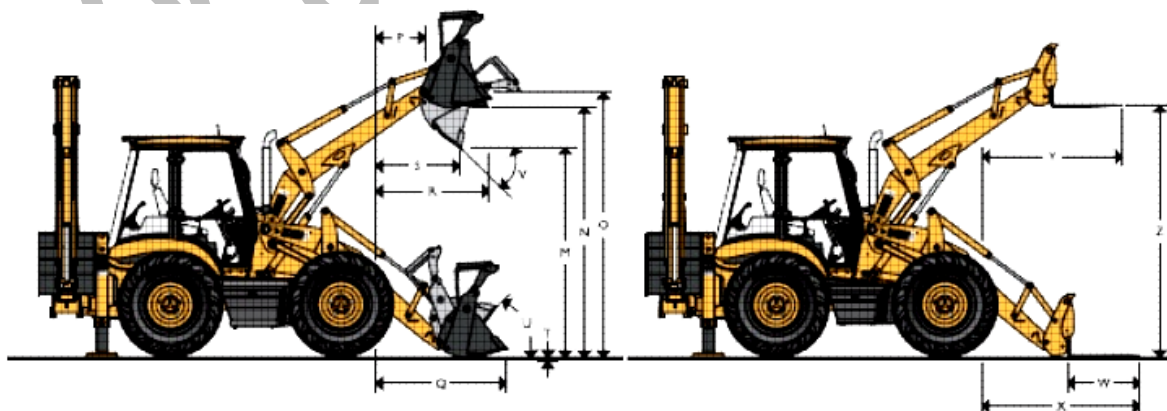


b) pri ovládaní nakladacieho zariadenia

Obr. 5.96 Interiér kabíny rýpadlo – nakladača [9]

Nakladacie pracovné zariadenie

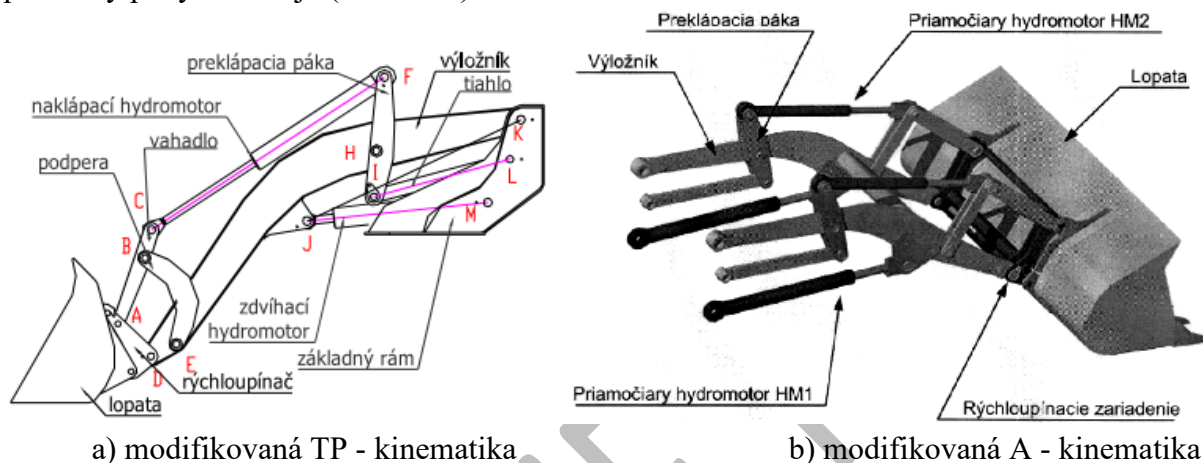
Nakladacie pracovné zariadenie sa nachádza v prednej časti stroja. Štandardne býva vybavené základnou nakladacou lopatou, ale v ponuke býva aj široký sortiment prídavných pracovných nástrojov, napr.: nakladacie lopaty so zubami, nakladacie lopaty s bočným vykladaním, dozérové radlice, paletizačné vidly, vysokozdvížné plošiny, a pod. Ďalej je možné pripojiť rôzne hydraulicky ovládané nástroje, ako sú zhutňovacie zariadenie, zametacia rotačná kefa a pod. Pracovné dosahy nakladacieho zariadenia sú znázornené na Obr. 5.95.



Obr. 5.95 Pracovné dosahy nakladacieho zariadenia [9]

Menovité nosnosti a ďalšie parametre rýpadlo - nakladača pri aplikáciách, kde sa využíva nakladacia časť, sa musia určiť obdobne ako pre kolesové nakladače a to buď z preklápacieho

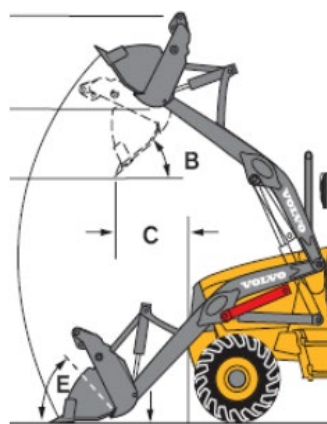
zaťaženia, alebo z maximálnej zdvíhacej sily, podľa toho, ktorá z hodnôt je menšia. Pritom predpokladáme, že hĺbkové rýpacie zariadenie je v prepravnej polohe podľa ustanovenia výrobcu. Všetky údaje menovitých nosností sú definované na základe skúšok, alebo výpočtov za podmienky, že stroj je umiestnený na rovnom a pevnom podklade. Pracovné dosahy nakladacieho zariadenia sa udávajú rovnako ako pre kolesové nakladače, t.j. od dotýčnice k prednému kolesu podvozka. Pre nakladacie pracovné zariadenie sa najčastejšie používa modifikovaná TP - kinematika (Obr. 5.96a), alebo modifikovaná A – kinematika (Obr. 5.96b). Firmy Caterpillar a Volvo používajú kinematický mechanizmus s hydraulickým prepojením pre paralelný pohyb nástroja (Obr. 5.98).



Obr. 5.96 Nakladacie pracovné zariadenie [9]



a) P – kinematika



b) hydraulické prepojenie pre paralelný pohyb nástroja

Obr. 5.97 Nakladacie pracovné zariadenie [9]

Hĺbkové rýpacie zariadenie

Hĺbkové rýpacie zariadenie, alebo tiež podkopové zariadenie je umiestnené v zadnej časti stroja a skladá sa z nasledujúcich hlavných častí:

1) **Priečny nosník**, ktorý je uchytený k rámu stroja nerozoberateľne alebo je možné ho uchytiť rozoberateľným spojom (skrutkami alebo čapmi) pre prípad, že je potrebné ho demontovať a používať výlučne nakladacie zariadenie. Priečny nosník má dve hydraulicky ovládané podpery odklopné alebo výsuvné. Môže mať dvojaké vyhotovenie:

- v strede priečného nosníka je pevne prichytená konzola na uloženie otočného kozlíka (Obr. 5.98);
- priečny nosník má dva vodiace nosníky, po ktorých sa pohybuje posuvný rám s konzolou pre uloženie otočného kozlíka. Priečny pohyb je ovládaný z kabíny pomocou pracovného zariadenia, kde sa s výhodou využíva teleskopická násada.

2) **Otočný kozlík** zabezpečuje natáčanie pracovného zariadenia v rozsahu $\pm 90^\circ$ okolo vertikálnej osi (Obr. 5.98). Môže byť ovládaný:

- dvojicou priamočiarych hydromotorov uchytených stredovo-výkyvne,
- kyvným hydromotorom (staršie typy).

3) **Výložník so zdvihovým priamočiarym hydromotorom** umiestneným:

- nad výložníkom,
- pod výložníkom.

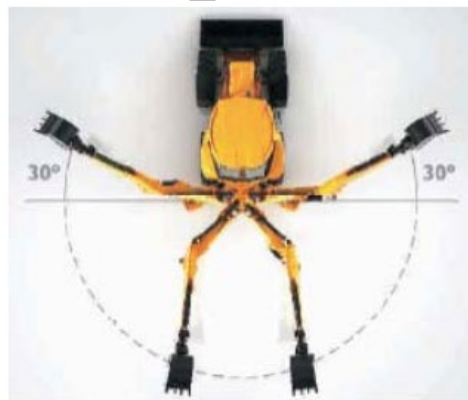
4) **Násada s ovládacími priamočiarymi hydromotormi:**

- nevýsuvná,
- výsuvná.

5) **Pracovný nástroj**, prípadne prídavné zariadenie, ovládané štvorkĺbovým mechanizmom, ktorý zabezpečuje preklápanie v rozsahu 180° , čo je nevyhnuté, aby v prepravnej polohe žiadna časť rýpadlového zariadenia nepresahovala obrys stroja.

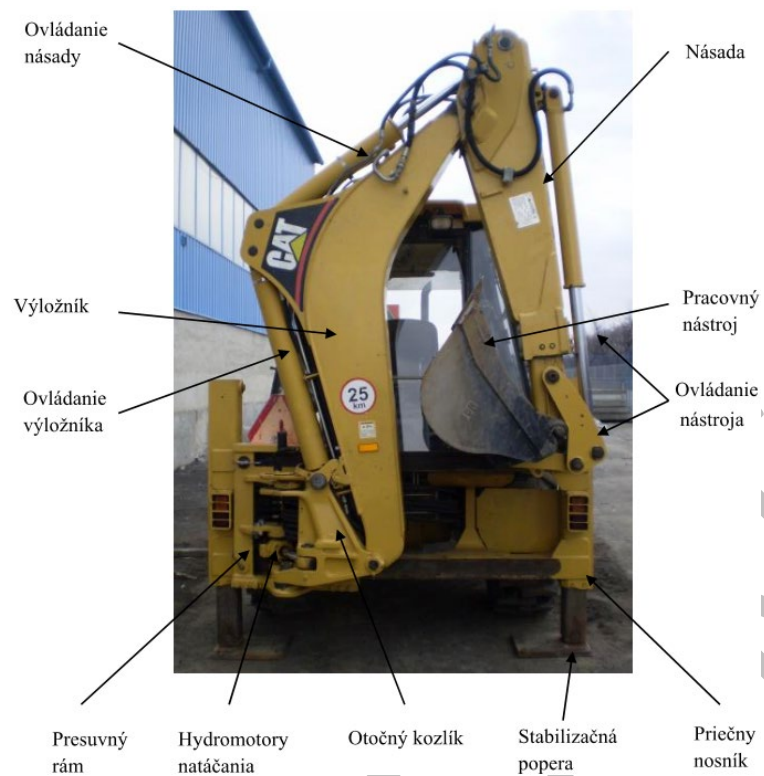


a) s nedelenou násadou



b) s násadou s kĺbom

Obr. 5.98 Otočný kozlík na pevnom priečnom ráme umiestnený v strede stroja [9]



Obr. 5.99 Hĺbkové rýpacie zariadenie s posuvným rámom [9]

Presuvný rám Hydromotory natáčania Otočný kozlík



a) z odlievanych dielov



b) zo zvaranych dielov

Obr. 5.100 Hĺbkové rýpacie zariadenie s posuvným rámom – detail [9]

5.5.3 Prídavné zariadenia

Výrobcovia rýpadlo - nakladačov ponúkajú široký sortiment prídavných zariadení, ktorý umožňuje realizovať ďalšie pracovné technológie.



Obr. 5.101 Niektoré prídavné zariadenia rýpadlo nakladačov [9]

Lopata s bočným naklápaním (Obr. 5.102a)

Pre rôzne aplikácie ako výstavby tunelov, poschodí budov a plnenie výkopov.

Lopata s vysokým naklápaním (Obr. 5.102b)

Pre manipuláciu s materiálmi s nízkou hustotou napr. uhlie, koks, drevná štiepka.

Výnimočná viditeľnosť pri vysýpaní na vysoké nákladné autá a do vysokých zásobníkov.



a) Lopata s bočným naklápaním



b) Lopata s vysokým naklápaním

Obr. 5.102 Prídavné zariadenia rýpadlo – nakladačov [9]

Viacúčelová lopata (Obr. 5.103a)

Môže byť použitá ako univerzálna lopata, ako odhrňovacia radlica, zarovnávací lopata, či ako drapák.

Paletizačné vidly (Obr. 5.103b)

Sú určené na nakladanie a manipuláciu voľne položeného alebo paletového materiálu. Osadené sú na nosnej konštrukcii párom vidiel, ktoré sú najčastejšie manuálne posuvne prestaviteľné. V niektorých prípadoch môžu tvoriť integrovanú súčasť univerzálnych alebo viacúčelových lopát.



a) Viacúčelová lopata



b) Paletizačné vidly

Obr. 5.103 Prídavné zariadenia rýpadlo – nakladačov [9]

Vidly s pridržiavačom (Obr. 5.104a)

Označované tiež ako vidly na guľatinu sa využívajú na manipuláciu s rôznymi typmi guľatiny a kmeňov stromov.

Lopata s pridržiavačom (Obr. 5.104b)

Lopata s pridržiavačom umožňuje manipuláciu s rôznymi druhmi materiálu a našla uplatnenie v stavebnej a poľnohospodárskej technike.



a) Vidly s pridržiavačom



b) Lopata s pridržiavačom

Obr. 5.104 Prídavné zariadenia rýpadlo – nakladačov [9]

Výkyvná lopata (Obr. 5.105)

Výkyvná lopata so systémom pripnutia, ktorá sa vyklápa v oboch smeroch, na dokončovacie práce, čistenie výkopov a zasypávanie. Umožňuje stroju pracovať paralelne s výkopom.



Obr. 5.105 Výkyvná lopata [9]

Rozrušovacie kladivo (Obr. 106)

Má vynikajúci prevádzkový výkon a dokonale sa hodí k nakladaču s hĺbkovou lyžicou.



Obr. 5.106 Rozrušovacie kladivo [9]

5.6 Lyžicové rýpadlá

V dnešnej dobe sú rýpadlá nepochybne najrozšírenejšou skupinou zemných strojov, ktoré sú nasadzované do rôznych pracovných podmienok a ich činnosť sa už neobmedzuje iba na samotnú ťažbu (rýpanie). Rýpadlá ako zemné stroje môžeme rozdeliť podľa viacerých hľadísk do samostatných kategórii.

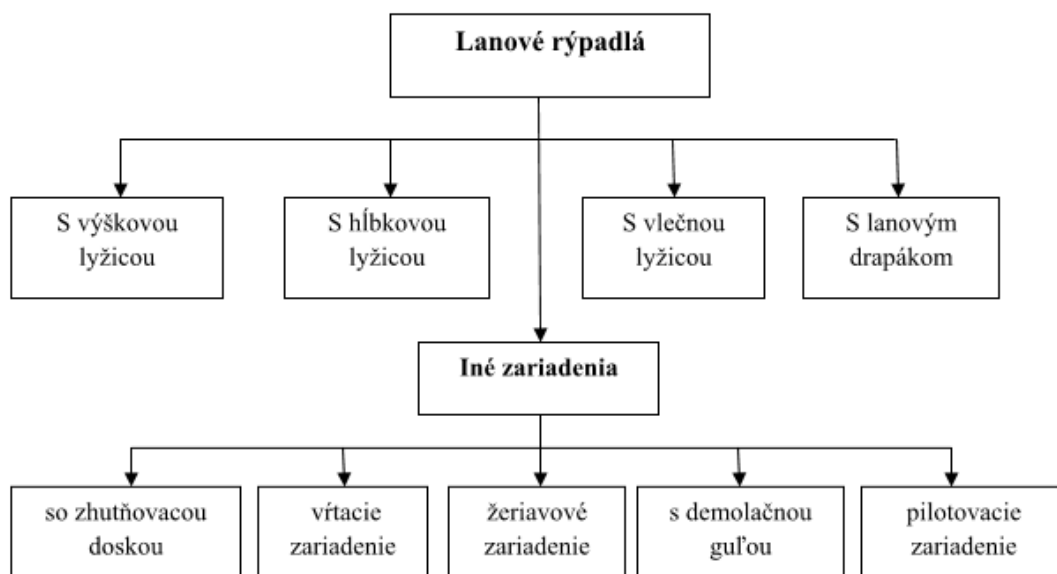
Základné rozdelenie môžeme uskutočniť z hľadiska použitých pohonov, ktoré riadia pohyb samotného stroja. Podľa toho rozoznávame:

- Lyžicové rýpadlá riadené lanovými prevodmi (s ťahanou lyžicou);
- Hydraulické lyžicové rýpadlá.

5.6.1 Lanové rýpadlá

Lanové rýpadlo (acable excavator) je rýpadlo s otočným zvrškom, pričom silové pomery sa uskutočňujú prostredníctvom oceľových lán, je určené hlavne na rýpanie s vlečenou lyžicou, pracovným nástrojom alebo drapákom, používané na zhutňovanie materiálov s vibračnou doskou, na demolačné práce s hákom alebo guľou a na manipuláciu s materiálom so špeciálnym pracovným zariadením a nástrojom (Obr. 5.107).

Systém zdvíhania výložníka (boom hoist system) pozostáva z výložníka (dolná časť, stredná časť, horná časť), rámu tvaru A a lanového systému zdvíhania výložníka. Zdvíhacie zariadenie (lift system) pozostáva z hlavného lanového navijaka použitého na zemné práce, demolačné práce, zhutňovanie a manipuláciu s predmetmi (napríklad pomocou závesného prostriedku). Zdvíhacie zariadenie lanových rýpadiel musí byť vybavené brzdou, ktorá pôsobí ihneď po uvoľnení ovládacej páky alebo pedála. Brzdový systém musí pôsobiť automaticky v prípade prerušenia dodávky energie alebo pôsobenia sily ovládajúcej spúšťanie. Pritom nesmie dôjsť k ovplyvneniu stability rýpadla. Brzda musí udržať menovité zaťaženie a byť konštruovaná tak, že umožní dynamické zaťažovanie a postupné pôsobenie. Vedenie lana musí byť konštruované tak, aby nedochádzalo k nekontrolovateľnému napínaniu alebo uvoľňovaniu lana.

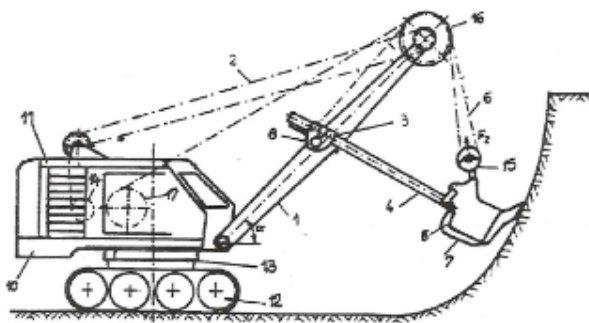


Obr. 5.107 Druhy lanových rýpadiel [9]

Výložník musí byť vybavený koncovým vypínačom na zabránenie spätného preťaženia/potiahnutia. Spojenia (skrutkové) častí výložníka musí byť navrhnuté tak, aby sa montáž a demontáž výložníka mohli vykonávať bez prítomnosti osoby pod výložníkom. Zdvíhacie zariadenie (zdvíhací systém) a zdvíhací výložník lanových rýpadiel používané na manipuláciu s predmetmi musia byť vybavené zariadením na obmedzenie momentu zaťaženia, ktoré zabraňuje ich preťaženiu. Zariadenie na obmedzenie momentu zaťaženia musí byť nastavené na menovité zaťaženie s toleranciou $\pm 10\%$. Pracovné pohyby, znižujúce moment zaťaženia sa musia uskutočniť ešte po odozve zariadenia na obmedzenie momentu zaťaženia. Lanové rýpadlá použité na manipuláciu s predmetmi musia byť vybavené koncovým vypínačom pohybu pri zdvíhaní. Po aktivovaní tohto koncového vypínača musí byť možné spustenie zaťaženia/nákladu. Systém zdvíhania výložníka lanových rýpadiel musí byť vybavený koncovým vypínačom na zabránenie spätnému preťaženiu výložníka. Po aktivovaní tohto vypínača musí byť možné spustenie výložníka.

Lanové rýpadlá s výškovou lyžicou

Na Obr. 5.108 je znázornený princíp práce mechanického lyžicového rýpadla s výškovou lyžicou. Tieto rýpadlá ťažia zeminu nad úrovňou pojazdu stroja. Vyprázdňovanie lyžice umožňuje odklopné dno. Hrúbka odoberateľnej horniny je v rozmedzí 10 až 20 cm, podľa veľkosti stroja a obsluha stroja ho riadi tak, aby došlo k naplneniu lyžice pri dosiahnutí hornej hrany svahu.



1 – výložník, 2 – lano zdvihu výložníka, 3 – vedenie násady, 4 – násada, 5 – výšková lyžice, 6 – lano zdvihu lyžice, 7 – odklopné dno lyžice, 8 – prevod vysúvania násady, 10 – rám, 11 – strojovňa, 12 – pásový podvozok, 13 – otočný mechanizmus, 14 – vráток zdvihu výložníka, 15 – kladnica lyžice, 16 – kladky výložníka, 17 – vráток zdvihu lyžice

Obr. 5.108 Princíp práce lanového rýpadla s výškovou lyžicou a jeho hlavné časti [9]

Lanové rýpadlá s hĺbkovou lyžicou

Na Obr. 5.109 sú znázornené lanové rýpadlá s hĺbkovou lyžicou, ktoré sú určené na ťažbu pod úrovňou vzt'aznej (pojazdovej) roviny GRP. Niektorí výrobcovia ponúkajú modálne riešenia, keď sa dalo jednoducho prestaviť hĺbkové zariadenie za výškové, napríklad D 032a z PPS Detva.



a) Fuchs 301



b) D-032a

Obr. 5.109 Lanové rýpadlá s hĺbkovou lopatou [9]

Lanové rýpadlá s vlečnou lyžicou

Sú to ťažké strojové zariadenia používané k povrchovej ťažbe. Spektrum ich použitia, podmienené použitým pracovným zariadením, je pomerne široké. Medzi najdôležitejšie praktické aplikácie patrí:

- ťažba zemín a hornín s vlečnou lyžicou,
- premiestňovanie materiálov s drapákmi,
- demolačné práce s demolačnou guľou,
- dynamické zhutňovanie pôdy,
- hĺbenie otvorov s drapákmi alebo závitovkovými vrtákmi.

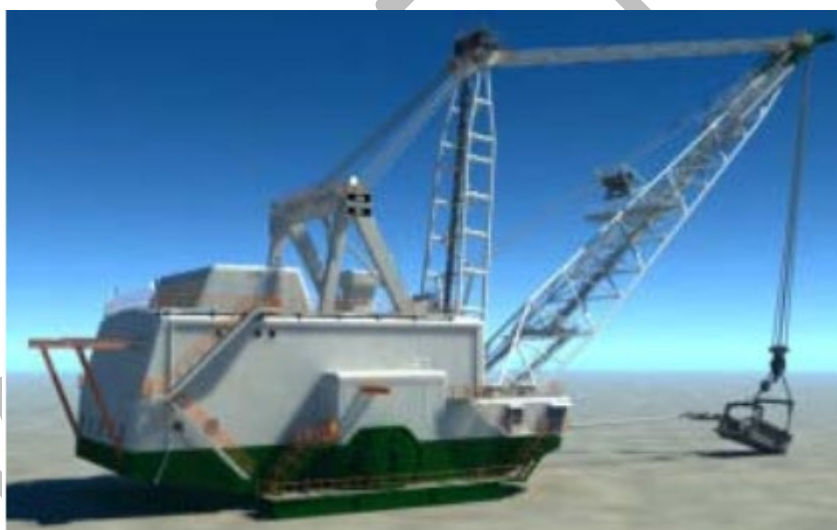
Môžeme ich rozdeliť do dvoch kategórií:

- Ako mobilné pracovné stroje na pásových podvozkoch, prepravované na ťažkých podvalníkoch. Využívajú sa prevažne v stavebníctve;
- Ťažké súpravy na kráčavom alebo pásovom podvozku postavené na mieste v povrchových lomoch.

Najmenšie stroje majú hmotnosť približne 8000 t, zatiaľ čo najväčšie až 13 000 t.

Pracovné dosahy sú limitované dĺžkou výložníka a hĺbkou kopania dĺžkou lán. Najúčinnšie je rýpanie pod úrovňou stroja. Práca nad úrovňou je menej efektívna.

Na pohon týchto strojov sa používajú väčšinou diesel-hydraulické pohony. Elektrické pohony boli použité iba na väčších strojoch v povrchových lomoch. Na rozdiel od väčšiny zemných strojov, zostali relatívne bez zmeny v konštrukcii takmer 100 rokov. V posledných rokoch boli realizované zmeny hlavne na strojoch s pásovým podvozkom. Na Obr. 5.110 je znázornená konštrukcia predstaviteľ modernejších typov, rýpadlo s vlečnou lyžicou americkej firmy Bucyrus. Vyrába sa v troch verziách a objem lyžíc týchto strojov sa pohybuje v rozsahu 76 až 116 m³, dĺžky ramien od 109,7 až 132,5 m, menovitá nosnosť od 240 až 345 t a prevádzková hmotnosť od 5550 až 7620 t. Pohon jednotlivých mechanizmov je bezprevodovými (striedavými) AC elektromotormi s frekvenčnými meničmi. Prívod energie je z verejnej siete.

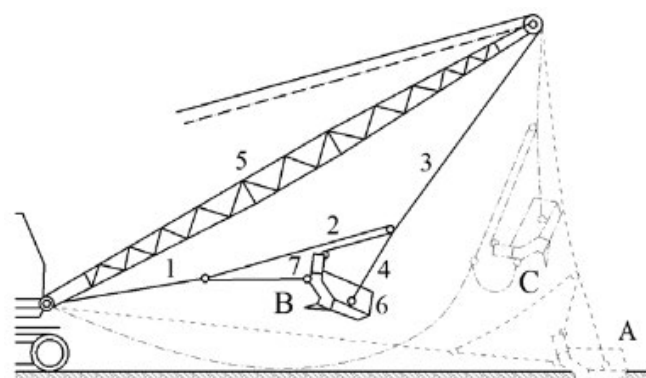


Obr. 5.110 Lanové rýpadlo s vlečnou lopatou firmy Bucyrus [9]

V Európe je najväčším výrobcom lanových rýpadiel s vlečnou lyžicou nemecká firma Liebherr, ktorá ponúka 10 typov veľkostných typov týchto strojov od 36 t (180 kW) až do 350 t (725 kW). Pred uvedením veľkosti typu udávajú označenie HS – „Hydroseilbagger“ (hydraulické lanové rýpadlo). Na Obr. 5.113 je znázornené hydraulické lanové rýpadlo Liebherr HS 8300 HD Hybrid na pásovom podvozku. Prevádzková hmotnosť stroja je 350 t, ťah v lane má 500 kN, dĺžka výložníka 68 m a výkon hnacieho motora dosahuje 725 kW. V základnom vybavení nového stroja je vlečná lopata, hydraulický polypový drapák (Obr. 5.111) a žeriavový hák.



Obr. 5.111 Polypový drapák [9]



A – ťaženie (rozpojovanie) zeminy

B – prenos plnej lopaty

C - vysýpanie



Obr. 5.112 Fázy pracovného cyklu s vlečnou lyžicou [9]



a) so zdvíhacím zariadením



b) s drapákom



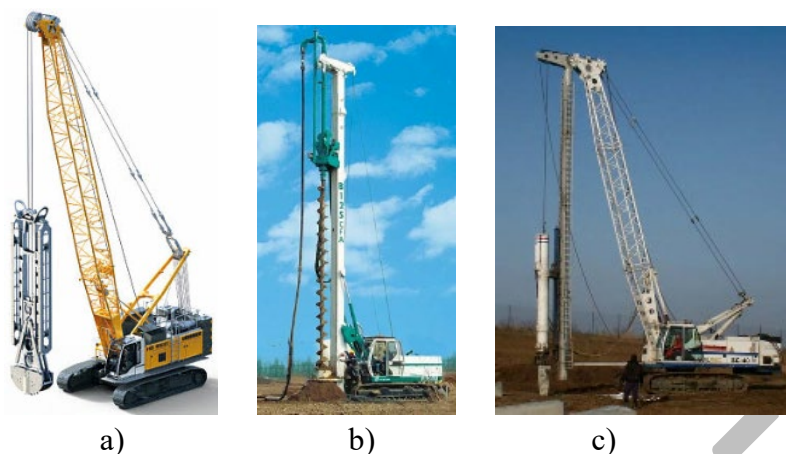
c) s vlečnou lyžicou

Obr. 5.113 Hydraulické lanové rýpadlo Liebherr HS 8300 HD s rôznymi nástrojmi [9]

Možnosti využitia lanových rýpadiel

Lanové rýpadlá s vŕtacím zariadením – sa využívajú na vytváranie otvorov pre stavbu oporných podzemných stien a stabilizáciu stavebných jám (Obr. 5.114b). Ako súčasť vŕtacej súpravy je aj zariadenie na zatlačanie a vyťahovanie oceľových pažíacich rúr (Obr. 5.114a).

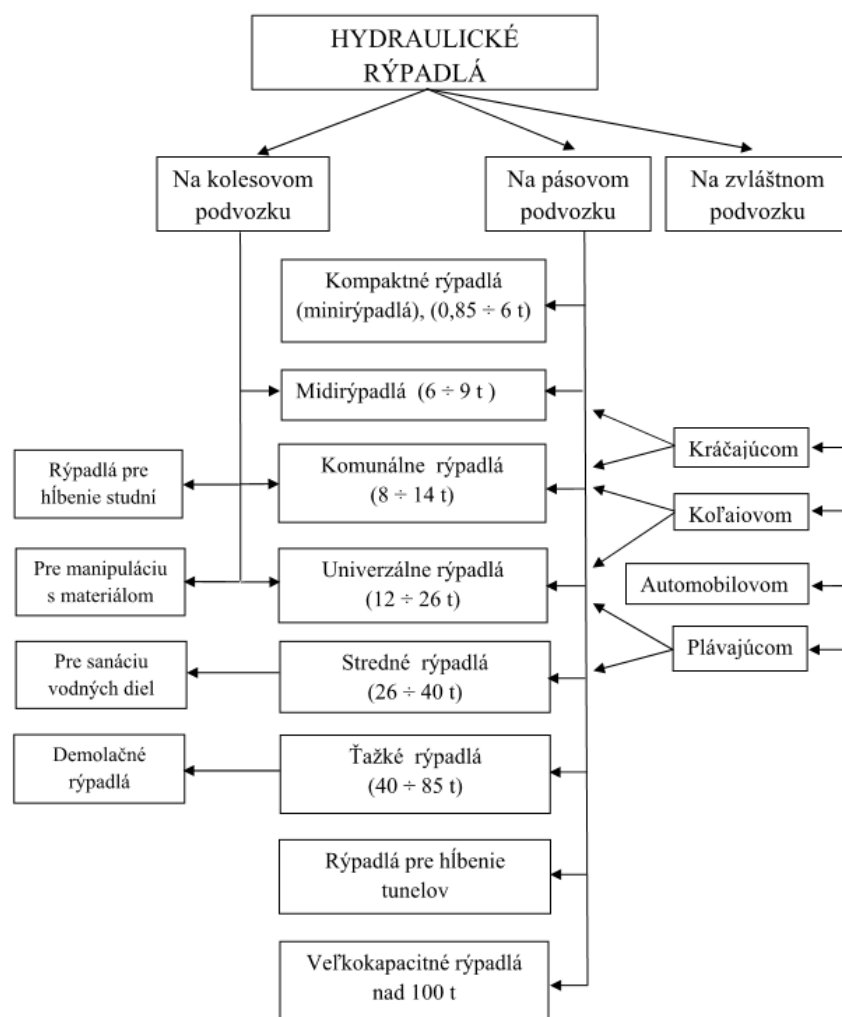
Lanové rýpadlá s pilotovacím zariadením – využívajú sa aj ako manipulačné prostriedky pre ovládanie barandiel na zarážanie pilot pri zakladaní stavieb (Obr. 5.114c).



Obr. 5.114 Lanové hydraulické rýpadlá [9]

5.6.2 Hydraulické rýpadlá

Hydraulické rýpadlo (hydraulic excavator) je samohybný stroj na pásovom a kolesovom podvozku alebo na podperách s otočným zvrškom s pracovným zariadením určeným hlavne na rýpanie lyžicou bez pohybu podvozku počas pracovného cyklu stroja. Hydraulické lyžicové rýpadlá predstavujú najvýznamnejšiu skupinu zemných strojov. Sú určené na rozpojovanie zemín spravidla I. až IV. triedy rozpojiteľnosti. Uplatnenie nachádzajú v rozmanitých odvetviach stavebníctva ako napr. v pozemnom stavitelstve, vodohospodárskej výstavbe, budovaní inžinierskych i dopravných sietí a pri iných viac či menej špecializovaných prácach, pri ktorých sa vyžaduje premiestňovanie, odstraňovanie a manipulácia so zeminami, horninami a iným stavebným materiálom, sutinami a odpadom. Radia sa do skupiny cyklicky pracujúcich strojov. Zväčša sú to univerzálne stroje, ktoré sa jednoduchou zámenou pracovného nástroja prispôbia na výkon požadovanej pracovnej operácie. Jednouúčelové rýpadlá sú určené na realizáciu jednej technológie prostredníctvom nástroja, ktorý sa po opotrebení cyklicky vymieňa počas celej životnosti stroja. Typová a veľkostná rozmanitosť hydraulických rýpadiel je veľká. Výrobcovia ponúkajú širokú hmotnostnú škálu, rôznu konštrukciu podvozku, pracovného zariadenia a nástrojov, zohľadňujúcu pracovné podmienky jednotlivých strojov a na želanie používateľa ponúkajú rôzne modulárne zostavy rýpadiel. Konštrukcia stroja zväčša pozostáva z tzv. konštrukčných modulov, ktoré možno navzájom kombinovať a využiť ich u viacerých kategórii strojov v stavebnej rade, čím dochádza i k zjednodušeniu a zlacneniu výroby (Obr. 5.116). Základné rozdelenie hydraulických rýpadiel je uvedené na Obr. 5.115.



Obr. 5.115 Rozdelenie hydraulických rýpadiel [9]

Niektoré časti resp. moduly hydraulických rýpadiel výrobcovia nakupujú od špecializovaných dodávateľov. Ide najmä o komponenty akými sú motor, hydraulické systémy, kabíny a iné samostatné systémy. Pri vývoji nového stroja respektíve zaplňaní stávajúcej výrobné rady vychádzajú výrobcovia z rôznych analýz ako sú napr. teória podobnosti strojov, rozmerová analýza, hodnotová analýza a iné štatistické metódy na určenie technických parametrov stroja.



Obr. 5.116 Základné moduly hydraulického rýpadla [9]

Kompaktné rýpadlá – minirýpadlá

Patria sem rýpadlá s prevádzkovou hmotnosťou menšou alebo rovnajúcou sa 6000 kg. Je to pomerne rozšírená trieda veľkosti hydraulických rýpadiel a často sú označované aj ako minirýpadlá. Vyznačujú sa malým akčným rádiom otáčania otočnej nadstavby, v pôdoryse teda nadstavba pri otáčaní nepresahuje cez vonkajší obrys podvozku. Pracovné zariadenie s hĺbkovou lyžicou je uložené na otočnom kozlíku, ktorý umožňuje vykonávať výkopové práce tesne pri zvislých stenách. Podvozok je pásový s gumovými pásmi, doplnený dozérovou radlicou. Na požiadanie zákazníka výrobcovia dodávajú aj pásové podvozky s meniteľným rozchodom pásov. Na Obr. 5.117 sú uvedené najmenší a najväčší predstaviteľ a tejto veľkostnej triedy. Objem lopaty je do 0,2 m³. Na Obr. 5.118 je znázornený hydraulický systém podvozku minirýpadla. Tieto kompaktné pracovné stroje možno nájsť v ponuke väčšiny firiem vyrábajúcich rýpadlá.

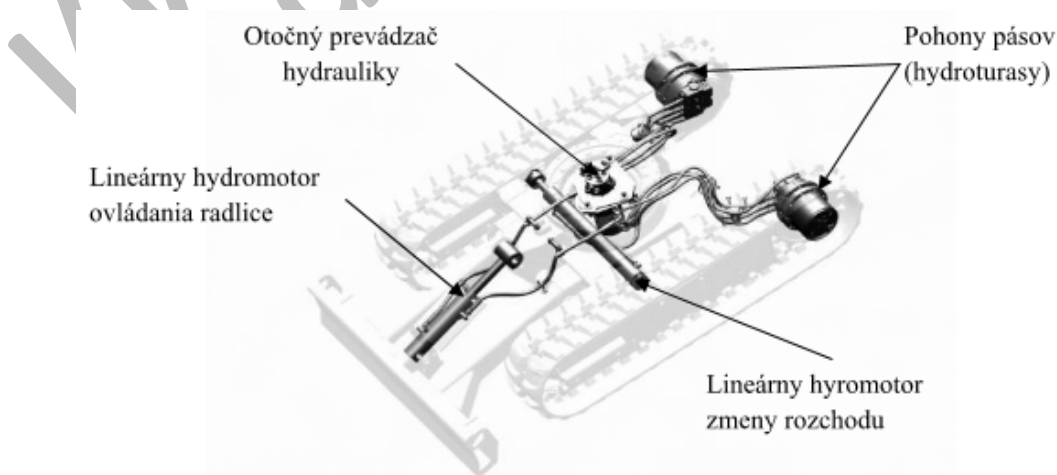


a) Komatsu PC 09 (880 kg)



b) JCB 8060 (6 t)

Obr. 5.117 Minirýpadlá do hmotnosti 6t [9]



Obr. 5.118 Hydraulický systém podvozku minirýpadla [9]

Rýpadlá s minimálnym polomerom otáčania

Sú určené na prevádzku v obmedzených priestoroch s otočným zvrškom s malým polomerom otáčania. Pracovné zariadenie a pracovný nástroj sa otáčajú v rozsahu 120% šírky podvozku. Do tejto triedy patria dve podskupiny rýpadiel:

- midirýpadlá,
- komunálne rýpadlá.

Midirýpadlá

Stroje podobnej koncepcie ako minirýpadlá, ale s väčšími veľkostnými a výkonovými parametrami. Otočné nadstavby midirýpadiel sa zabudovávajú na pásové a kolesové podvozky (Obr. 5.119). Na kolesových verziách sú použité spravidla dvojdielne výložníky. Objem pracovného nástroja sa pohybuje do 0,4 m³.



Obr. 5.119 Midirýpadlá [9]

Komunálne rýpadlá

Pomerné rozšírená veľkostná trieda hydraulických rýpadiel, ktoré sa osvedčili na stavbách v intravilánoch miest a obcí. Sú vybavené kolesovými podvozkami s prepravnou rýchlosťou do 25 km.h⁻¹. Potrebná stabilita je zabezpečená na jednej strane podvozku dozérovou radlicou a na druhej stabilizačnými podperami. Univerzálnosť týchto strojov je zabezpečená konštrukciou pracovného zariadenia (dvojdielny výložník). Prácu pri vertikálnych stenách umožňuje výkyvné uloženie pracovného zariadenia na otočnom kozlíku (Obr. 5.120a), alebo na hornej časti dvojdielného výložníka (Obr. 5.120b). Po doplnení vhodným typom železničného podvozku, možno ich využiť aj v oblasti pracovných technológií určených na opravu, resp. rekonštrukciu železničného zvršku (Obr. 5.120c). Takéto riešenia sa označujú ako „dvojcestné“ (z nemeckého odborného výrazu zweiwege – ZW). Ďalším príkladom využitia komunálneho rýpadla je stroj s trojdielnou výsuvnou násadou a s kruhovým drapákom určeným na hĺbenie studní (Obr. 5.120d).



a) pracovné zariadenie na otočnom kozlíku



b) pracovné zariadenie pre mimoosé rýpanie



c) dvojcestné komunálne rýpadlo na železničnom podvozku



d) rýpadlo určené na hĺbenie studní

Obr. 5.120 Komunálne rýpadlá [9]

Kráčajúce rýpadlá

Sú rýpadlá, ktoré majú tri alebo viac oporných nôh, ktoré môžu byť kĺbové, teleskopické prípadne oboje a môžu byť vybavené kolesami. Tieto stroje sú určené do najčlenitejších terénov. Pracovné zariadenie pozostáva z nedeleného výložníka a teleskopickej násady, ktorá je potrebná pri prekonávaní prekážok. Na konci jedného páru nevýsuvných oporných nôh sú umiestnené hydrokolesá, druhý pár má nehnané kolesá umiestnené na výsuvnej časti. Na Obr. 5.121a je stroj s teleskopickou násadou a na Obr. 5.121b stroj s otočne uloženým pracovným nástrojom. Na Obr. 5.122 sú demonštrované schopnosti kráčajúcich rýpadiel prekonávať prekážky.



a)



b)

Obr. 5.121 Rýpadlá na kráčajúcom podvozku [9]



Obr. 5.122 Prekonávanie prekážok kráčajúcim rýpadlom [9]

Univerzálne rýpadlá

Sú najrozšírenejšou triedou veľkosti hydraulických rýpadiel s objemom základnej lopaty 0,5 až 0,8 m³. Vďaka modulárnej koncepcii sú vyrábané vo viacerých variantoch podvozkových systémov a pracovných zariadení. Je to najrozšírenejšia skupina rýpadiel adaptovaných na rôznych typoch podvozkov. CSM Tisovec vyrába univerzálne teleskopické rýpadlá na automobilovom podvozku s typovým označením UDS 214 (Obr. 5.123a), na pásovom podvozku UDS 211 a kolesovom podvozku UDS 232. Niektorí výrobcovia nadstavby týchto rýpadiel ponúkajú aj na plávajúcom podvozku (Obr. 5.123c).



a) teleskopické rýpadlo na automobilovom podvozku



b) kolesové rýpadlo s deleným výložníkom



c) rýpadlo na plávajúcom podvozku



d) rýpadlo na pásovom podvozku

Obr. 5.123 Univerzálne rýpadlá na rôznych typoch podvozku s rôznymi pracovnými zariadeniami [9]

Hydraulické rýpadlá pre manipuláciu s materiálom

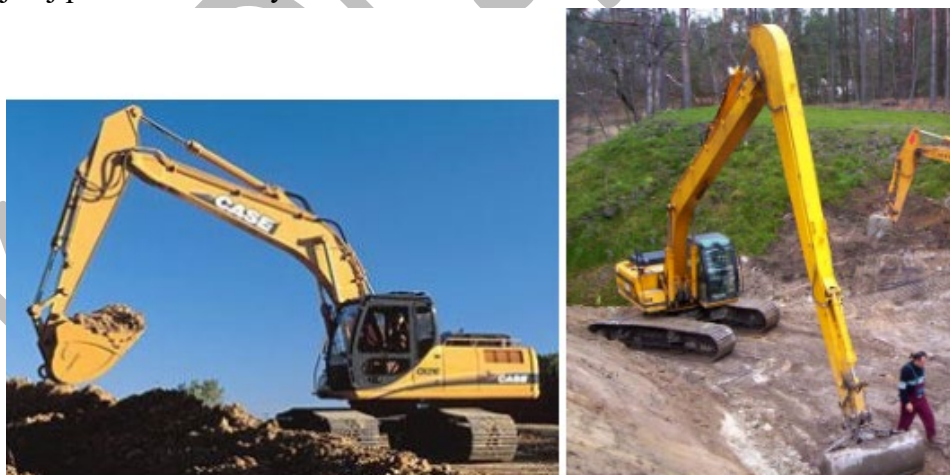
Tieto rýpadlá sú vyvinuté na báze univerzálnych rýpadiel, vyznačujú sa pohyblivosťou, manévrovateľnosťou a vysokým výkonom pri prekládke. Kabína s hydraulickým zdvíhaním zabezpečuje operátorovi bezpečný výhľad a prehľad na pracovisku. Dodávajú sa s mnohými prídavnými nástrojmi a príslušenstvom. Používajú sa na skládkach kovového šrotu s polypovými drapákmi a s elektromagnetmi, na skladoch dreva s drapákom na guľatinu a v železničných prekladiskách s dvojčelust'ovými drapákmi.



Obr. 5.124 Hydraulické rýpadlá pre manipuláciu s materiálom [9]

Stredne veľké rýpadlá (20 až 40 t)

Rýpadlá strednej hmotnostnej kategórie sa uplatňujú pri vykonávaní širokého spektra zemných prác. Okrem základnej hĺbkovej lyžice používajú aj iné druhy nástrojov a prídavných zariadení, ako sú rozrušovacie kladivá, drviace a strihacie kliešte atď. Sú základnými nosičmi pri zostavovaní väčšiny demolačných rýpadiel. S predĺženým pracovným zariadením sa využívajú aj pri sanácii vodných diel.



a) s klasickým pracovným zariadením

b) s predĺženým pracovným zariadením

Obr. 5.125 Stredné rýpadlá hmotnostnej kategórie 20 až 40 t [9]

Demolačné rýpadlá

Častým a v niektorých prípadoch jediným možným spôsobom likvidácie starých budov alebo iných stavebných konštrukcií je použitie demolačných rýpadiel. Je to druh pásových hydraulických rýpadiel, ktoré pomocou špeciálnych pracovných zariadení, ako napríklad

demolačné drapáky, drviace kliešte, nožnice a rozrušovacie kladivá vykonávajú búracie (demolačné) práce. Demolačné rýpadlá sa vyrábajú v rôznych veľkostiach a vyhotoveniach, s určením pre demolačné práce v menších výškach, až po stroje s veľkými výškovými dosahmi (Obr. 5.126), ktorých hmotnosť je až 45 t a maximálny výškový dosah 40 m. Dobrý výhľad na pracovné náradie a pohodlie pre obsluhu zabezpečuje obyčajne hydraulicky sklopná kabína. Pre potreby demolácií v najväčších výškach sú demolačné rýpadlá vybavené zosilneným rámom, ochrannými rámami kabíny, plynule naklopiteľnou kabínou pre zlepšenie výhľadu a prídavnými hydraulickými okruhmi pre ovládanie demolačného pracovného zariadenia.



Obr. 5.126 Demolačné rýpadlá [9]

Ťažké hydraulické rýpadlá (40 až 85 t)

Najvyššia hmotnostná trieda rýpadiel, ktorá si nájde uplatnenie predovšetkým pri rozsiahlych zemných prácach. Výkon motora býva od 200 do 400 kW, objem lyžice od 1,1 do 6,5 m³. Tieto stroje sa vyznačujú najnižšími prevádzkovými nákladmi na m³ vytťaženej zeminy.



Caterpillar 390 DL (86 t, 390 kW)



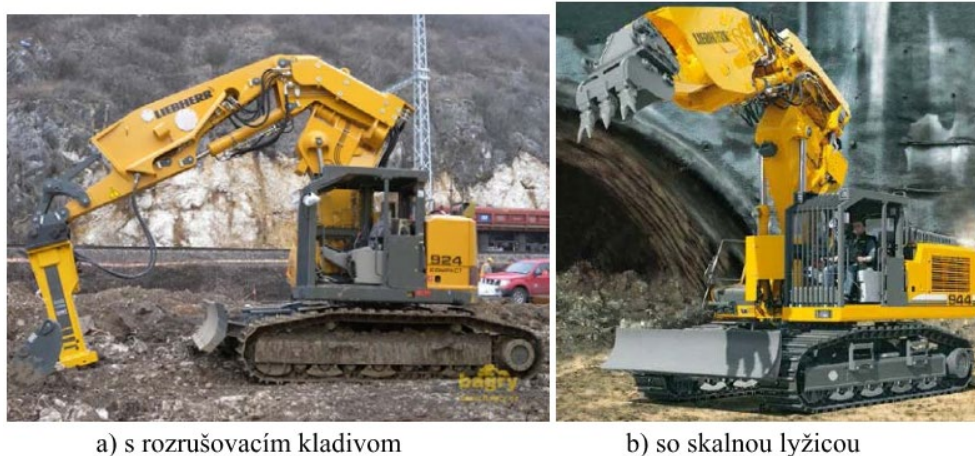
VOLVO EC 700

Obr. 5.127 Ťažké hydraulické rýpadlá nad 40 t [9]

Tunelové rýpadlá

Sú to rýpadlá určené pre prácu v tuneloch, kde sú obyčajne sťažené pracovné podmienky s obmedzeným manévrovacím priestorom. Vďaka špeciálne konštruovaným výložníkom a malému obrysovému polomeru otočnej nadstavby sú tunelové rýpadlá vhodnými strojmi pre začisťovanie profilu tunela po odstrele, rozrušovanie nadrozmerných balvanov a nakladanie uvoľnenej horniny. Pre tieto účely sú vybavované špeciálnymi skalnými lopatami alebo rozrušovacími kladivami. Požadovaná spoľahlivosť je zabezpečená extrémne robustnou konštrukciou vytvorenou z vysoko pevných ocelí a mohutným rámom podvozku. Konštrukcia pracovného zariadenia umožňuje realizovať veľké vylamovacie sily.

Na trhu sú stroje s prevádzkovou hmotnosťou od 8 do 43 t. Základom silného tunelového výložníka je robustná skriňová konštrukcia s profilom odolávajúcim namáhaniu v krútení. Robustné ložisko otoče zabudované do výložníka umožňuje naklopiť jeho časť v oboch smeroch o 45°. To zaisťuje maximálnu prevádzkovú flexibilitu v úzkych tunelových profiloch.



Obr. 5.128 Tunelové rýpadlá [9]

Veľkokapacitné rýpadlá

Sú to najmohutnejšie jednoúčelové zemné stroje využívané v povrchových lomoch, niekedy označované aj ako veľkosť „XL“ (Obr. 5.129). Pracujú obyčajne v zostavách s odvoznými, resp. transportnými prostriedkami odpovedajúcich rozmerov. Vyrábajú sa vo vyhotovení s výškovou alebo s hĺbkovou lyžicou. Vzhľadom na ich menšiu početnosť potreby v praxi ich možno nájsť vo výrobnom programe len obmedzeného počtu výrobcov (Liebherr, Terex). Ich hmotnosť sa pohybuje v rozsahu od 250 t do 980 t, výkon v rozsahu 960 kW až 3355,6 kW a objem lyžíc od 15 m³ do 45 m³.



a) s hĺbkovou lopatou (Liebherr 996)

b) s výškovou lopatou (Terex RH 400)

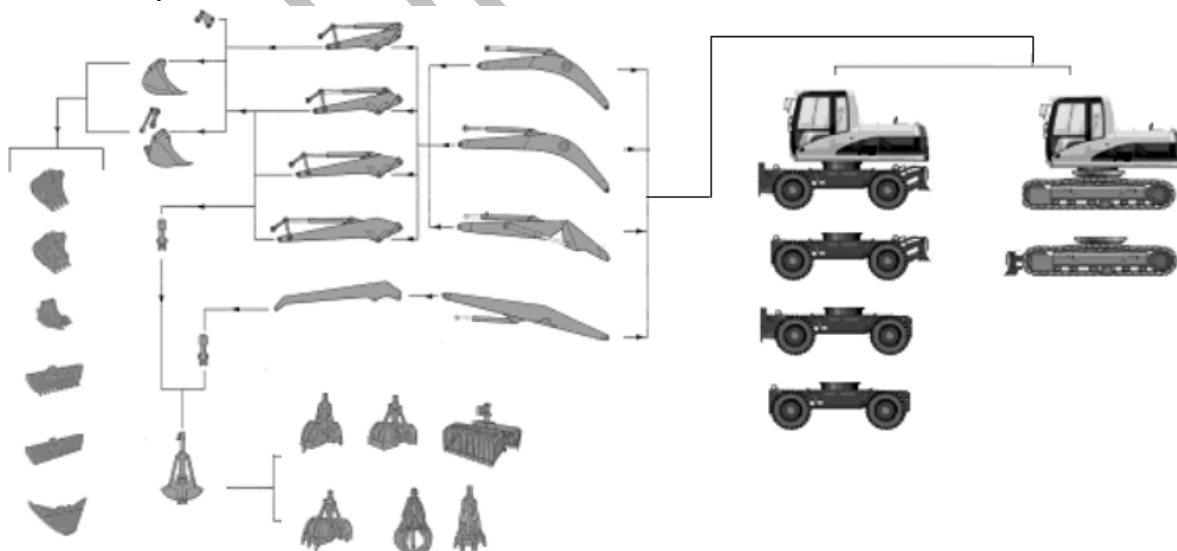
Obr. 5.129 Veľkokapacitné rýpadlá [9]

5.6.3 Moduly pracovných zariadení hydraulických rýpadiel

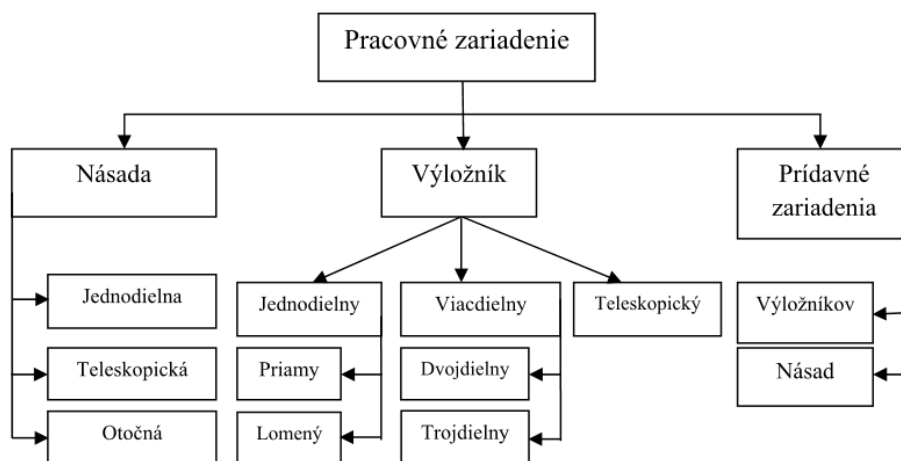
Konštrukcia pracovných zariadení hydraulických rýpadiel je podmienená triedou veľkosti a špecifickými požiadavkami z hľadiska užívateľských technológií. Pre každý výrobok výrobca určí:

- rozsah možných prác a určenia s vzhľadom na triedu rozpojitelnosti horniny,
- základné pracovné zariadenie,
- sortiment prídavných pracovných zariadení.

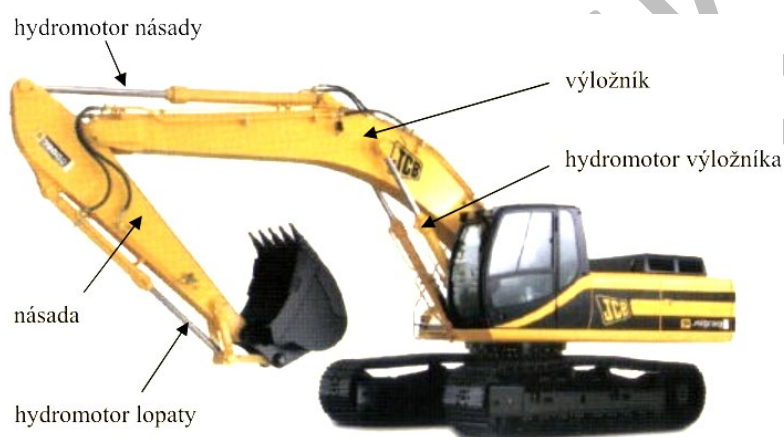
Po dohode s odberateľom, môže výrobca dodať stroj s dohodnutým prídavným zariadením, ako základnú zostavu. Výrobu prídavných zariadení k hydraulickým rýpadlám realizujú často špecializovaní výrobcovia, ako subdodávatelia. Štruktúra hlavných stavebných modulov rýpadla je na Obr. 5.130, štruktúra pracovných zariadení rýpadiel je znázornená na Obr. 5.131, hlavné moduly na Obr. 5.132.



Obr. 5.130 Štruktúra hlavných stavebných modulov rýpadla [3]



Obr. 5.131 Modulárna štruktúra pracovných zariadení [3]



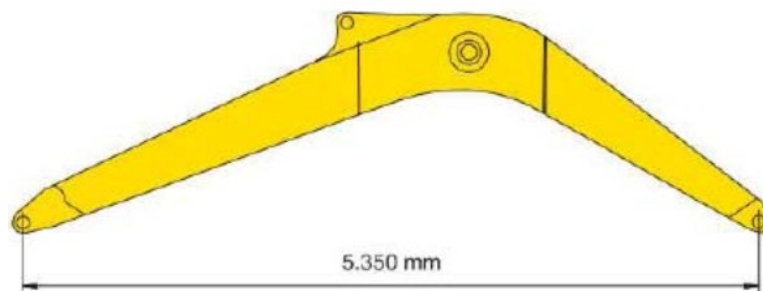
Obr. 5.132 Moduly pracovného zariadenia hydraulického rýpadla s hĺbkovou lopatou [3]

Výložník

Výložník, požadovaného tvaru a konštrukcie, je nosná časť pracovného zariadenia. Uchytený je na otočnej nadstavbe pomocou horizontálneho čapu, na jeho druhom konci je podobným spôsobom pripevnená násada. Jeho pohyb je riadený pomocou priamočiareho hydromotora zdvihu a spúšťania výložníka. Výložníky môžu byť jednodielne, dvojdielne alebo teleskopické, špeciálnym prípadom je taký, ktorý umožňuje stranový výkop. Výrobcovia väčšinou k zostávam strojov ponúkajú s ohľadom na charakter využitia strojov možnosť voľby z vhodných typov výložníka.

Jednodielny výložník (monoblok)

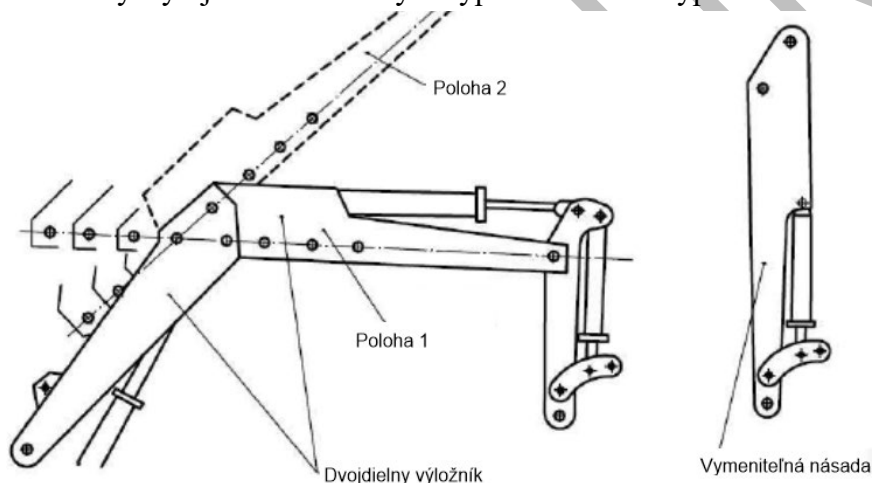
Má jednoduchú konštrukciu, neobsahuje žiadne iné pohyblivé časti (Obr. 5.133). Na hydraulických rýpadlách je takýto výložník najpoužívanejší. Jednodielny priamy výložník neumožňuje výraznejší podkop. Dnes sa pri väčších rýpadlách takmer vôbec nepoužíva, býva výložník hydromotor násady hydromotor výložníka násada hydromotor lopaty súčasťou kráčajúcich rýpadiel a rýpadlo-nakladačov. Niektoré priame výložníky umožňujú z dôvodu dosiahnutia väčšieho výškového, resp. hĺbkového dosahu pripojenie priamočiareho hydromotora zdvihu na viacerých miestach.



Obr. 5.133 Jednodielny lomený výložník pre hydraulické rýpadlá [3]

Dvojdielny, mechanicky prestavitel'ny výložník

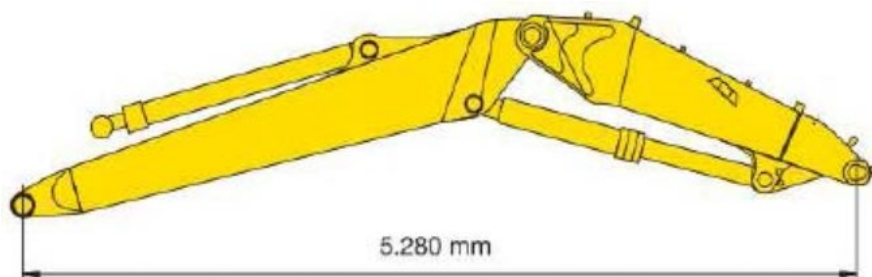
Skladá sa z dvoch častí, ktoré sú navzájom spojené rozoberateľným spojom (Obr. 5.134). Umožnených je viac polôh zostavenia týchto častí z dôvodu dosiahnutia väčších vodorovných, resp. výškových alebo hĺbkových dosahov. Skracovaním dĺžky výložníka možno zvýšiť rypné sily stroja, prípadne použiť objemnejšiu lyžicu z dôvodu zvýšenia výkonnosti nosiča. Toto vyhotovenie sa dnes vyskytuje len u niektorých typov a veľkostí rýpadiel.



Obr. 5.134 Dvojdielny, mechanicky prestavitel'ny výložník [3]

Dvojdielny, hydraulicky prestavitel'ny výložník

Na rozdiel od mechanicky prestavitel'ného sa pri tomto type výložníka ovláda kinematika výložníka priamo z kabíny počas pracovného cyklu stroja prostredníctvom priamočiarých hydromotorov (Obr. 5.135). Tento typ sa využíval u kolesových rýpadiel, ktoré mali vo vyhotovení s jednodielnym výložníkom nevyhovujúce prepravné rozmery. Hydraulicky prestavitel'ny výložník má v porovnaní s monoblokom, širší rozsah pracovných dosahov a teda aj využitia. Efektívne využitie rypných síl možno tiež realizovať zmenou vzdialeností koncových čapov výložníka. Výložník sa skladá z dvoch rámových konštrukcií spojených horizontálnym čapom, každá z nich je samostatne ovládaná priamočiarymi hydromotormi.



Obr. 5.135 Dvojdielny hydraulicky prestavitel'ny výložník [3]

Viacdielny výložník

Spodná časť výložníka je rovnaká, ako u dvojdielnych výložníkov. Horná časť je rozdelená čapovým spojmom na dve, alebo tri časti. Tento typ výložníka (iné pomenovanie výložník s možnosťou vychýlenia z pozdĺžnej osi, alebo kyvný výložník) je určený na práce, ktoré musia byť realizované v tesnej blízkosti budov, múrov a iných objektov, kde nie je možné použiť rýpadlá s klasickým pracovným zariadením. Využívajú sa aj na výkopy pozdĺž ciest a železničných zvrškov, aby rýpadlo mohlo stáť celým svojím podvozkom na ceste alebo koľajniciach. Konštrukciu takýchto pracovných zariadení možno realizovať nasledovnými spôsobmi:

- kĺbovým zalomením výložníka v jednom alebo v dvoch miestach,
- kĺbovým uchytением výložníka na otočnom kozlíku so zvislým čapom (pracovnému zariadeniu je umožnené okrem zvislého smeru natáčať sa aj vo vodorovnom smere).



Obr. 5.136 Rýpadlo so zalomením v hornej časti výložníka [9]

Výložník so zalomením v hornej časti - toto riešenie je uplatňované pri strojoch nižších, maximálne stredných hmotnostných tried. Os čapu v kĺbovom spojení jednotlivých častí výložníka je zvislá. Natáčanie do strán je riadené pomocou priamočiareho hydromotora.

Vyskytujú sa dva typy zalomení:

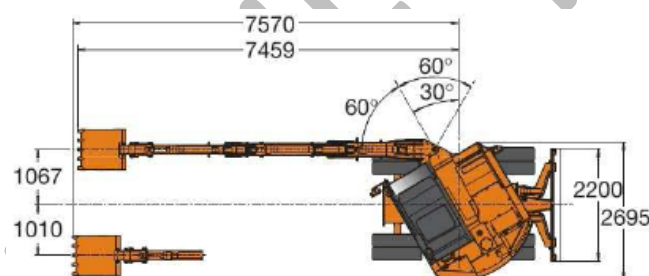
- Zalomenie s jedným zvislým čapom:
 - na vykonanie stranového výkopu pri zalomení výložníka musí operátor pootočiť aj nadstavbu (Obr. 5.136).
- Zalomenie s dvomi zvislými čapmi:
 - na vykonanie stranového výkopu sa výložník zalomí v dvoch miestach. Prvým zalomením sa vychýli z pozdĺžnej osi pracovného zariadenia, druhým zalomením bude s ňou

opäť rovnobežný, ale odsadený o určitú vzdialenosť. Operátor nemusí pootočiť nadstavbu (Obr. 5.137). Druhý zvislý čap je na konci výložníka a toto uchytenie je vhodne zvolené tak, aby naň bolo možné pripevniť priamočiary hydromotor priklápania a odklápania násady.



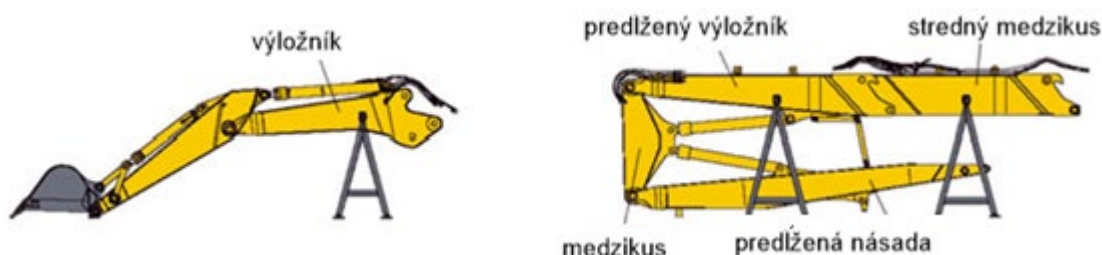
Obr. 5.137 Rýpadlo s dvojitém zalomením výložníka [9]

Výložník uchytený na otočnom kozlíku so zvislým čapom - tento spôsob sa používa väčšinou pri mini a midi rýpadlách. Pracovné zariadenie sa natáča celé od nosnej časti stroja. Nevýhodou týchto typov je skutočnosť, že operátor musí pootočiť nadstavbu a pozeráť sa na pracovný nástroj v šikmom smere (Obr. 5.138). Tým je sťažené ovládanie stroja. Napriek tomu táto konštrukcia je jednoduchšia.



Obr. 5.138 Minirýpadlo Case WX95s výložníkom na otočnom kozlíku [9]

Výložník pre demolačné zariadenie - je to výložník určený pre špeciálne rýpadlá na búracie práce. Pracovné zariadenia demolačných rýpadiel (Obr. 5.139) sa skladajú z viacdielneho výložníka. Pre prácu vo veľkých výškach sa na spodnú základnú časť výložníka montujú dve stredné predlžovacie ramená a jeden medzikus, na ktorý sa montuje predĺžená násada. Pre znížený výškový dosah je možné pracovať aj bez stredného medzikusu. Na základnú časť výložníka je potom možné namontovať hĺbkové rýpacie zariadenie určené napríklad na odpratávanie ruín.

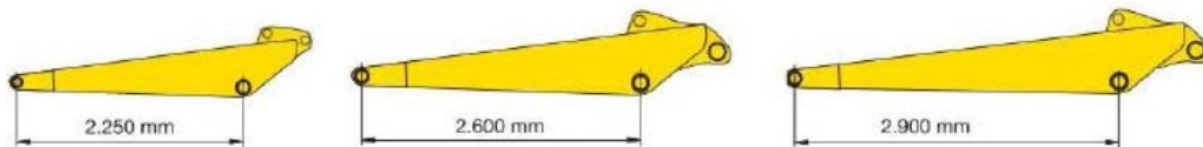


Obr. 5.139 Pracovné zariadenie demolačných rýpadiel [3]

Násada

Násada je spojovacím článkom medzi výložníkom a pracovným nástrojom. V závislosti na druhu prác sa používajú rôzne druhy násad, najčastejšie jednoduché alebo teleskopické.

Jednoduchá násada - je najpoužívanější, patrí k štandardnému vybaveniu rýpadla. Vyrába sa v rôznych veľkostiach podľa potrieb zákazníka (Obr. 5.140).



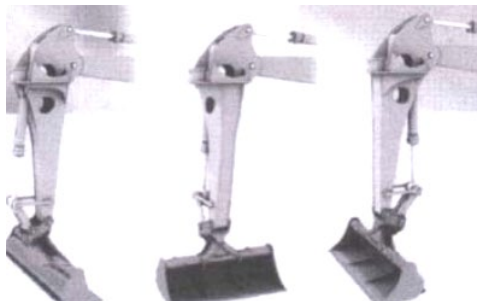
Obr. 5.140 Jednoduché násady rôznych dĺžok [3]

Teleskopická násada - podobne ako teleskopický výložník umožňuje takáto násada plynulú zmenu pracovného dosahu. Najčastejšie sa tieto násady používajú na rýpadlo-nakladačoch, komunálnych rýpadlách a kráčajúcich rýpadlách. Pozostáva z dvoch základných výsuvných častí ovládaných u starších typov mechanicky (jednorazové zasunutie, alebo vysunutie), alebo plynule priamočiarým hydromotorom (Obr. 5.141).



Obr. 5.141 Teleskopická násada [3]

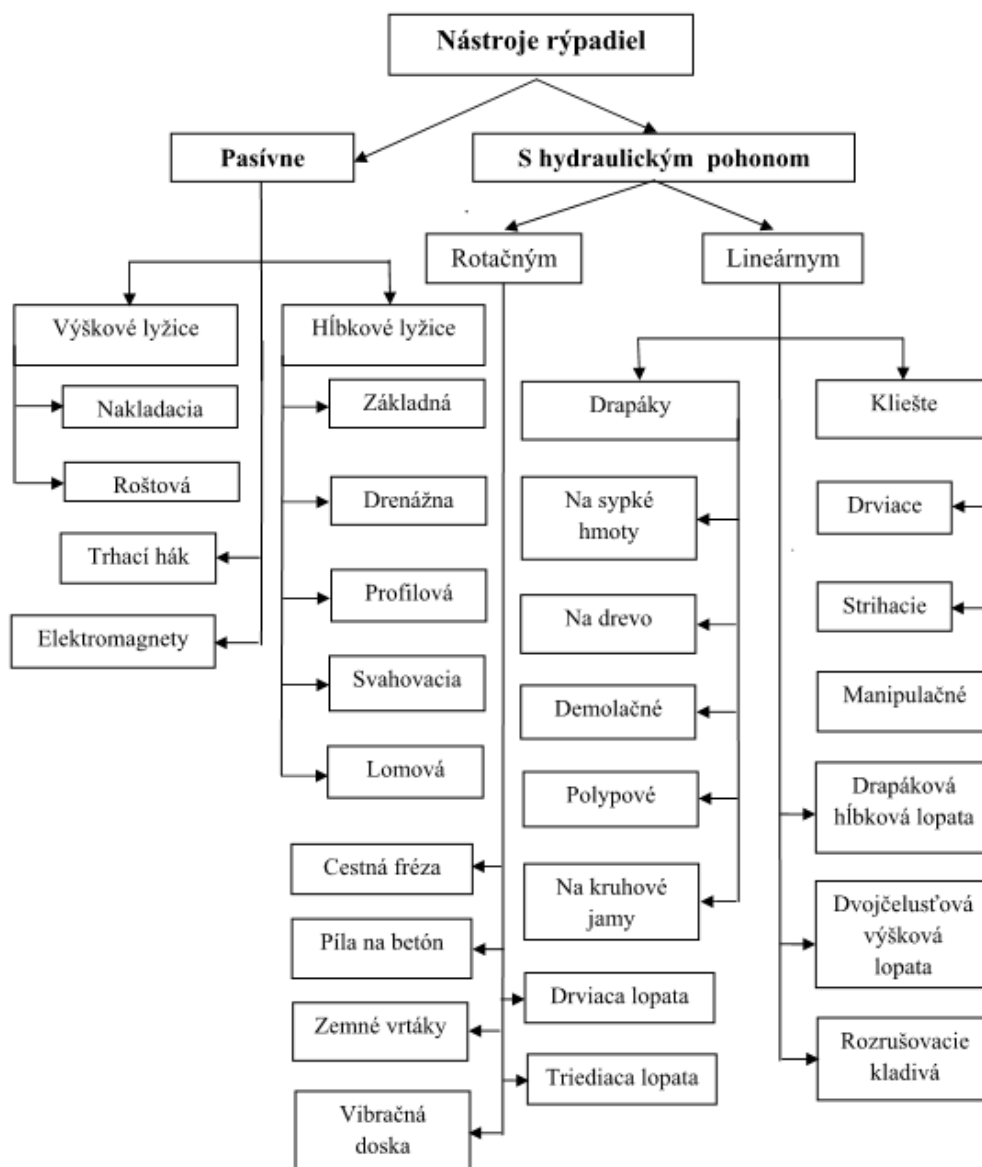
Otočná násada - pozostáva z dvoch častí, ktoré sú vzájomne otočné spojené. Spojenie umožňuje rotačný pohyb časti násady okolo vlastnej osi v rozsahu 360°. Stroj je tak využiteľný na hĺbkové aj výškové rýpanie hlavne v stiesnených priestoroch, alebo pri prekážkach (Obr. 5.142).



Obr. 5.142 Použitie otočnej násady [9]

5.6.4 Nástroje rýpadiel

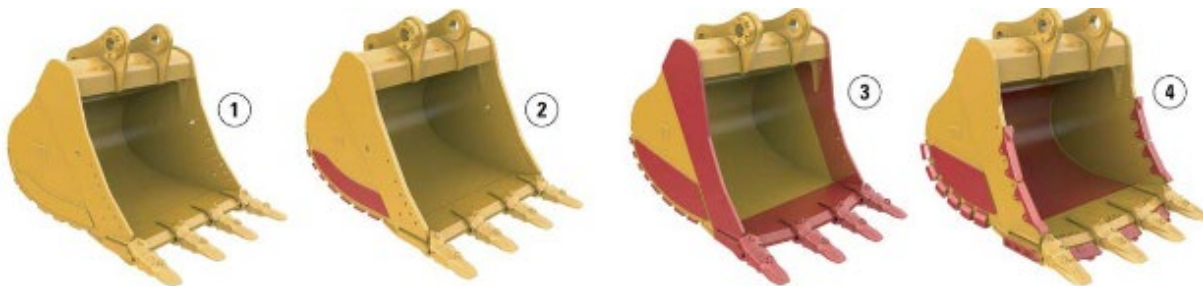
Nástroje rýpadiel sa montujú na základné alebo prídavné pracovné zariadenie. Zabezpečujú pri rozpojovaní priamy kontakt so zeminami a horninami. Sortiment disponibilných nástrojov určuje obyčajne výrobca podľa aktuálnych požiadaviek trhu. Nástroj, ktorý sa po dohode s odberateľom sa dodáva na stroji, je základným pracovným nástrojom. Nástroje dodávané na základe samostatnej špecifikácie používateľa sú definované ako prídavné pracovné nástroje. Štruktúra sortimentu pracovných nástrojov je znázornená na Obr. 5.143.



Obr. 5.143 Štruktúra sortimentu pracovných nástrojov [9]

Hĺbkové lyžice

U rýpadiel do hmotnosti 85 t je obyčajne základným pracovným nástrojom hĺbková lyžica. Tvar a konštrukcia lyžice sú závislé od charakteru záťaže, podmienenej druhom rozpojovanej zeminy, alebo horniny (Obr. 5.144).



Obr. 5.144 Základné hĺbkové lyžice [9]

1) bežná záťaž, 2) veľká záťaž, 3) ťažká záťaž, 4) extrémna záťaž

Výškové lyžice

Sú to obvyčajne veľkoobjemové základné nástroje rýpadiel stredných a najväčších veľkostných aj výkonových tried. Sú obvyčajne konštruované pre konkrétny druh práce a horniny, a sú opatrené vymeniteľnými hranami, zubmi a kontaktnými plochami (Obr. 5.145).



Obr. 5.145 Výšková lyžica [9]

Drapáky

Výrobcovia hydraulických rýpadiel do 40 t ponúkajú používateľom pre konkrétne pracovné technológie aj široký sortiment hydraulických drapákov, ktoré rozširujú možnosti použitia základných nosičov pri manipulácii s materiálom rôzneho druhu.



drapák na sypké hmoty

viacčelústový drapák

drapák na drevo

Obr. 5.146 Drapáky na rôzne použitie [9]

Pracovné nástroje pre úpravu stavebných ruín

Pri demolácii stavieb a sekundárnom rozpojovaní železobetónových ruín sa využívajú prídavné pracovné zariadenia ako sú drviče, nožnice a kliešte, ktoré môžu byť uchytené na rotačnú jednotku umožňujúcu požadované nastavenie nástroja, (Obr. 5.147 a 5.148). Základ tvorí

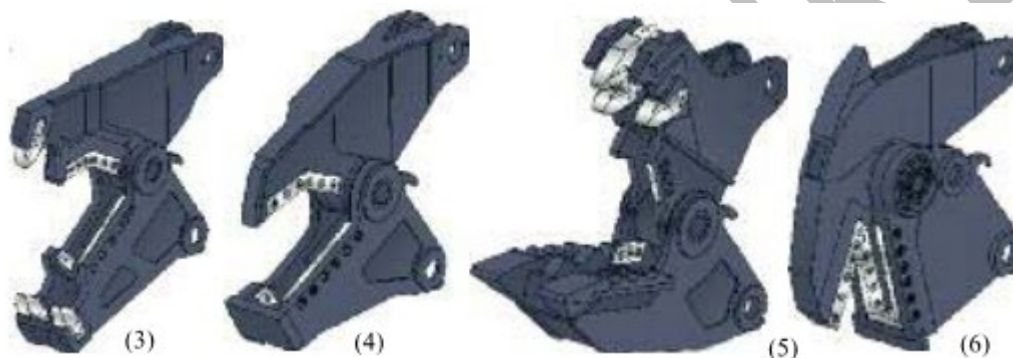
univerzálna rotačná jednotka (1), ktorá sa montuje miesto základného nástroja a pripája do hydraulického okruhu pre prídavné zariadenia. Do základnej jednotky sa vkladajú vymeniteľné čeľuste (2 až 6), voliteľné podľa charakteru rozpojovaného materiálu.



1 – základná rotačná jednotka

2 – drvič betónu

Obr. 5.147 Základné časti pracovného nástroja na rozpojovanie stavebných ruín [9]



3-kombinované kliešte 4-nožnice na armatúry v betóne 5-sekundárny drvič 6-nožnice na plech

Obr. 5.148 Pracovné nástroje pre rýpadlá 15 až 80 t na rozpojovanie stavebných ruín [9]

5.6.5 Silové parametre rýpadiel

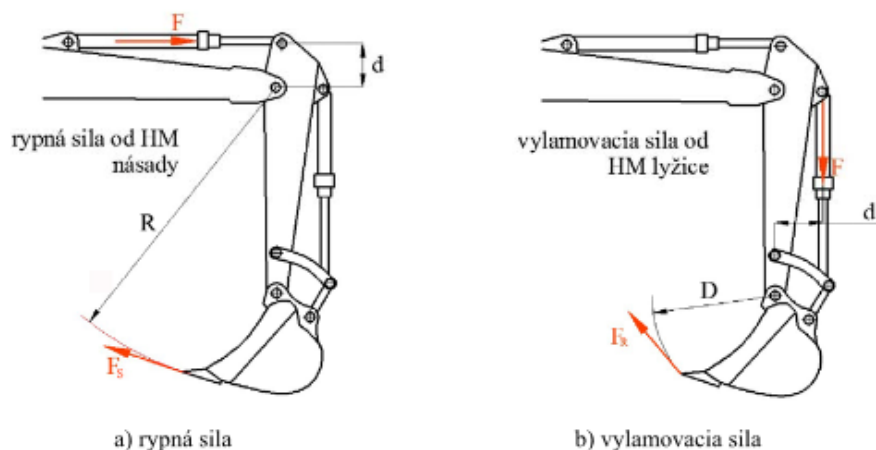
Silové parametre hydraulických rýpadiel sa určujú výpočtom a overujú experimentálne. Základné silové parametre sú odvodené od účinku aktívneho hydromotora, na základe ktorého rozoznávame nasledovné silové parametre:

- rypná sila – je vyvodená hydromotorom násady,
- vylamovacia sila – je vyvodená hydromotorom nástroja,
- zdvíhová sila, alebo nosnosť stroja – je vyvodená od hydromotora výložníka.

Pri navrhovaní a výpočte uvedených parametrov treba realizovať kontrolu spätných tlakov v ostatných pasívnych hydromotoroch a statickú stabilitu rýpadla.

Rypná sila

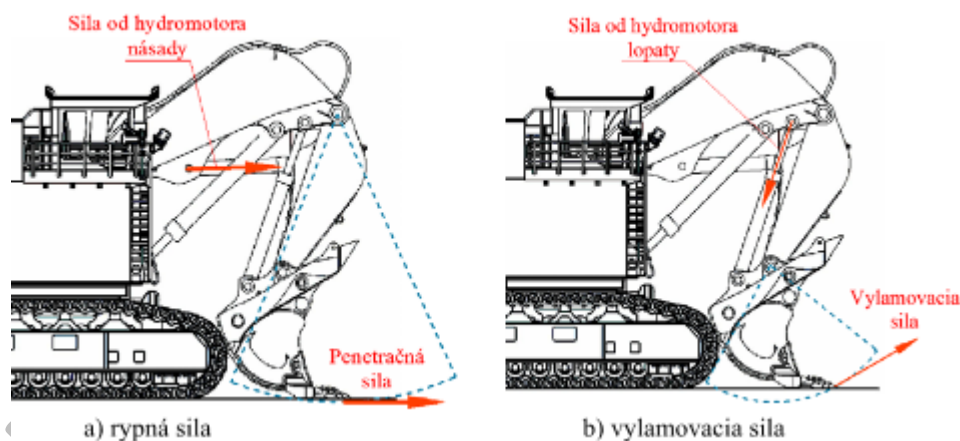
Je sila na reznej hrane lopaty vyvodená hydromotorom ovládania násady. Meria sa tangenciálne ku kruhovému oblúku s polomerom R (Obr. 5.149a). Minimálna hodnota sa dosahuje, keď os valca násady zvierá pravý uhol k spojnici osí čapu hydromotora násady a závesného čapu násady. Lopata je pritom v polohe na vyvodenie maximálnej vylamovacej sily.



Obr. 5.149 Schémy pre určovanie rypnej a vylamovacej sily s hĺbkovou lyžicou [7]

Vylamovacia sila

Je to sila na špičke zuba lopaty vyvedená hydromotorom ovládania nástroja. Meria sa tangenciálne kruhového oblúku s polomeru D (Obr. 5.149b). Lyžica sa nastaví tak, aby bol moment vyvedený hydromotorom lyžice a vratným mechanizmom najväčší. Takto vyvedená sila je kolmá na spojnicu otočného čapu lopaty a reznú hranu lyžice. Orientovaná je v zmysle pohybu nástroja.



Obr. 5.150 Schémy pre určovanie rypnej a vylamovacej sily s výškovou lyžicou [7]

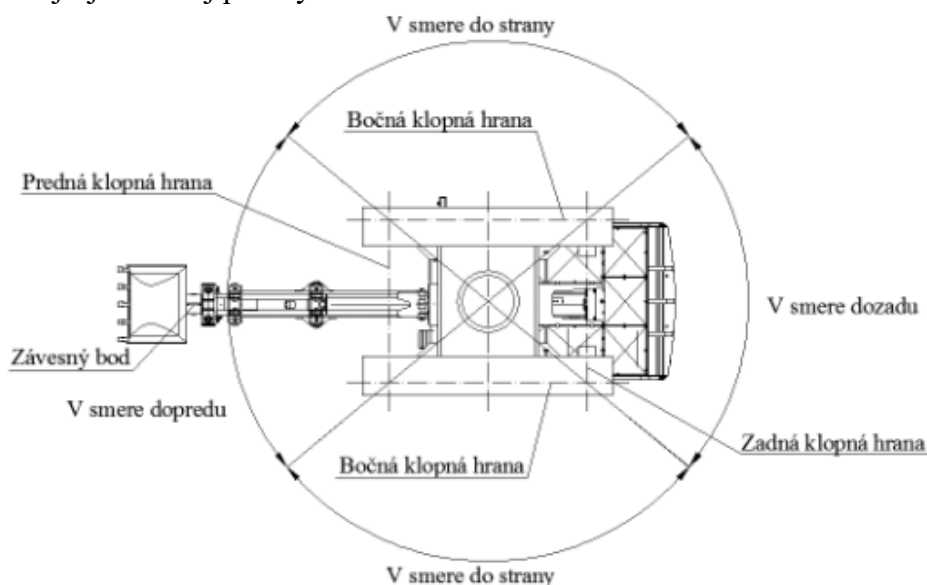
Nosnosť stroja

Jednotnú metódu na výpočet nosnosti hydraulických rýpadiel a skúšobné postupy na overenie výpočtu stanovuje norma STN ISO 10 567 (STN 27 8216). Táto norma obsahuje medzné stavy hydraulickej nosnosti aj medzné stavy preklopenia stroja a stanovuje menovitú nosnosť pre hydraulické rýpadlá definované v ISO 7135.

Výpočet nosnosti stroja

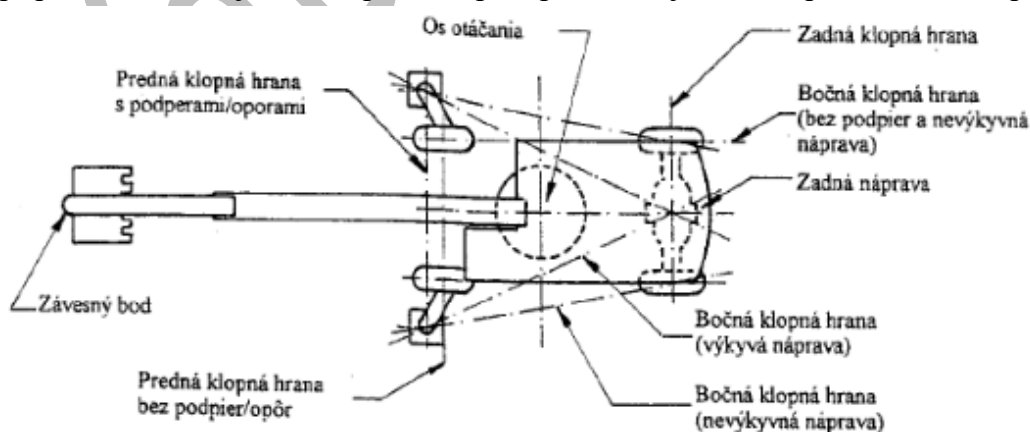
Zaťaženie požadované na dosiahnutie medze stability sa určí zo série výpočtov pri rôznych vyloženiach závesného bodu. Musia sa definovať polohy závesného bodu nad a pod základnou vzt'aznou rovinou, v smere dopredu, dozadu a do strán, s takým vyhotovením stroja, ktoré dáva najmenší dosiahnuteľný moment zabráňujúci prevráteniu.

Na výpočty medze stability strojov na pásovom podvozku v smere dopredu a dozadu musí byť klopná hrana, priamka spájajúca osi vodiacich alebo hnacích kolies, ako je znázornené na Obr. 5.151. Pracovné zariadenie musí byť pre tieto výpočty natočené dopredu alebo dozadu do najnepriaznivejšej stabilnej polohy.



Obr. 5.151 Klopné hrany na pásovom podvozku [7]

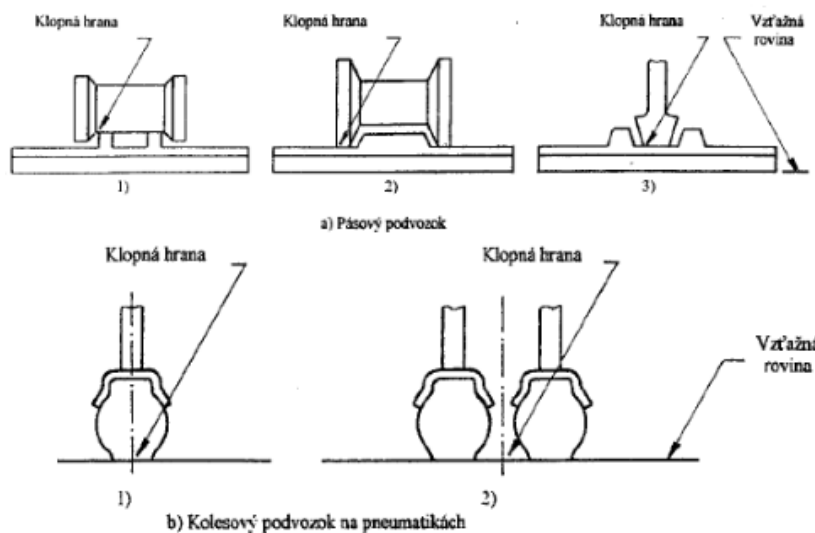
Na výpočty medze stability strojov na kolesovom podvozku na pneumatikách v smere dopredu a dozadu, musí byť klopná hrana os nápravy, os riadenej nápravy alebo priamka spájajúca podložky podpier, ako je znázornené na Obr. 5.152. Pre otočné podložky podpier musí byť klopná hrana, priamka v základnej vzťažnej rovine, prechádzajúca bodmi na podložkách priamo pod osou otočného čapu. Pre tuhé podložky podpier musí byť klopná hrana, priamka prechádzajúca ťažiskom dotykovej plochy medzi podložkami a základnou vzťažnou rovinou. Pri strojoch vybavených podperami musia sa výpočty vykonať tak bez použitia podpier, ako aj s použitím podpier v ich najvýhodnejšej polohe. Ak stroj je vybavený radlicou riadne pripevnenou k stroju so schopnosťou podporovať stroj, môže sa považovať za podperu.



Obr. 5.152 Klopné hrany kolesového podvozku [7]

Na výpočty medze stability strojov na pásovom podvozku v smere do strán musí byť klopná hrana definovaná otočnými bodmi medzi opornými (pojzdovými) kladkami a článkami pásu (ako články reťaze alebo vodiacími lištami) (Obr. 5.153a). Na výpočty medze stability

strojov na kolesovom podvozku na pneumatikách s blokovanými alebo nevýkyvnými nápravami v smere do strán musí byť klopná hrana, priamka v základnej vzťažnej rovine spájajúca stred dotyku pneumatík (stredný bod medzi dvojitémi pneumatikami) na tej istej strane stroja (Obr. 5.153b). Pre lyžicové rýpadlá s výkyvnou nápravou musí byť klopná hrana, priamka prechádzajúca výkyvným bodom nápravy a jedným ďalším pevným oporným bodom (Obr. 5.152). Ak sú nosnosti stanovené pre blokovanú alebo nevýkyvnú nápravu musia byť tieto podmienky jasne definované v tabuľkách a v diagramoch menovitých nosností.



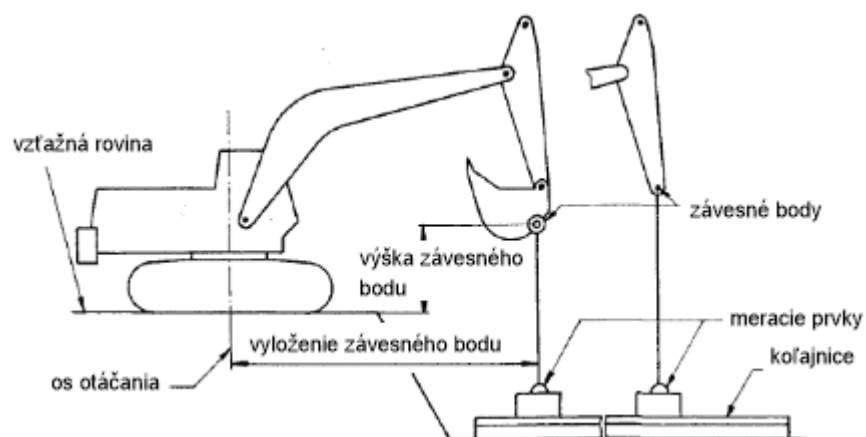
Obr. 5.153 Detaily určenia klopných hrán [7]

Zaťaženie, ktoré stroj musí zdvíhať silou vyvedenou priamočiarými hydromotormi pri dosiahnutí hydraulickej nosnosti výložníka alebo násady, sa určí vykonaním série výpočtov pre rôzne polohy závesného bodu. Na zostavenie tabuľky menovitej nosnosti sa musí uskutočniť výpočet pre dostatočný počet polôh pracovného zaťaženia rýpadla, zahrňujúci polohy závesného bodu nad aj pod základnou vzťažnou rovinou.

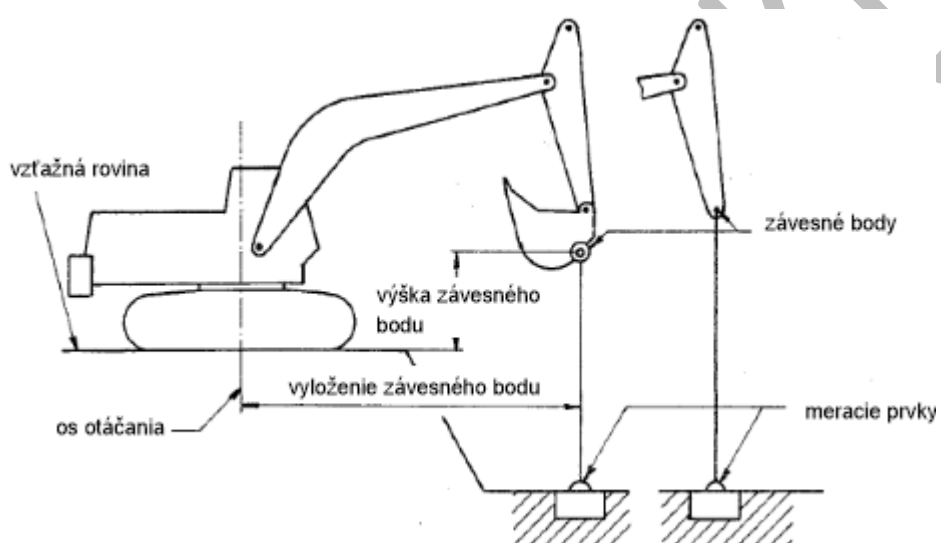
Overovanie a skúšanie nosnosti rýpadiel

Overovacie skúšky môžu vykonávať len certifikované skúšobné pracoviská. Pracovisko na skúšku s nepohyblivým závažím musí pozostávať z pevného vodorovného povrchu usporiadaného tak, aby mohol byť medzi závesný bod a nepohyblivé závažie zapojený merací prvok. Nepohyblivé závažie môže tvoriť buď vodorovná koľajnica s posuvným upevňovacím zariadením, alebo pevný bod, keď sa rôzne polohy závesného bodu dosahujú pohybom rýpadla (Obr. 5.154 a 5.155).

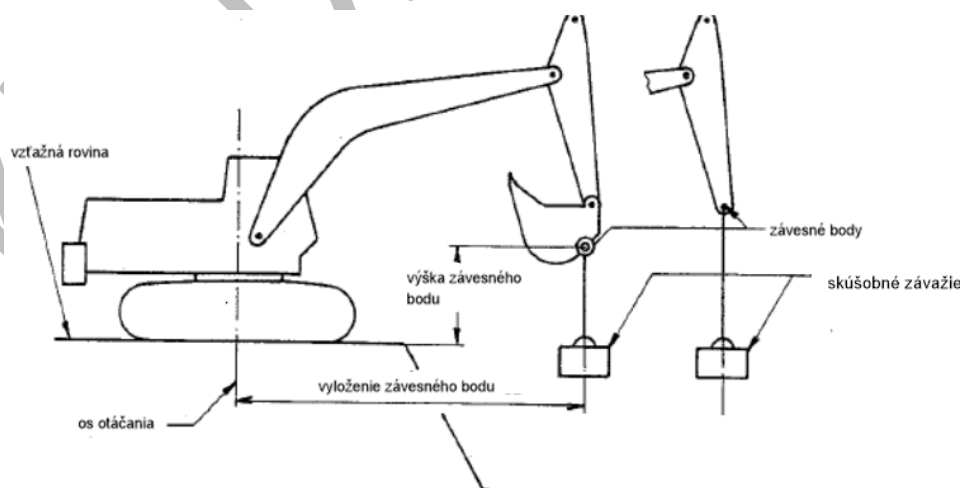
Pracovisko na skúšku s pohyblivým závažím musí pozostávať z pevného vodorovného povrchu usporiadaného tak, aby sa závažie pripevnené k závesnému bodu mohlo pohybovať bez obmedzovania limitu preklápacieho zaťaženia, alebo hydraulickej nosnosti rýpadla. Na Obr. 5.156 je znázornené typické usporiadanie skúšky. Na zníženie nebezpečenstva prevrátenia stroja, pohyblivé závažie by sa malo udržiavať vo vzdialenosti do 0,5 m od povrchu z ktorého sa dvíha.



Obr. 5.154 Nepohyblivé zaťaženie so samo nastaviteľným posuvným prichytením [9]



Obr. 5.155 Pohyblivé závažie pevne (neposuvné) uchytené [9]



Obr. 5.156 Skúška s pohyblivým závažím [9]

Meraním preklápacieho zaťaženia, vykonávanom pri stanovených vyloženiach závesného bodu, sa musí určiť sila, pri ktorej je dosiahnutá medza stability. Skúšky strojov so

stabilizačnými podperami sa musia vykonávať aj bez použitia podpier a aj s použitím podpier v ich najvýhodnejšej polohe.

Výpočty hydraulickej nosnosti sa musia overiť meraním v stanovených polohách závesného bodu. Tieto merania sa vykonávajú bez prekročenia pracovného tlaku v okruhu priamočiarych hydromotorov výložníka, alebo maximálneho tlaku v ktoromkoľvek inom okruhu. Počet získaných overovaných bodov musí zahŕňať najmenej nasledujúce body:

- preklápanie v smere dopredu, dozadu a do strán,
- pracovné zariadenie natočené, vyvodenie preklápacieho zaťaženia v smere dopredu, dozadu a do strán,
- hydraulickým systémom obmedzená nosnosť nad a pod základnou vzťažnou rovinou.

Namerané hodnoty by mali dosahovať minimálne 95 % vypočítaných hodnôt. Ak nedosahujú, tabuľka nosnosti sa musí opraviť na základe korekčného faktora určeného z nameraných hodnôt.

5.6.6 Stabilita hydraulických rýpadiel

Pre výpočet a overenie bezpečnosti proti prevráteniu (stability) hydraulických rýpadiel na pásovom a kolesovom (i automobilovom) podvozku určených pre ťažbu (rozpojovanie), naberanie a premiestňovanie hornín, platí norma STN 27 7014. Táto norma platí aj pre výpočet a overovanie stability strojov bez lanových pohonov, ktoré sú používané pre dvíhanie a manipuláciu s bremenom (rýpadlá so žeriavovým hákom na násade, alebo žeriavovým hákom na lyžici, prípadne iným závesným prostriedkom na niektorej časti pracovného zariadenia).

Výpočtom stability sa preukazuje bezpečnosť stroja zo všetkými pracovnými zaťažzeniami, podľa jeho technickej dokumentácie (výšková, hĺbková, nakladacia lyžica, drapák a iné) proti prevráteniu okolo jeho klopných hrán. Výpočet sa robí pre najmenej priaznivú klopnú hranu, t.j. pre klopnú hranu s najmenšou klopnou vzdialenosťou od ťažiska celého stroja.

Definícia stabilného stroja - stroj je stabilný, ak algebrický súčet momentov stabilizujúcich tiažových síl všetkých častí stroja je väčší alebo rovnaký ako moment preklápacej sily vyvolaný tiažou horniny v pracovnej nádobe (ďalej len užitočné zaťaženie), pričom momenty sa vzťahujú k najmenej priaznivej pracovnej klopnej hrane a zahŕňajú vplyv účinku prevádzky stroja pomocou súčiniteľa zaťaženia.

Poloha stroja - stroj stojí na vodorovnej opornej rovine a pracovné zaťaženie je vysunuté tak, aby spojnice osí čapu výložníka na otočnej nadstavbe a ťažiska lyžice (nástroja) ležala v rovnakej výške. Parametre a podmienky na prevádzku strojov na naklonených pojazdových rovinách (STN 27 7009) stanoví výrobca v technických podmienkach a pokynoch pre obsluhu a prevádzku stroja.

Užitočné zaťaženie - za užitočné zaťaženie sa považuje hmotnosť horniny (materiálu), ktoré je dané súčinom menovitého objemu pracovnej nádoby (STN 27 7006) a objemovej hmotnosti horniny udanej výrobcom podľa určenia pracovnej nádoby, pričom aspoň jedna pracovná nádoba základného pracovného zariadenia (splňajúca merný odpor rýpania podľa STN 27 7006) musí vyhovovať pre hustotu horniny najmenej $1,8 \text{ t.m}^{-3}$. Menovitý objem nakladacích lyžíc, ktoré sú určené pre manipuláciu nesúdržných prevažne suchších materiálov so sypným

uhlom 1:2, je stanovený STN 27 8036 (obsahuje ISO 7546-83). Menovitý objem hĺbkových lyžíc, ktoré rozpojujú prevažne súdržnejšie – kohéznejšie, prevažne vlhkejšie zeminy so sypným uhlom 1:2, je stanovený STN 27 7536 (ISO 7451-83).

Vplyvy zahrnuté do výpočtu stability - pri výpočte stability sa uvažuje postavenie stroja na vodorovnej opornej rovine. Na vplyvy podkladov (zaborenie), konštrukcie podvozku (pneumatiky, pásy) a na dynamické účinky (otáčanie, jazdenie, dvíhanie) sa prihliada prostredníctvom súčiniteľa zaťaženia. Pre výpočet stability stroja sa skutočné tiažové sily upravujú násobením súčiniteľa zaťaženia, a to tiaž pracovného zariadenia súčiniteľom 1,1 a tiaž užitočného zaťaženia súčiniteľom 1,25. Stabilizujúce momenty vyvolávané všetkými pohyblivými časťami stroja a preklápací moment vyvolávaný tiažou užitočného zaťaženia sa započítavajú vo veľkosti najnepriaznivejšej pre stabilitu stroja. Ramenom tiažovej sily užitočného zaťaženia je vodorovná vzdialenosť ťažiska užitočného zaťaženia od klopnej hrany v takej polohe pracovnej nádoby, kde ťažisko lyžice a os naklápania výložníka na kozlíku ležia v rovnakej výške (na vodorovnej priamke).

Dôkaz stability - stabilita stroja proti prevráteniu musí byť dokázaná:

- výpočtom,
- zaťažkavacou skúškou.

Výpočet stability

Stabilita stroja proti prevráteniu je mnohokrát dokázaná, ak súčet klopných momentov okolo najnepriaznivejšej klopnej hrany podvozka od zaťaženia uvedeného v Tabuľke 5.9, sa rovná, alebo je menší ako súčet stabilizujúcich momentov. Pri výpočte sa uvažujú všetky hmotnosti (vlastná hmotnosť, prídavná záťaž), ktoré ovplyvňujú stabilitu, a to v najnepriaznivejšej polohe a veľkosti. Do klopných momentov sa zahrňujú aj momenty od vlastných hmotností tých častí stroja, ktoré za prevádzky menia svoju polohu. Stabilita sa musí mnohokrát dokázať len pre nasledujúce prípady zaťaženia uvedené v Tabuľke 5.9.

A – v prevádzke, účinok bremena pôsobí vo vertikálnom smere,

B – mimo prevádzky – zaťaženie vetrom 1) (v horizontálnom smere)

Tabuľka 5.9 Klasifikácia zaťaženia pri stanovení stability [7]

Prípady zaťaženia	Účinok zaťaženia bremenom ²⁾	Zotrvačné sily z hmotnosti		Zaťaženie vetrom ¹⁾
		Zvislé	Vodorovné	Tlak vetra W_2 [Pa] ²⁾
A	$-0,1 \cdot S_m$	0	0	-
B	0	0	0	$1,1 \cdot W_2$

Pri výpočtoch treba dbať na to, že ťažisko sa pri otáčaní výložníka a pri zmene pracovného dosahu (vyloženia) posúva. V rôznych smeroch výložníka sú dané rôzne zdvíhacie sily $S_m^{3)}$, musí byť dôkaz stability urobený zvlášť pre príslušnú klopnú hranu, inak stačí dôkaz pre najmenej priaznivú hranu.

Poznámka:

1) Vietor sa berie do úvahy len u strojov s celkovou výškou nad 10 m; ak nie je urobený dôkaz, musí byť výložník buď spustený alebo zaistený vhodným kotvením;

2) Symboly veličín zodpovedajú STN 27 0103;

3) Zdvíhacia sila odpovedá klopnému zaťaženiu (nosnosť Q).

Klopné hrany stroja

Ako klopné hrany stroja na pásovom podvozku sú chápané spojovacie priamky vonkajších styčných bodov pásov s opornými kolesami, poprípade s opornými kladkami, čo je:

- v smere jazdy – priemet osi predných alebo zadných oporných kolies do opornej roviny,
- naprieč k smeru jazdy – priemet spojovacej kladky vonkajších styčných bodov pásov s opornými kolesami, poprípade opornými pojazdvými kladkami do opornej roviny.

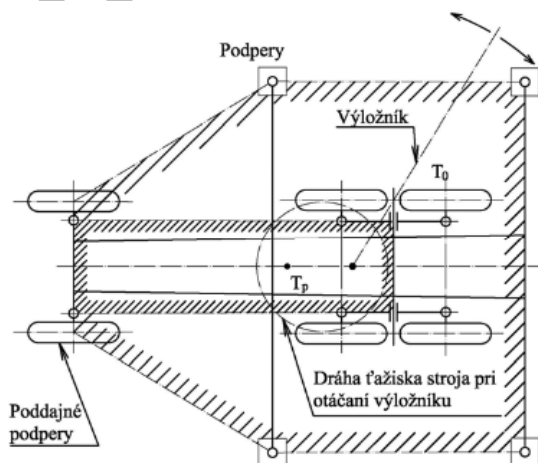
Ako klopné hrany stroja na kolesovom (vrátane automobilového) podvozku sú chápané:

- u tuhej nápravy a u blokovanej výkyvnej nápravy – spojovacia priamka styčných bodov opornej roviny a kolies (stopníkom kolies – pozri STN 30 0026), pričom sa u dvojitého kolies (dvojmontáž) uvažujú len vonkajšie kolesá;
- u neblokateľných výkyvných náprav – spojovacia priamka vedená kĺbom výkyvnej nápravy a stopníkom kolesa pevnej nápravy.

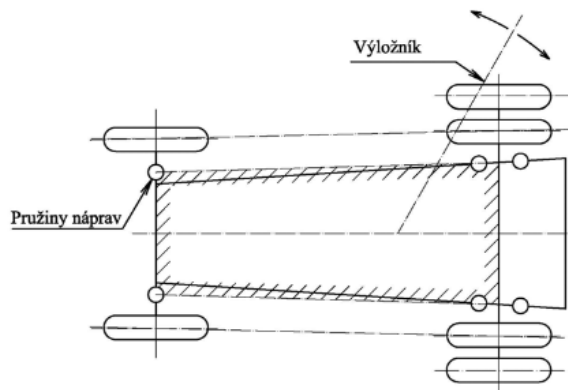
U strojov vybavených podperami podvozku sú klopnými hranami u jednotlivých podpier spojovacie priamky prechádzajúce stredmi oporných plôch na opornej rovine. Ak je podvozok vybavený dozérovou radlicou, ktorou možno polohu stroja stabilizovať a ktorá splňuje funkciu podpery, určí pre tento prípad polohu klopnej hrany výrobcu (v technických podmienkach).

Ďalšie špecifikácie klopných hrán sú uvedené takto:

- u strojov s pevnými podperami nôh sa pred klopnou hranou zahrňujú taktiež poddajné podpery (napríklad kolesá s pneumatikami, Obr. 5.157;
- klopné hrany zaťažovaných strojov s voľne odpruženými nápravami (ktoré nie sú blokované) sú tvorené spojnicami uchytienia pružín, Obr. 5.158.



Obr. 5.157 Klopné hrany strojov na kolesovom podvozku s podperami [7]



Obr. 5.158 Klopné hrany strojov s voľne odpruženými nápravami [7]

Zaťažovacia skúška

Skúška zahrňuje dynamickú a statickú skúšku bremenom, ktorá sa robí na rovnej a dostatočne pevnej opornej rovine, pri meranom vodorovnom dosahu (vyložení) pre nosnosť Q podľa tabuľky nosností (STN 27 7002) udanej výrobcom. Pre určitý prevádzkový stav postačuje skúška pri najväčšom, strednom a najmenšom vyložení s príslušným najväčším bremenom.

Dynamická skúška stability – $1,10.Q$ sa robí za bezvetria, na opornej rovine o prípustnom sklone stanoveným výrobcom. Pritom stroj musí uskutočňovať všetky pohyby, ktoré sú preň prípustné v bežnej prevádzke. Pri tejto skúške sa kolesá alebo podpery nesmú zdvihnúť od zeme.

Statická skúška stability sa robí na vodorovnej opornej rovine a zahrňuje:

- skúšku s bremenom $1,25.Q$,
- skúšku pri ukotvenom závesnom prostriedku.

Statická skúška s bremenom $1,25.Q$ - so strojom sa vykonajú všetky pohyby (mimo jazdných) jednotlivo s najmenšou možnou rýchlosťou. Bremeno musí pritom zostať v blízkosti zeme. Pri tejto skúške stroj musí zostať stáť, ale je dovolené, aby sa jedna, alebo pre odpovedajúcu konštrukciu niekoľko podpier alebo kolies odlepilo od opornej roviny.

Statická skúška pri ukotvenom závesnom prostriedku - sa robí len s najväčším vyložením. Účinok zaťaženia (zdvihovej sily) sa vyvolá zdvihom výložníka (za najmenšej možnej rýchlosti) pri ukotvenom závesnom prostriedku (cez dynamometer). Skúška sa považuje za vyhovujúcu, keď odčítaná hodnota zdvíhacej sily (na dynamometri) na začiatku straty stability stroja (to znamená pri zdvihnutí jednej, alebo pri odpovedajúcej konštrukcii niekoľko podpier alebo kolies od pevnej roviny) sa rovná alebo je väčšia, ako príslušná nosnosť $1,25.Q$. Táto norma obsahuje dôkaz stability, ktorý je obmedzený len na dva prípady zaťaženia:

- stroj v prevádzke, účinok bremena pôsobí vo vertikálnom smere,
- stroj mimo prevádzky zaťažený vetrom, pretože tieto prípady nie je možné skúškou overiť.

S ohľadom na množstvo možných prevedení a zaťaženia (rôzne tvary a dĺžky výložníkov a násad) strojov sa upúšťa od početného dôkazu stability pre prípady zaťaženia v prevádzke, preťaženie s bremenom $1,1.Q$ a preťaženie s bremenom $1,25.Q$. Na tento účel je považovaná zaťažujúca skúška postačujúca. Aby u stroja s početným a rozdielnym zariadením nebol rozsah

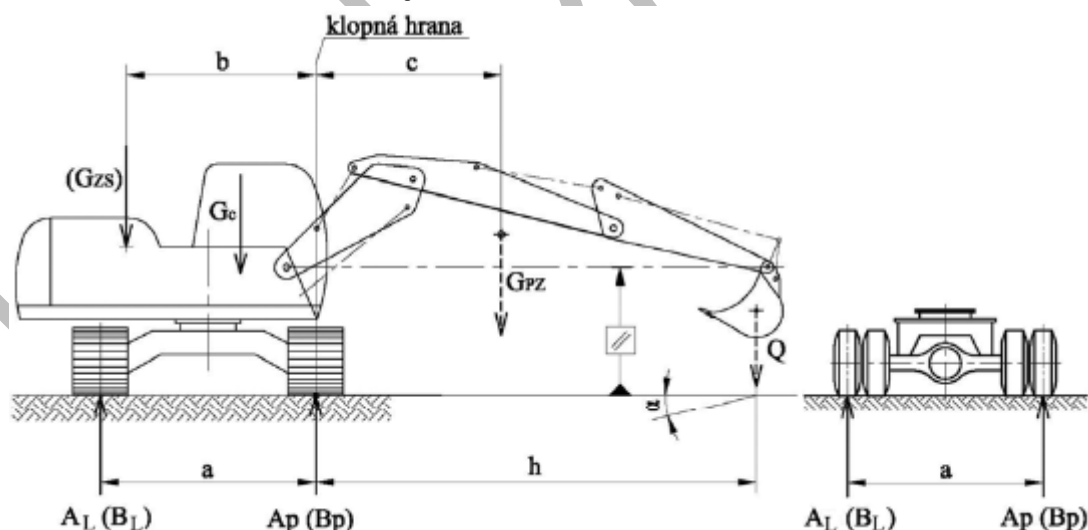
skúšky príliš veľký a tiež nákladný, stačí ju vykonať len pri jednej dĺžke výložníka. Pri skúšobnom zariadení nesmie byť prekročené vyloženie, ktorému patria príslušné nosnosti. Následkom deformácií pri zaťažení sa môže premiestňovať os otáčania, zvlášť u nepodopretých strojov. Preto sa pri skúške neodporúča vyloženie odpočítat' na meradle umiestneným na stroji, pretože je žiaduce stanoviť skutočnú vzdialenosť ťažiska bremena od osi otáčania.

Pri statickej skúške stability – preťaženie bremenom $1,25 \cdot Q$ nemusí byť stroj už plne prevádzkyschopný a prevádzaný pohyb tu slúži len na to, aby sa overilo dostačujúce dimenzovanie príslušných hnacích častí. Skúška stability pri ukotvenom závesnom prostriedku cez dynamometer a vyvođením maximálnej sily valcami zdvihu výložníka poskytuje výsledky o skutočnej statickej nosnosti stroja, a ďalej umožňuje simulovať aj nežiaduce pracovné podmienky pri maximálnom vyložení v teréne s bremenom neznámej hmotnosti.

Príklad pre výpočet a overenie stability stroja vybaveného hĺbkovou lyžicou

Určenie reakcií na ľavej a pravej klopnej hrane stroja, výpočtom alebo vážením (Obr. 5.159). U kolesových podvozkov s dvojitémi pneumatikami (tzv. dvojmontáž) sa pre spresnenie váženía kladú pod vonkajšie kolesá podložky:

1. Základný stroj je pripravený na prevádzku (bez pracovného zariadenia) so zvrškom otočeným kolmo na smer jazdy – podložky sú pod ľavou klopnou hranou B_L a pod pravou klopnou hranou B_P ;
2. Stroj je pripravený na prevádzku pracovným zaťažením ustáleným na najväčší vodorovný dosah s nenaplnenou pracovnou nádobou v polohe úplne priklopanej k násade a zvrškom otočeným kolmo na smer jazdy – podložky sú pod ľavou klopnou hranou A_L a pod pravou klopnou hranou A_P .



Obr. 5.159 Určenie reakcií na klopných hranách pásového a kolesového podvozku [9]

kde:

$$G_C - \text{celková tiaž pracovného stroja} \quad [N]$$

$$G_C = G_{ZS} + G_{PZ} = A_L + A_P \quad [N] \quad (5.22)$$

$$G_{ZS} - \text{tiaž základnej časti stroja} \quad [N]$$

$$G_{ZS} = B_L + B_P \quad [N] \quad (5.23)$$

G_{PZ} – tiaž pracovného zariadenia [N]

$$G_{PZ} = G_C - G_{ZS} \quad [N] \quad (5.24)$$

G_h – užitočné zaťaženie (tiaž horniny v nástroji) [N]

a – vzdialenosť medzi ľavou a pravou klopou hranou [m]

b – vzdialenosť ťažiska základnej časti stroja od klopnej hrany [m]

$$b = \frac{B_L \cdot a}{G_{ZS}} \quad (5.25)$$

c – vzdialenosť ťažiska pracovného zariadenia od klopnej hrany [m]

$$c = \frac{(B_L - A_L) \cdot a}{G_{PZ}} \quad (5.26)$$

h – najväčšia vzdialenosť ťažiska užitočného zaťaženia od klopnej hrany [m]

Uvedené vzorce vyhovujú ako pre kontrolu stability vyrobeného stroja, tak pre výpočet stability projektovaného stroja, a tým sú obidva spôsoby zisťovania rovnocenné a porovnateľné.

$$\text{Súčiniteľ stability} \quad s = \frac{G_{ZS} \cdot b - 1,1 \cdot G_{PZ} \cdot c}{1,25 \cdot G_h \cdot h} = \frac{B_L \cdot a - 1,1 \cdot G_{PZ} \cdot c}{1,25 \cdot G_h \cdot h} \geq 1 \quad (5.27)$$

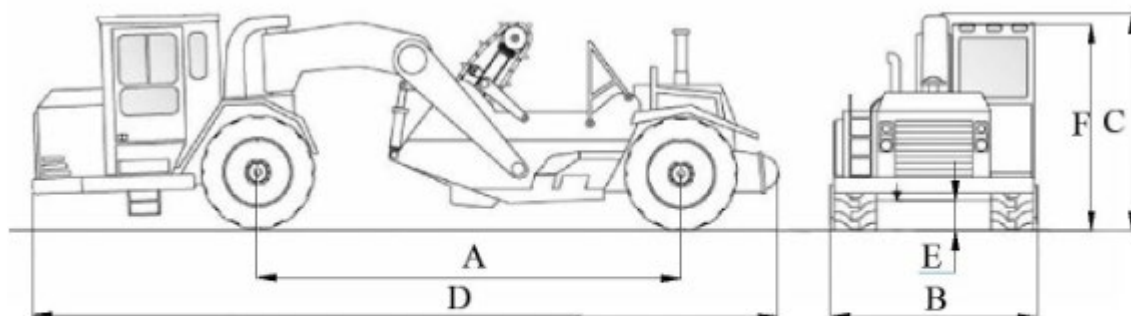
5.7 Skrejpre a skrejper –dozéry

Skrejper (scraper) je samohybný alebo vlečený stroj na pásovom alebo kolesovom podvozku vybavený otvorenou korbou s reznou časťou umiestnenou medzi nápravami, ktorý reže, nakladá, prepravuje, vysýpa a rozostiera materiál prostredníctvom pohybu stroja dopredu. Nakladanie prostredníctvom pohybu stroja dopredu môže podporovať strojovo poháňaný mechanizmus (elevátor), ktorý je pripevnený na korbú skrejpra. Sú efektívne na nasadenie v oblasti ťažby, naberania a prepravy zeminy na väčšie vzdialenosti a jej následného rozprestieranie a zhutnenie. Sú určené na rozpojovanie zemín kategórie 1 až 3 (podľa STN 73 3050) s hrúbkou triesky od 0,1 až do 0,5 m. Rýchlosť skrejprov sa pohybuje pri plnení v rozsahu 20 až 30 km.h⁻¹ a pri vyprázdňovaní 30 až 40 km.h⁻¹ [9].

5.7.1 Parametre a rozdelenie skrejprov

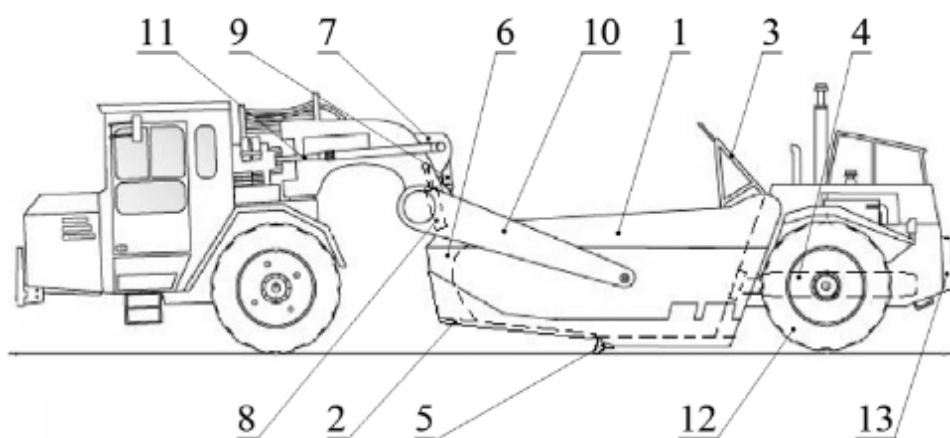
Hlavné rozmery korby sú dané objemom korby, avšak prax dokazuje, že je veľmi dôležité dodržať určité vzájomné pomery medzi šírkou a výškou korby. Tento pomer býva v rozmedzí 1,7 až 2.

Pracovný proces, t. j. odrezávanie určitej vrstvy zeminy, sa reguluje adhéznymi schopnosťami stroja a stupňom zaplnenia korby. Základné rozmery a základné moduly pracovnej časti skrejpra sú znázornené na Obr. 5.160 a 5.161, štruktúra koncepcií skrejprov je na Obr. 5.162.



A – celková dĺžka, B – celková šírka, C – celková výška, D – rázvor podvozku, E – svetlá výška, F – výška kabíny, L – šírka rezu, H – maximálna hĺbka rezu, V – objem korby

Obr. 5.160 Základné rozmery dvojmotorového skrejpra [9]



1 – korba, 2 – dno, 3 – pohyblivé čelo korby, 4 – PČH zadného čela korby, 5 – nôž, 6 – pohyblivý uzáver, 7 – mechanizmus uzáveru, 8 – PČH ovládania uzáveru, 9 – PČH dvíhania korby, 10 – bočné ramená rámu, 11 – PČH riadenia smeru jazdy, 12 – kolesový podvozok, 13 – nárazník

Obr. 5.161 Základné moduly pracovnej časti skrejpra [9]

Rozdelenie skrejprov

Skrejpre rozdeľujeme na základe rôznych prevádzkových a technických kritérií takto:

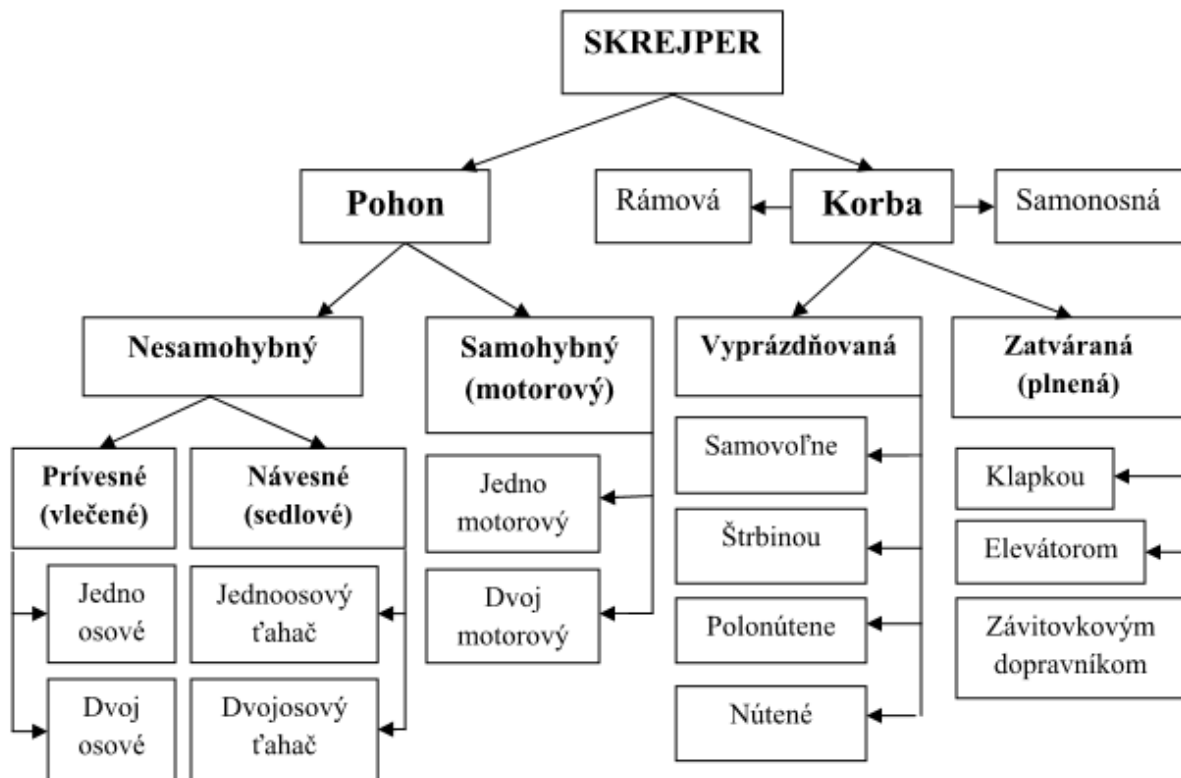
Podľa obsahu korby:

- s malým obsahom do 6 m³,
- so stredným obsahom od 6 do 15 m³,
- s veľkým obsahom nad 15 m³.

Podľa spôsobu spojenia:

- prívesné (vlečené) - jednoosový (s vysýpaním dopredu alebo dozadu),
- prívesný dvojosí s vysýpaním dozadu (celá hmotnosť aj so zeminou sa prenáša na terén iba skrejprom a nie ťahačom),
- poloprívesné (sedlové):
 - k jednoosovému ťahaču,
 - k dvojosovému ťahaču;

- samopojazdné (motorové), (korba skrejpra a ťahač tvoria kompaktný celok s vlastným pohonom) sú mobilnejšie a majú lepšie manévrovacie schopnosti.



Obr. 5.162 Štruktúra koncepcií skrejprov [9]

Podľa spôsobu uchytenia korby:

- skrejpre rámovej konštrukcie,
- skrejpre samonosnej konštrukcie.

Podľa spôsobu vyprázdňovania:

- so samovoľným vyprázdňovaním, pri skrejproch malého obsahu (korba sa nakloní smerom dopredu a zemina sa pôsobením vlastnej hmotnosti vysype, pri mokrých zeminách nedochádza k úplnému vyprázdneniu korby),
- s polonúteným vyprázdňovaním (dvíha sa iba dno korby, čím sa zemina odlepí od stien korby, pri vlhkých a lepkavých zeminách sa zle vyprázdňuje),
- so štrbinovým vysýpaním (je menej energeticky náročné, materiál sa nedvíha ako pri polonútenom vyprázdňovaní), s núteným vyprázdňovaním.

V súčasnosti z dôvodu vyšších výkonových a tiež energetických požiadaviek sa presadili konštrukcie s núteným vytláčaním zeminy zadnou stenou. Jeho výhodou je dokonalé vyprázdnenie korby za akýchkoľvek podmienok.

Konštrukcie skrejprov

Výrobcovia skrejprov ponúkajú rôzne koncepčné riešenia, ktoré sú rozdelené podľa rôznych hľadísk v predchádzajúcej podkapitole, tak aby vyhoveli konkrétnym požiadavkám jednotlivých používateľov.

Vlečený skrejper – (towed scraper)

Je to nesamohybný prívesný skrejper pohybujúci sa prostredníctvom vlečného stroja so stanovišťom vodiča umiestneným na ťažnej jednotke. Ťahač môže byť traktor na kolesovom, alebo pásovom podvozku. Vlečený skrejper môže byť jednoosí (Obr. 5.163) alebo dvojosí (Obr. 5.164). Vlečený skrejper môže byť pripojený k ťažnému vozidlu ako príves (Obr. 5.165), alebo ako náves, tzv. sedlový skrejper za kĺbovým kolesovým ťahačom alebo pásovým ťahačom (Obr. 5.166). Z dôvodu zvýšenia efektivity práce môže traktor ťahať až tri prívesné skrejpre za sebou.



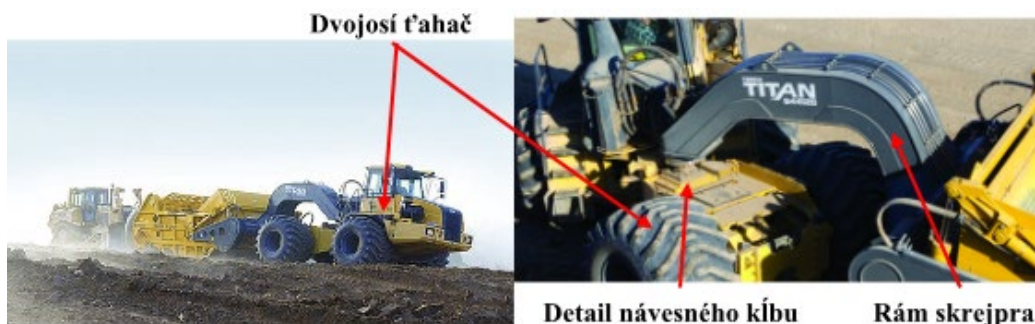
Obr. 5.163 Jednoosí vlečný skrejper [9]



Obr. 5.164 Dvojosí vlečný skrejper [9]



Obr. 5.165 Prívesné skrejpre ťahané traktorovými ťahačmi [9]



Obr. 5.166 Návesný skrejper za dvojosím kĺbovým ťahačom [9]

Motorové skrejpre

Motorové skrejpre sú stroje traktorového typu, ale môžeme hovoriť aj o traktorovej súprave zloženej z traktorového ťahača a ocelevej korby, ktorá je zospodu otvárateľná a vybavená rezným nožom, respektíve lištou. Toto vyhotovenie je typické pre tzv. jednomotorový skraper (Obr. 5.167), ale častejšie sa stretávame s tzv. dvojmotorovým skrejprom (Obr. 5.168). Hnací jednotkou skrejpra je spaľovací motor umiestnený na kolesovom ťahači (u jednomotorových skrejproch), alebo aj v zadnej časti (u dvojmotorových skrejproch). Potrebná trakčná sila na kolesový podvozok sa prenáša hydrodynamickým meničom a prevodovkou s možnosťou radenia aj pod záťažou. Korba je vytvorená ako otvorená nádoba s dnom, ktoré má v prednej časti rezný nástroj – nôž. Tento môže byť priamy, lomený alebo vytvarovaný do obdĺžnika. Na vyprázdňovanie korby je v zadnej časti pohyblivá stena ovládaná priamočiarým hydromotorom. Ten pomocou mechanizmu ovláda aj pohyblivý uzáver v prednej časti korby. Na spúšťanie a zdvíhanie korby slúži hydraulický valec, ktorý je kĺbovo uložený v čapoch na prednom ráme. Na riadenie zadnej časti korby s nápravou slúžia priamočiare hydromotory. Korba je uložená na pevnej náprave s kolesami a pneumatikami. Nárazník je súčasťou konštrukcie, ktorou sa do súpravy prenášajú sily od postrkového stroja.



Obr. 5.167 Jednomotorový skrejper [9]

Dvojmotorové skrejpre (Obr. 5.168) majú hnané obidve nápravy, t. j. prednú traktorovú aj zadnú skrejprovú. Ťažná sila sa tak zvyšuje na dvojnásobok, čo možno využiť na rozpojenie zeminy a jej transport. Pohon zadnej nápravy môže byť hydrostatický s vlastným spaľovacím motorom alebo elektromotorom. Sumárny výkon dvojmotorových skrejprov býva až cez 700 kW. Medzi výhody tohto riešenia patria:

- skrátenie času na rozpojovanie materiálu,
- vyššie transportné rýchlosti aj v zlom teréne,
- prekonanie väčšieho stúpania,
- nie je nutný postrk na zvýšenie ťažnej sily na rozpojenie horniny.



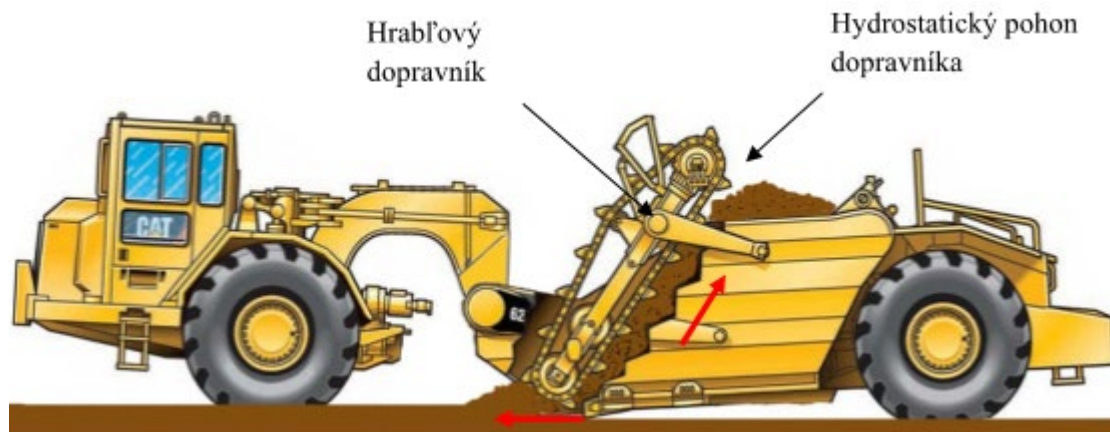
Obr. 5.168 Dvojmotorový skrejper [9]

Elevátorové skrejpre

Z dôvodu zníženia odporu zeminy pri jej hnutí do korby, boli vyvinuté elevátorové skrejpre (Obr. 5.169), pri ktorých dochádza k nútenému plneniu elevátorom a nie trakciou skrejpra. Týmto spôsobom sa znižujú nároky na trakčnú silu vo fáze plnenia korby a aj odpory od plnenia korby a hnutia zeminy, čo umožňuje zvýšiť hrúbku rezanej triesky a v normálnych podmienkach nasadenia netreba používať tzv. „pomocný postrk“. Elevátor nahrádzajúci prednú stenu je sklonený pod uhlom 45° a napomáha plneniu zeminy do korby skrejpra. V praxi túto funkciu najčastejšie zabezpečujú hrabľové dopravníky s vlastným hydrostatickým pohonom s rýchlosťami 1 až $1,6 \text{ m.s}^{-1}$ a s možnosťou spätného chodu. Lišty elevátora vyhrabujú rozpojenú zeminu v korbe a zároveň ju aj rozmielajú. Rýchlosť elevátora musí byť vždy minimálne o 50% vyššia ako rýchlosť skrejpra pri ťažbe zeminy. Korba elevátorového skrejpra sa odlišuje len v tvare prednej časti a v úprave dna z dôvodu umožnenia štrbinového vyprázdňovania. Pohon elevátora zabezpečuje samostatný hydraulický obvod. K značnému rozšíreniu týchto strojov v posledných rokoch prispeli tieto prednosti:

- rozpojovanie zeminy s elevátorom vyžaduje o 20 až 30 % menšiu ťažnú silu, resp. nevyžaduje sa postrk,
- rovnomernejšie zaťaženie motora po celý čas plnenia korby,
- plnenie korby najmä sypkými materiálmi je rýchlejšie a plynulejšie,
- schopnosť odoberať (rozpojovať) tenké vrstvy zeminy, ako aj zarovnávanie terénu,
- rovnomerné rozprestieranie, ukladanie zeminy s presnosťou až $\pm 1,5 \text{ cm}$,
- zvýšenie výkonnosti ako dôsledok skrátenia času trvania pracovného cyklu.

Konštrukcia týchto strojov je však zložitejšia. Nedostatkom tohto riešenia je okrem navýšenia nadobúdacej ceny a prevádzkových nákladov poruchovosť elevátora pri práci s lepkavou horninou, kameňmi alebo koreňmi, ktoré sa nachádzajú v hornine.



Obr. 5.169 Elevátorový skrejper pri plnení korby [9]

Z hľadiska správneho plnenia a vyprázdňovania korby má rozhodujúci význam konštrukcia zadnej steny a predného uzáveru korby. Rozoznávame tieto druhy uzáverov:

- voľný uzáver (plávajúci),
- ovládaný uzáver (pomocou lineárnych hydromotorov).

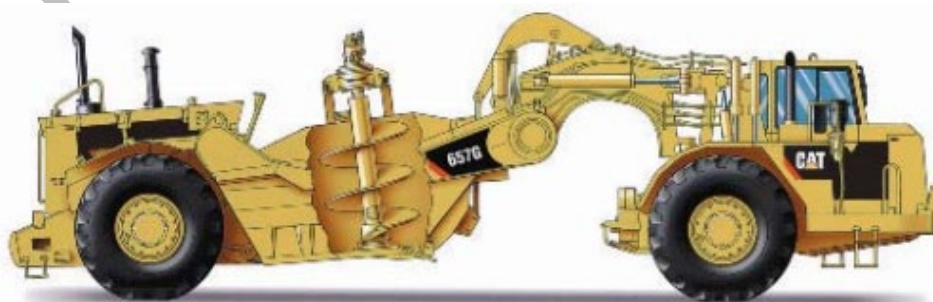
Súčasnne konštrukcie skrejproov majú zadnú stenu posuvnú, čím dochádza k nútenému vyprázdňovaniu korby (Obr. 5.170).



- 1 – posuvné dno s reznou hranou
2 – mechanizmus vysúvania dna korby
3 – posuvná zadná stena

Obr. 5.170 Nútené vyprázdňovanie korby zadnou posuvnou stenou [9]

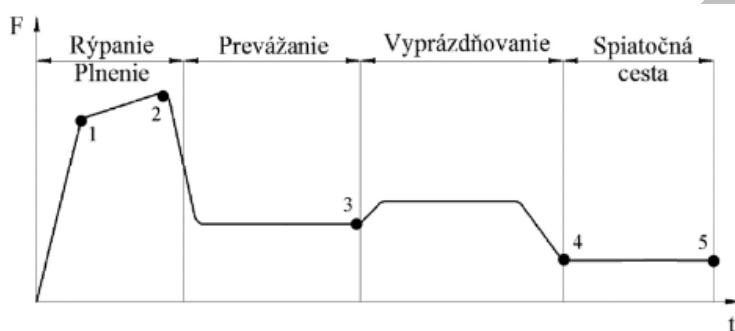
Pri sypkých zeminách a horninách sa uplatnili skrejpre s použitím závitoviek miesto hrabľového dopravníka, ktorý potom má vyššiu korbu ako pri použití hrabľového dopravníka, (Obr. 5.171).



Obr. 5.171 Skrejper využívajúci závitovky na plnenie korby [9]

5.7.2 Pracovný cyklus skrejpra

Počas počiatočnej fázy práce skrejpra – pri ťažení sa korba, osadená v spodnej časti reznou hranou a vybavená zdvíhacím dnom, pri pohybe stroja postupne zaplní ťaženou zeminou. Zemina počas jazdy vniká do vnútra korby cez reznú hranu a odklopený predný uzáver, ktorý sa po naplnení korby uzavrie a nasleduje fáza prepravy (jazda plného skrejpra $v < 50$ km/h). Na mieste vykládky sa dno nadvihne a zemina sa samovoľne alebo nútene vysýpa z korby cez reznú hranu a následne rozprestiera ($v = 12$ až 15 km/h). Nakoniec sa prázdny skrejper vracia na miesto ťažby ($v < 50$ km/h). Priebeh vyššie popísaného pracovného cyklu je znázornený na Obr. 5.172.



Obr. 5.172 Priebeh pracovných odporov skrejpra v priebehu pracovného cyklu [9]

Využitie skrejprov

Skrejpre sú vhodné na rozpojovanie a transport horniny do tretej triedy rozpojiteľnosti a následné rozprestretie na požadovanú hrúbku, ako aj čiastočné zhutnenie kolesovým podvozkom. Rezanie triesky prebieha pri pohybe skrejpra so spustenou korbou a zahĺbeným nožom do hĺbky zodpovedajúcej jeho adhéznym schopnostiam. Prepravné vzdialenosti sú efektívne od 60 do 2500 m v závislosti od veľkosti objemu korby, celkového množstva práce, terénnych a klimatických podmienok. Pri práci možno využiť rozprestieranie transportovanej horniny do požadovanej hrúbky s presnosťou 10 mm pomocou laserového ovládania.

Skrejpre sú nasadzované pri veľkoplošných výstavbách, ako napr.: pri stavbe letísk, hrádzí, diaľnic a koľajových tratí, ako aj v pozemnom stavitelstve. Skrejpre sú považované za ekonomicky výhodnú alternatívu v porovnaní s inými nakladacími systémami, keď je potrebné zarovnať veľké plochy s ľahko rozpojiteľnými zeminami a s prepravnou vzdialenosťou do 1,2 km. Rýchla preprava nákladu (viac ako 50 km/h) a schopnosť kontrolovaného rozprestierania, premiestňovania a súčasného zhutnenia prepravovaného materiálu zaručuje ich potrebu pri stavebných prácach. K zostave skrejprov nie sú prakticky potrebné ďalšie pracovné stroje (rýpadlá, nakladače, grejdre, dozéry a pod.), ak nie je potrebný postrk.

Štandardný skrejper s predným náhonom sa plní spravidla za podpory dozéra (postrk). Skrejpre s dvomi motormi a pohonom na všetky kolesá, elevátorové skrejpre alebo so závitkovým dopravníkom sa plnia aj pri náročných pôdných pomeroch rýchle a bez trakčnej výpomoci. Veľmi hospodárnou alternatívou pri náročných trakčných požiadavkách je špeciálny režim, tzv. push-pull. V tomto prípade sa pri zhrňovaní navzájom podporujú dva stroje nasledovne, kým prvý stroj v zostave plní korbu, druhý (prázdny zadný) ho tlačí, a pri plnení zadného stoja, už predný plný ho ťahá (Obr. 5.173). Vyprázdňovanie korby prebieha už individuálne pre každý stroj zvlášť. Všetky skrejpre sú vybavené zapínateľnou uzávierkou

diferenciálu a hydraulickým strmeňovým odpružením, ktoré stabilizuje správanie sa skrejpra pri jazde a umožňuje vyššiu rýchlosť pri doprave.



Obr. 5.173 Zostava skrejprov v režime „push-pull“ [9]

Optimálny výber konštrukcie skrejpra a zostavenie transportnej zostavy vyžaduje presnú analýzu úlohy pre presun zeminy. Vo všeobecnosti možno skrejpami realizovať nasledovné pracovné technológie:

- odstraňovanie ornice a drénov, ich odvoz na väčšie vzdialenosti a uloženie,
- vytváranie rôznych výkopov pre zárezy a kanály,
- ťaženie a rozprestieranie zeminy pri vytváraní násypov,
- urovnávanie pláne,
- odoberanie zeminy na miernych svahoch a ich upravovanie,
- ťaženie materiálu z únosného dna tokov,
- zahrňovanie rýh a pod.

Voľba pohybu skrejpra

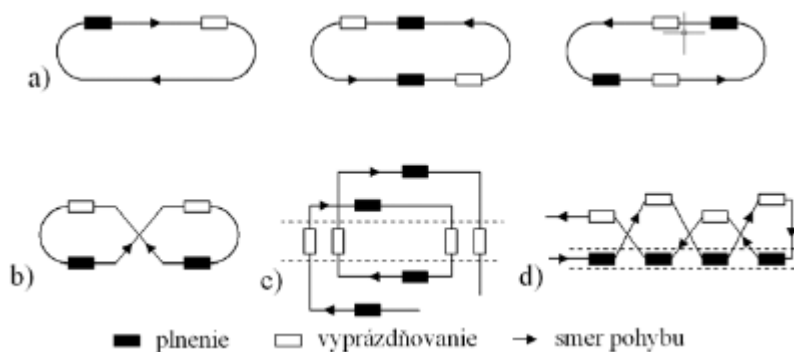
Prepravovanie zeminy v korbe skrejpra na väčšie vzdialenosti je oveľa výhodnejšie, ako jej hnutie radlicou dozéra (ekonomická hranica pre premiestňovanie zeminy radlicou dozéra je 60 až 80 m, v prípade U-radlice max. 100 m). Ich praktické nasadenie na stavenisku si vyžaduje však odpovedajúce nároky na organizáciu stavby a budovanie prevádzkových trás. Konfigurácia terénu určuje aj pracovný postup a schému prác, pričom je vhodné zvoliť prácu tak, aby ťažba a preprava zeminy prebiehala zo svahu. Čas pracovného cyklu – t [s] zahrňuje trvanie nasledovných operácií so zeminou:

- čas potrebný na rezanie a plnenie korby – t_1 ,
- čas potrebný na prepravu – t_2 ,
- čas potrebný na vyprázdňovanie korby a rozprestieranie zeminy – t_3 ,
- čas potrebný na spiatočnú jazdu – t_4 ,
- čas potrebný na otáčanie stroja na začiatku a konci pracovného cyklu – t_5 .

Pohyb skrejpra v teréne pri ťažbe a vyprázdňovaní musí byť dôkladne naplánovaný, aby sa zvýšila jeho efektívnosť a nevznikali časové straty pri zbytočnom prejazde po tom istom mieste s prázdnu korbou. Z tohto dôvodu je potrebné navrhnúť vhodnú logistiku pohybu scrapera po stavenisku, aby sa zamedzilo zbytočným a neefektívnym prejazdom v závislosti na rozmeroch

staveniska, objemu prác, vzdialenosti medzi miestom ťažby a rozprestierania, prípadne iných situačných podmienok. Najbežnejšími schémami pohybu po stavenisku sú:

- pohyb v elipse (Obr. 5.174a),
- pohyb v tzv. osmičke (Obr. 5.174b),
- pohyb v špirále (Obr. 5.174c),
- striedavý pohyb (Obr. 5.174d).



Obr. 174 Organizácia pohybu skrejpra [9]

Výhody použitia skrejprov:

- v jednom pracovnom procese spájajú ťažbu, dopravu, vyprázdňovanie, rozprestieranie a zhutnenie zeminy,
- sú konštrukčne jednoduché a ľahko ovládateľné,
- v ľahkých a stredných zeminách pri ich optimálnej vlhkosti umožňujú dosiahnuť veľkú plošnú i objemovú výkonnosť,
- za pomoci „postrku“ môžu pracovať i v tvrdých, resp. rozrytých zeminách,
- súčiniteľ časového využitia je vyšší ako u pracovných technológií vykonávaných pri rovnakej práci jednoúčelových strojmi v zostave: nakladač – odvozný prostriedok dozér – valec,
- v prípade potreby je možné ich použiť len na prevoz a rozprestieranie zeminy,
- ľahko sa premiestňujú z jedného pracoviska na druhé (vlastný pojazd bez ťahača a podvalníka).

Nevýhody skrejprov:

- nemožno ich použiť pri zeminách, kde sa vyskytujú kamene a v zeminách vlhkých a ílovitých, kde sa vplyvom ich priľnavosti výkonnosť skrejpra sa znižuje,
- v piesčitých zeminách súčiniteľ naplnenia korby dosahuje nižšie hodnoty,
- niektoré typy skrejprov majú zvýšené nároky na manipulačný priestor,
- na prevoz jednotkového množstva zeminy v nakyprenom stave pripadá pomerne veľká hmotnosť stroja,
- sťažené pracovné podmienky pri vlhkosti zeminy väčšej ako 30 % (dochádza k lepeniu zeminy na dno a steny korby),
- zlé podmienky pre nasadenie v rozbahnenom teréne (preklz kolies), v daždivom počasi je použitie obmedzené, alebo nemožné.

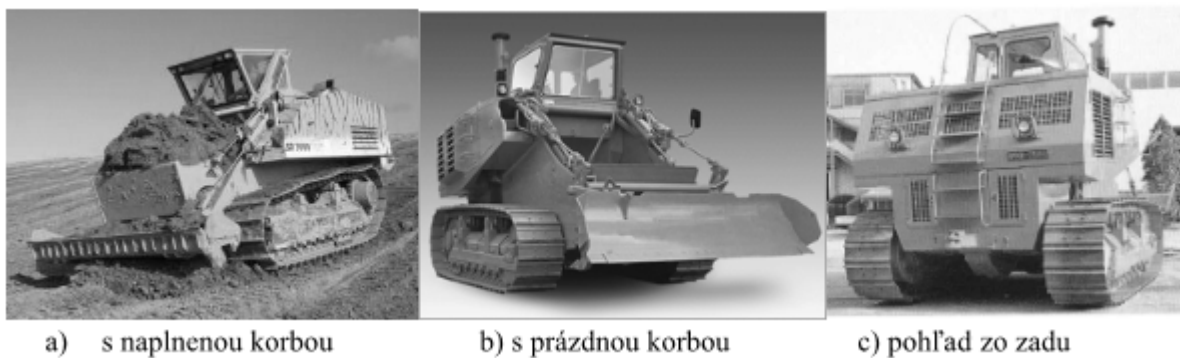
Skrejper-dozér (scrappedozer)

Skrejper-dozér je stroj kombinujúci funkciu skrejpra a dozéra (Obr. 5.175). Hlavnou výhodou takéhoto stroja je multifunkčnosť a vysoká efektívnosť práce. Ďalšou prednosťou je fakt, že k niekoľkým operáciám je treba iba jedného operátora. V porovnaní s ťahanými alebo aj inými skrejprami, kde je treba buď skrejper ťahať (dozérom alebo traktorom), v prípade skrejper-dozéra sa všetky operácie vykonávajú len jedným strojom. Kombinácia skrejprového pracovného zariadenia a dozérovej radlice sa uplatnila prevažne v práci na malých až stredných vzdialenostiach. Uplatnenie nachádza hlavne pri práci na malých plochách kde ovládanie skrejpra je komplikované. Všeobecne sa odporúča tieto stroje na manipuláciu so zeminou na vzdialenosť 50 až 500 m s objemom korby 10 až 18 m³. Hlavným argumentom pre ich použitie je prípad, kedy trasa prenosu zeminy je príliš krátka pre damper a príliš dlhá pre dozér. V takomto prípade sa použitie skrejper-dozéra javí ako najvýhodnejšie. Stroje sú vybavené hydrostatickým pohonom ktorý pracuje so štyrmi rýchlostnými stupňami. Prevodovka môže pracovať v automatickom alebo manuálnom režime. Ako pohonný agregát sa používajú vznietové motory s výkonmi od 230 kW až do 350 kW. Vďaka pásovému podvozku skrejper-dozéra je možné dosahovať oveľa lepšie výsledky pri rýpaní do svahu a dole svahom, rovnako podvozok umožňuje prevádzku v akýchkoľvek podmienkach (napríklad jazda bokom na svahu). Stroj drží lepšie stopu a neprešmykujú sa kolesá ako sa často stáva pri konvenčných skrejproch.

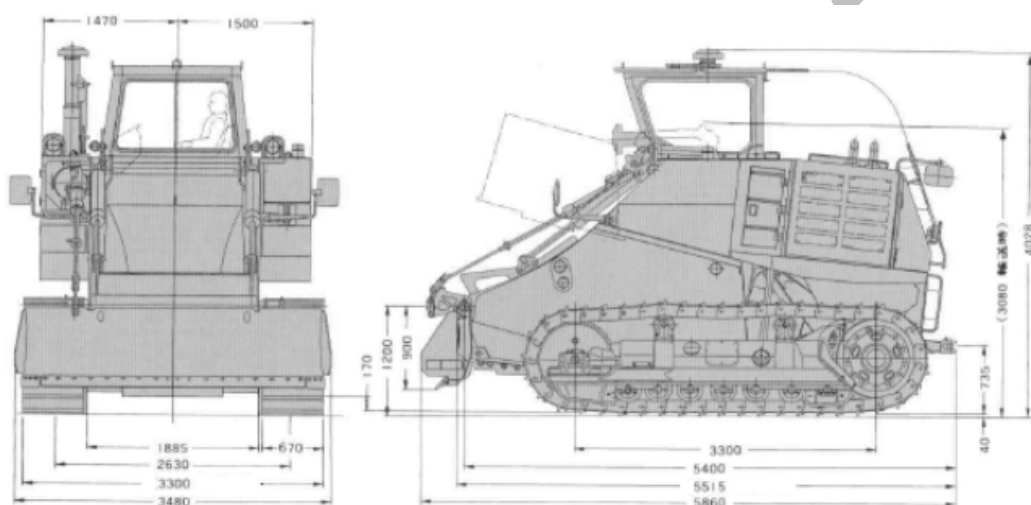
Základné moduly skrejper-dozéra sú znázornené na Obr. 5.175, súčasné riešenie na Obr. 5.176 a základné rozmery na Obr. 5.177.



Obr. 5.175 Základné moduly skrejper-dozéra [9]

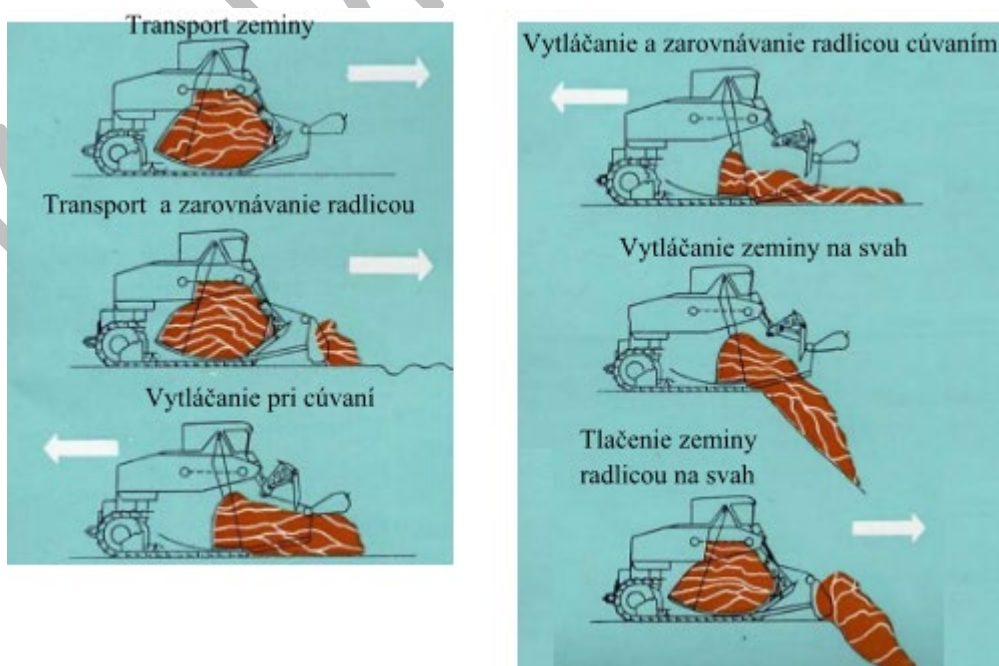


Obr. 5.176 Skrejper-dozér [9]



Obr. 5.177 Rozmery skrejper-dozéra [9]

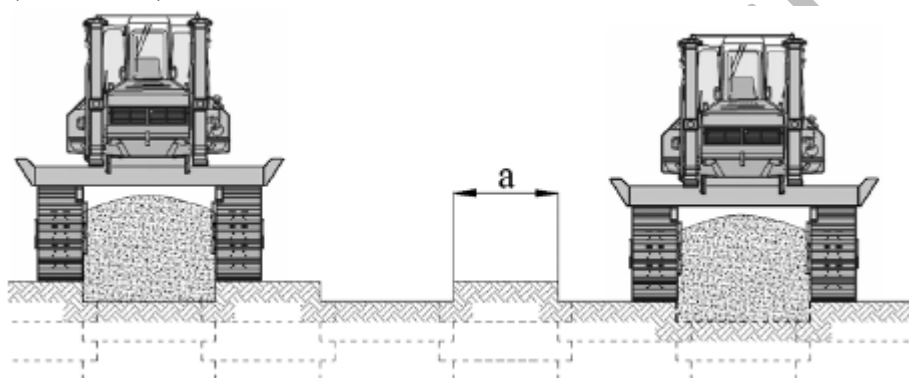
Jednotlivé pracovné režimy sú znázornené na Obr. 5.178.



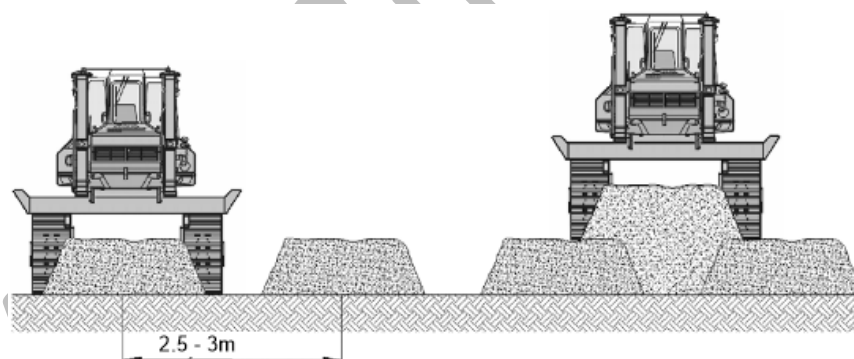
Obr. 5.178 Pracovné režimy skrejper-dozéra [9]

Skrejper-dozér dokáže na jedno nabratie premiestniť až 18 m^3 zeminy. Takéhoto výkonu je stroj schopný nezávisle od toho či naberá zeminu do svahu, alebo pri jazde dole svahom. Plnenie korby je rovnomerné počas akejkoľvek prevádzky. V prípade potreby vytvárania rýh sa môže skrejper-dozér uplatniť veľmi efektívne. Vrstvenie by sa malo vykonávať na pevnejšom povrchu resp. na zemi, ktorá má dobrú súdržnosť. Na Obr. 5.179 je znázornené vytváranie rýhy odoberaním vrstvy zeminy o šírke $a = 0,8 - 1,2 \text{ m}$. Keďže radlica skrejpra je polohovateľná je možné celú operáciu urobiť postupne, čo umožňuje vytvárať hlbšie rýhy.

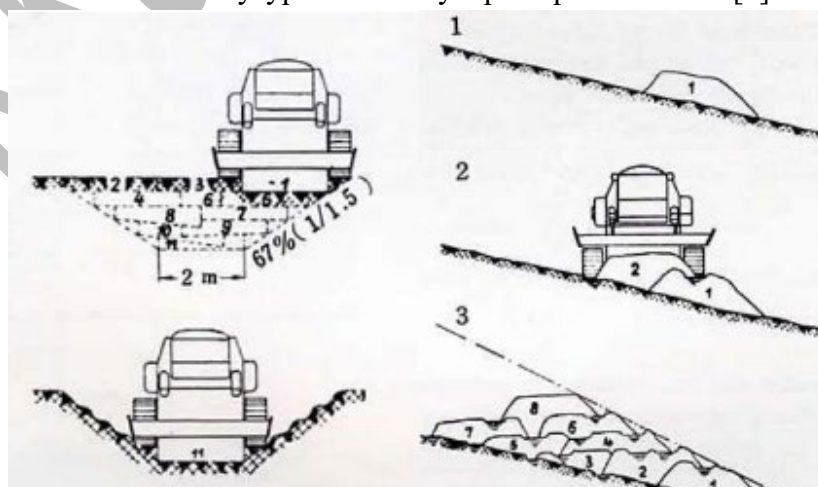
Konstrukcia skrejper-dozérov umožňuje vyprázdňovanie korby tzv. kopením zeminy, a postupne vytvárať vrstevnice (Obr. 5.180), vďaka čomu, stroj je schopný práce aj v zárezoch a na svahoch (Obr. 5.181).



Obr. 5.179 Postupné odoberanie zeminy vytváraním rýh [9]



Obr. 5.180 Vysýpanie zeminy a postupné vrstvenie [9]



Obr. 5.181 Práca skrejper-dozéra v záreze a na svahu [9]

5.8 Ryhovače

Ryhovací stroj/ryhovač (trencher) – je samohybný stroj na pásovom alebo kolesovom podvozku s pracovným zariadením alebo pracovným nástrojom namontovaným vzadu alebo aj vpredu predovšetkým konštruovaný na vytváranie rýh za nepretržitej činnosti prostredníctvom pohybu stroja. Pracovný nástroj môže byť rýpací reťazový mechanizmus, rýpacie koleso, zhŕňacia radlica alebo podobný nástroj. Ryhovač nahrádza ručné kopanie rýh, pracuje rýchlo, efektívne a spoľahlivo. Ryhovače sú v súčasnosti vyrábané v rôznych veľkostiach s možnosťou výmeny pracovného nástroja, v závislosti na požadovanej šírke a hĺbke ryhy a tvrdosti zeminy. Napr. pre inštalácie zavlažovacích systémov sú vhodné malé ryhovače s nízkou hmotnosťou (jednoduchý transport a manipulácia aj v menej prístupných častiach záhrad) s účinnou hĺbkou ryhy do 30 cm. Pre inštaláciu zavlažovacích systémov na športových ihriskách, inštaláciu telefónnych a iných káblov je už potrebná hlbšia ryha, teda aj väčší stroj, ktorý je schopný rýchlo a plynulo vyhlbiť ryhy s dĺžkou niekoľko stoviek metrov až kilometrov. Podľa druhu pracovného orgánu poznáme tzv. reťazové a rotorové ryhovače, ktoré majú ako pracovný nástroj pohybujúci sa rezný brit korčeka alebo noža, odrezávajúci triesku zeminy, ktorá je vynášaná na povrch terénu. Pre túto skupinu mobilných pracovných strojov platia tiež bezpečnostné požiadavky v norme STN EN 474-10, ktoré sa môžu vyskytnúť počas pracovnej činnosti ryhovača v podmienkach odporúčaných výrobcom a definovaných normou EN ISO 6165. Terminológia ryhovačov je špecifikovaná v norme ISO 13 539.

V súčasnosti početní výrobcovia ryhovačov ponúkajú široký sortiment typov a veľkostí odpovedajúcich najčastejším požiadavkám širokého okruhu používateľov. Ryhovač ryhu nielen vyhlbi, ale aj dôkladne rozdrobí zeminu vynesenu na okraj ryhy, čím sa zabezpečí jednoduché a dôkladné zasypanie po ukončení inštalácie. Zásah do pôdy je minimálny, lebo šírka ryhy sa pohybuje v intervale 60 až 750 mm. Je to výhodou, ak je potrebné napr. inštalovať zavlažovacie systémy na ploche s už udržiavaným trávnikom. Hĺbka a šírka ryhy závisí od typu ryhovača. Vyhĺbené ryhy majú najčastejšie v priečnom vertikálnom priereze pravidelný obdĺžnikový tvar s konštantnou šírkou základne, ktorá je závislá na šírke záberu pracovného nástroja, ktorým môžu byť rôzne tvarované nože alebo varianty korčiekov. Bočné steny rýh sú buď zvislé (obr. 179) alebo zvierajú s vodorovnou rovinou uhol menší ako 90°, keď je ryhovač vybavený šikmými zrezávačmi. Priečny prierez ryhy má potom tvar písmena V (Obr. 5.183). Otvorené ryhy umožňujú stavbu základov menej náročných pozemných stavieb, ale hlavne ukladanie kanalizačných alebo vodovodných rúr a plynovodov, ukladanie elektrických a telekomunikačných káblov. Šírka dna ryhy býva podľa typu stroja od 60 do 1200 mm.

Ryhovače možno rozdeliť podľa rôznych konštrukčných hľadísk ktoré sú uvedené na Obr. 5.184. Podľa druhu a konštrukcie pracovných orgánov možno ryhovače rozdeliť nasledovne:

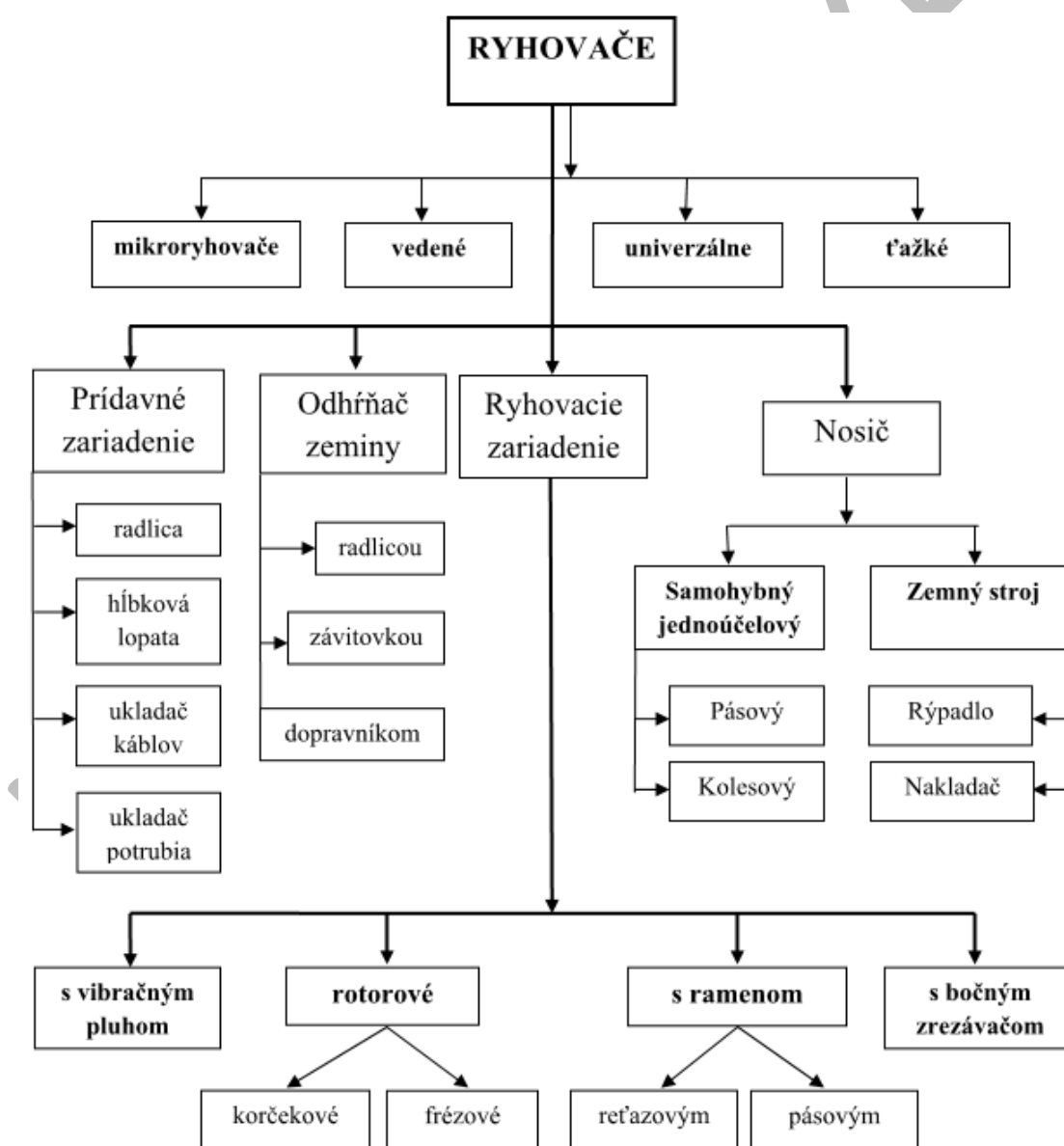
- reťazové,
- pásové,
- kolesové,
- frézové.



Obr. 5.182 Obdĺžnikový profil ryhy [9]



Obr. 5.183 Lichobežníkový profil ryhy [9]



Obr. 5.184 Rozdelenie ryhovačov [9]

Reťazové ryhovače

Reťazové ryhovače sú najrozšírenejším typom ryhovačov. Môžeme ich zatriediť do štyroch základných skupín:

- ako prídavné zariadenia k nakladačom alebo rýpadlám,
- ručne vedené ryhovače,
- kompaktné, univerzálne ryhovače,
- jednoúčelové veľké ryhovače.

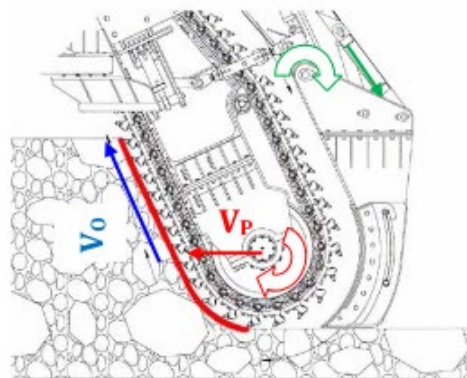
Pracovným orgánom reťazových ryhovačov je nekonečná valčeková reťaz (Obr. 5.185), ako modifikácia Gallovej reťaze, na ktorej sú v určitých rozstupoch upevnené rezné nástroje – frézovacie nože a vynášacie škrabky, prípadne špeciálne tvarované nože (Obr. 5.186), ktoré zeminu nielen rozpojujú, ale aj vynášajú na povrch terénu. Rezacie a vynášacie nástroje sú vyhotovené z legovanej oteru vzdornej ocele. Pracovné zariadenie tvorí nosník nesúci na jednom konci hnacie ozubené koleso a na druhom konci napínacie koleso, medzi ktorými je napnutá frézovacia reťaz. Reťazové ryhovače sú vhodné na vytváranie rýh do hĺbky 0,6 až 4 m so šírkou 60 až 320 mm. Princíp činnosti reťazových ryhovačov je znázornený na Obr. 5.187.



Obr. 5.185 Základné časti reťazového ryhovača [9]

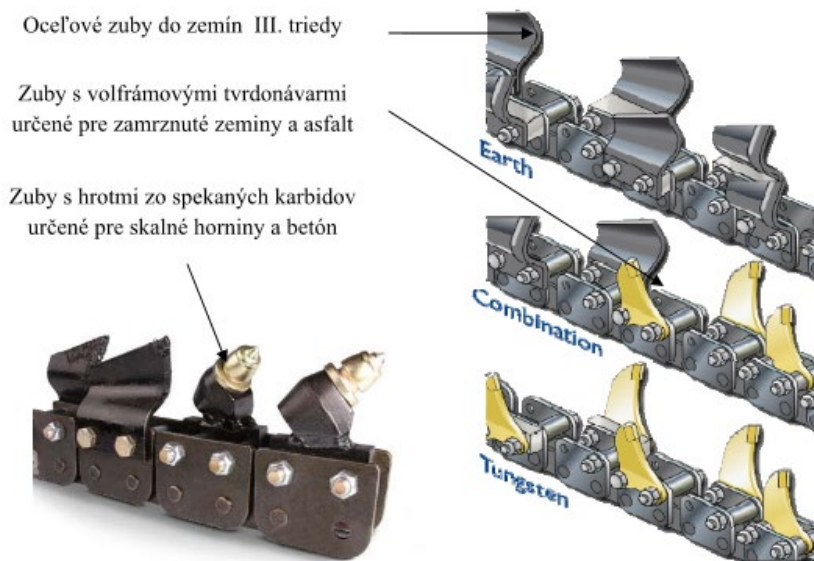


Obr. 5.186 Články reťaze [9]



Obr. 5.187 Princíp činnosti reťazového ryhovača [9]

Konštrukcia rezných nástrojov reťazových ryhovačov závisí od súdržnosti, respektíve rozpojitelnosti podkladových vrstiev, v ktorých sa má ryha vytvoriť. V mnohých prípadoch sú použité kombinované reťaze s rôznymi druhmi vhodne usporiadaných zubov (Obr. 5.188).



Obr. 5.188 Rezné nástroje reťazových ryhovačov [9]

Na zabránenie spätnému padaniu vynesenej zeminy do ústia ryhy sa používajú rôzne systémy odhrňáčov, ktoré odsúvajú vyhrnutú zeminy od okraja ryhy. Najčastejšie sú používané závitovkové jednostranné alebo obojstranné odhrňáče (Obr. 5.189). Kolmo na smer pohybu stroja (ryhu) sú umiestnené závitovkové dopravníky poháňané reťazovým ozubeným kolesom, ktoré je v zábere s frézovacou valčekovou reťazou. Závitovkové dopravníky môžu byť jednostranné alebo obojstranné. Na malých ryhovačoch je závitovka nahradená odhrňovacou radlicou (Obr. 5.189), na ťažkých jednoúčelových ryhovačoch sa používajú vynášacie pásové alebo hrabľové dopravníky (Obr. 5.190).



radlice

Obr. 5.189 Radlicový odhrňáč [9]



vynášací dopravník

Obr. 5.190 Pásový vynášač [9]

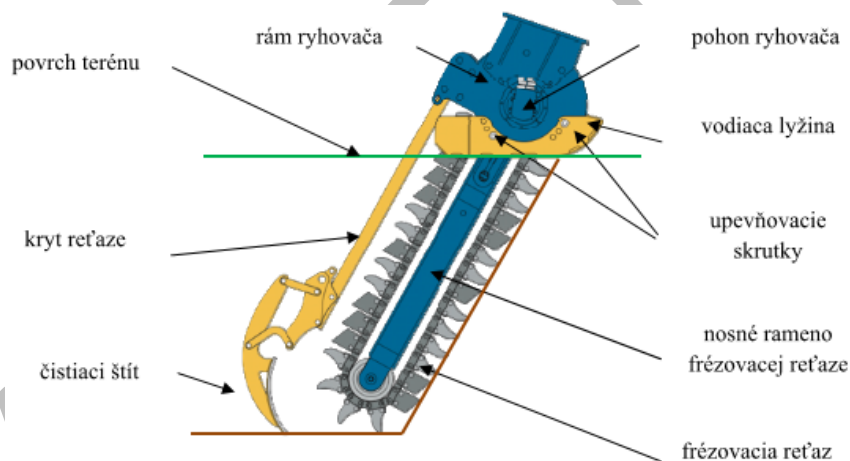
Ryhovače ako prídavné zariadenia pre nakladače, rýpadlá a traktory

Tieto ryhovače sú určené ako prídavné pracovné zariadenia pre nakladače riadené preklzom kolies, rýpadlo-nakladače, rýpadla do hmotnosti 10 t a traktory (Obr. 5.191). Sú určené na vytváranie rýh šírky 150 až 350 mm do hĺbky 1,5 m.



Obr. 5.191 Ryhovač ako prídavné pracovné zariadenie [9]

Pre lepšie vedenie ryhovačov pracovným zariadením nosiča sú na niektoré ryhovače montované tzv. vodiace lyžiny (Obr. 5.192), ktoré vedú frézovacia reťaz pod stálym uhlom a obsluha nosiča sleduje len optimálnu rýchlosť posunu reťaze do záberu (hrúbku triesky) pri jej konštantnej obvodovej (reznej) rýchlosti. Uhol rezu možno meniť prečapovaním lyžiny ryhovača do iných otvorov.



Obr. 5.192 Vedenie ryhovača po povrchu [9]

Ručne vedené ryhovače

Sú to samohybné stroje s mechanickým alebo hydrostatickým pohonom (Obr. 5.193) s výkonom do 20 kW, ovládané tzv. kráčajúcou obsluhou. Rôzne veľkosti strojov vytvárajú ryhy šírky 60 až 250 mm, do hĺbky 0,6 až 1,25 m. Reťazou vyhrnutá zemina je jednostrannou závitovkou vysunutá mimo vytváranú ryhu. Podľa druhu odoberanej zeminý možno prispôbiť pracovnú rýchlosť do záberu (pojazdom) alebo obvodovú rýchlosť reťaze.



Obr. 5.193 Ručne vedené ryhovače [9]

Univerzálne ryhovače

Sú konštruované ako modulárne zostavy s rôznymi druhmi pracovných zariadení, alebo nástrojov podľa ich predpokladaného využitia, Obr. 5.194. Nosič je kolesový alebo pásový traktor, vybavený zostavou takýchto zariadení, napr.:

- reťazovým ryhovačom pre ryhy šírky 100 až 400 mm s hĺbkou do 2 m,
- dozérovou radlicou pre zahŕňanie rýh,
- rýpadlovým zariadením s hĺbkovou lyžicou do hĺbky 2,5 m, ktoré sa používa keď nie je možné ryhu hĺbiť reťazovým nástrojom.

Výkon motora týchto strojov sa pohybuje v rozsahu 15 až 90 kW.



Obr. 5.194 Univerzálne ryhovače na pásovom a kolesovom podvozku [9]

Ťažké jednoúčelové reťazové ryhovače

Najčastejšie sú vybavené pásovým podvozkom. Pracovným nástrojom je nekonečná reťaz, na ktorej sú pripevnené hroty. Používajú sa vo veľmi ťažkých podmienkach (IV. trieda rozpojitelnosti zemín podľa STN 73 3050) v kamenistých a zamrznutých pôdach, v asfalte a povrchových betónoch. Vyrábajú sa až do hmotnosti 14,5 t, s výkonom motora do 210 kW, šírkou ryhy do 0,6 m a hĺbkou do 2,4 m. Pri mechanickom pohone pracovného zariadenia sa používa trecia spojka, ktorá pri preťažení alebo pri náraze na pevnú prekážku (balvan) začne preklzovať. Pri hydrostatickom pohone sa na tento účel používa poistný ventil v kombinácii s riadiacou elektronikou, ktorý zastaví nielen pohyb reťaze, ale aj celého stroja a upozorní na túto skutočnosť obsluhu svetelným a zvukovým znamením.



Obr. 5.195 Jednouúčelové reťazové ryhovače [9]

Ryhovače s vibračným nožom

Niektoré firmy (napr. Case) vyrábajú zariadenia na vytvorenie ryhy pomocou vibračných vertikálnych nožov (Obr. 5.196). S vertikálnym nožom je spojený vibrátor s hydrostatickým pohonom. Spolu sú uložené na ráme nesenom ramenami paralelogramu. Kozlík paralelogramu je otočný okolo vertikálnej osi a priečne posuvný, podobne ako hĺbkové rýpacie zariadenie.

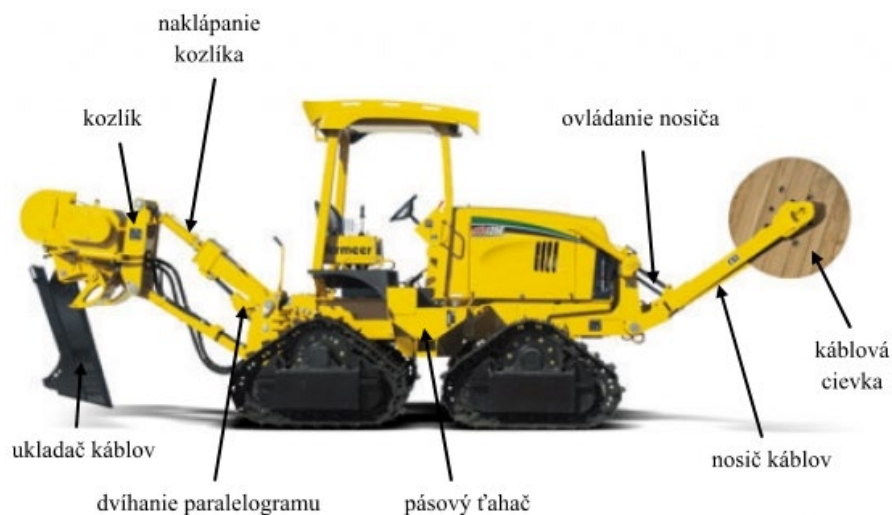


Obr. 5.196 Ryhovač s vibračným vertikálnym nožom [9]

Pomocné zariadenia

Ryhovače bývajú okrem dozérovej radlice a hĺbkového rýpacieho zariadenia (podkopu) vybavované aj inými pomocnými zariadeniami, ako napríklad ukladač káblov alebo vertikálny vibračný nôž.

Ukladač káblov - je nesený na dvoch ramenách (paralelograme), ktoré sú uložené na hornej strane kozlíka v čapoch a na spodnej strane sú výkyvne uložené na pevnom ráme ťahača. Nakláňanie kozlíka je zabezpečené jedným alebo dvomi hydraulickými valcami (obr. 194). Optimálnu polohu celého paralelogramu riadi najčastejšie kyvadlo, prípadne iný mechanicko - elektronický systém, ktorý v tomto prípade ovláda len polohu ukladača voči dnu ryhy a je nezávislý na systéme riadenia pracovného ústrojenstva ryhovača po predpísanej spádovej čiare ryhy.



Obr. 5.197 Ukladač káblov [9]

Príkladom jednoúčelového zariadenia je výrobok firmy Betamont Zvolen pod typovým označením „Pokladač káblov SČH 150 K“. Je to dvojnápravový samopojazdný traťový stroj s hydrostatickým prenosom výkonu. SČH 150.K (Obr. 5.198) je určený na ukladanie optických oznamovacích a zabezpečovacích káblov, silových káblov a ochrannéj fólie do zemného telesa vedľa trate. Vertikálny nôž s dutinou pre vedenie a ukladanie káblov alebo HDPE trubiek sú vymeniteľné podľa požadovanej hĺbky uloženia káblov v zemnom telese. Súčasťou pluhu sú aj hladiace radlice a pevné i vyklápacie kladky pre vedenie káblov a výstražnej fólie pri kladení do zemného telesa. Plošina stroja slúži na uloženie a prepravu ďalších cievok s káblami. Stroj je v prednej časti vybavený ťahadlovým a narážacím ústrojenstvom normalizovanej stavby, čo umožňuje ťahanie prípojného voza, alebo pripojenie stroja na koniec vlakovej súpravy. Vertikálny nôž je ovládaný mechanizmom, ktorý je uložený na priečne výsuvnom suporte, aby mohol vertikálny nôž rezať ryhy mimo koľajový zvršok. Vertikálny nôž je so suportom spojený s dvomi tiahľami, dvomi lineárnymi hydromotormi pre zahĺbovanie noža a jedným lineárnym hydromotorom pre nastavovanie uhla rezu.



Obr. 5.198 Pokladač káblov SČH 150 v prepravnej polohe [9]

Drenážny ryhovač - je pripojiteľný do trojbodového závesu traktora, dokáže ukladať káble, hadice a potrubia do zeme. Dĺžka a šírka sú stanovené tak, aby zahĺbený ukladač bránil zasypávaniu ryhy a umožnil tak ďalšie nutné operácie ako prikryvanie rúr filtračnou fóliou, optickú kontrolou uloženia rúr a pod. Technologický výkon týchto strojov sa pohybuje v rozsahu hodnôt 0,25 až 3,5 km.h⁻¹.



Obr. 5.199 Drenážny ryhovač AFT 100 [9]



Obr. 5.200 Drenážny ryhovač AFT 100 pri práci [9]

Pásové ryhovače

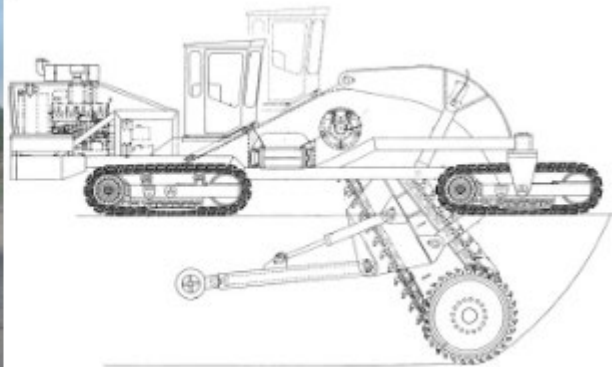
Tieto ryhovače majú pracovný orgán vo forme ťažného pásu osadeného reznými nožmi, poháňaného podobne ako reťazové ryhovače. Tieto typy ryhovačov môžu frézovať ryhy do zemín V. triedy rozpojiteľnosti podľa normy STN 73 3050. Pásový ryhovač je vhodný na hĺbenie širokých rýh pre potrubia väčších priemerov (kanalizácia, voda, plyn), priamo v teréne. Vyťažený materiál možno odoberať na ľubovoľnú stranu reverzným pásovým dopravníkom.



Obr. 5.201 Detail frézovacieho pásu TESMEC M5 [9]

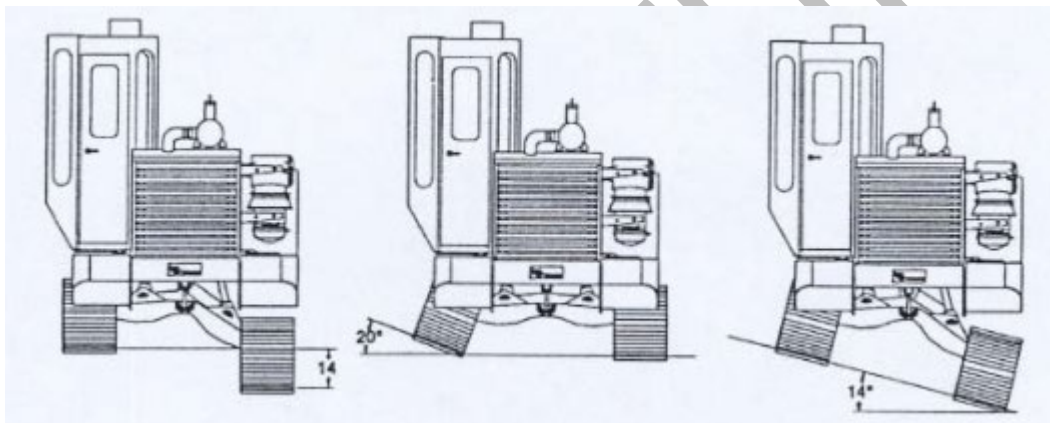


Obr. 5.202 Pásový ryhovač [9]



Obr. 5.203 Pásové ryhovače s bočnými frézmami Obr. 5.202 Pásový ryhovač [9]

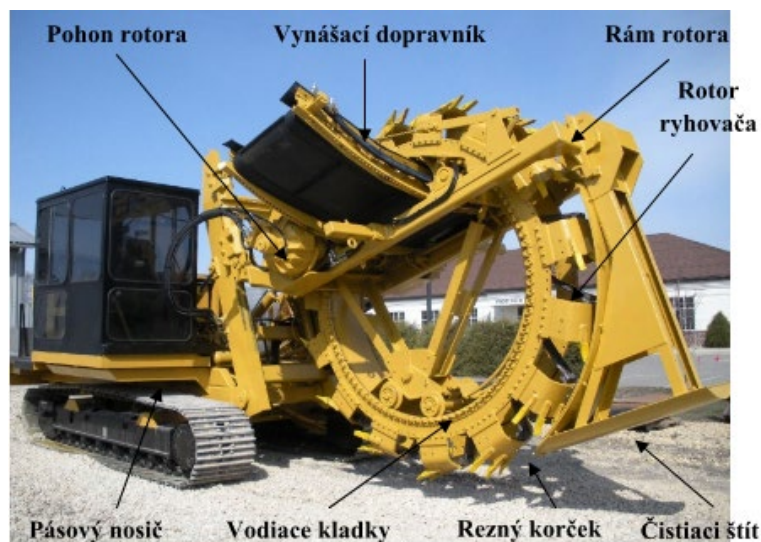
Vyrovnávanie kolmosti ryhy - niektorí výrobcovia (Tescmec) používajú pásový podvozok s výkyvne uloženými pásmi (Obr. 5.204), ktoré umožňujú udržiavanie kolmosti ryhy aj v členitejšom teréne.



Obr. 5.204 Podvozky pásového ryhovača pre automatické udržiavanie kolmosti ryhy [9]

Rotorové ryhovače

Rotorové ryhovače sa väčšinou vyskytujú na pásovom podvozku traktorového typu, ku ktorému je klbovo upevnené pracovné zariadenie. Hlavným pracovným nástrojom je rotor - oceľové koleso, ktoré má po obode symetricky upevnené korččky, alebo nože. Z priestorových dôvodov sú kolesá konštruované ako medzikružie, upevnené minimálne na troch rozperných vodiacich kladkách. Krútiaci moment sa na ne prenáša ozubeným pastorkom zaberaajúcim do ozubeného venca na vnútornom obvode medzikružia (Obr. 5.205). Toto riešenie umožňuje zahĺbiť koleso s korččkami tak, že jeho stred osi otáčania je pod úrovňou povrchu terénu. Zeminu prepravuje z korčeka mimo stroj priečne umiestnený vynášací dopravník upevnený o rám stroja.



Obr. 5.205 Kolesový ryhovač Wolfeman 7000 [9]

Ryhovač pri práci vykonáva dva základné pohyby :

- Hlavný pohyb – vykonávaný pracovným nástrojom,
- Vedľajší pohyb – vykonávaný pojazdom stroja.

Frézové ryhovače

Sú určené do náročných terénnych podmienok, kde nemôžu pracovať korčekové ani reťazové ryhovače. Pracovným nástrojom je veľkorozmerové koleso, ktoré má na obode pripevnené vymeniteľné hroty. Ich výhodou je vysoká pevnosť a možnosť vytvárania rýh rôzneho profilu. Rezné nástroje – hroty sú vyrobené z najtvrdších zliatin kovov. Ich nevýhodou je, že hĺbka ryhy je menšia ako polomer frézovacieho kolesa.



Obr. 5.206 Ryhovač s kolesovou frézou Tesmec TRS-1000 [9]

Mikro ryhovače

Mikro ryhovač je „malý ryhovač“ konštruovaný pre práce malých rozsahov, hlavne v intraviláne miest a obcí, prípadne interiéroch. Je vybavený pracovným zariadením umožňujúcim vytvárať ryhy malých rozmerov a hĺbky do rôznych druhov povrchov (šírka od 30 mm do 130 mm a maximálna hĺbka 0,5 m, hmotnosť do 110 kg, výkon motora do 4 kW) (Obr. 5.207). Tieto stroje môžu byť podľa stupňa vybavenia aj diaľkovo ovládané.



Obr. 5. 207 Mikroryhovač [9]

Podmorské ryhovače

Sú to špeciálne mobilné pracovné stroje určené na práce pod morskou hladinou, špeciálne vyhotovené pre tieto podmienky, ovládané diaľkovo. Sú schopné hĺbiť ryhy a ukladať káble a potrubia na morskom dne až do hĺbky 80 m pod hladinou.



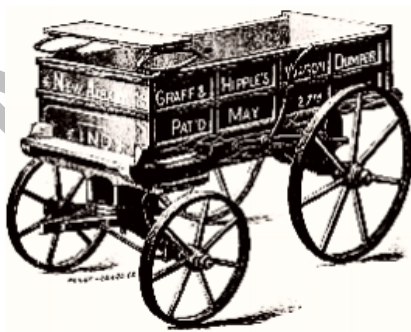
Obr. 5.208 Práca podmorského ryhovača [9]



Obr. 5. 209 Podmorský ryhovač RT [9]

5.9 Dampre

Damper (dumper) je vlečený alebo samohybný stroj na kolesovom alebo pásovom podvozku s otvorenou korbou, ktorý prepravuje a vysýpa alebo rozsýpa materiál vyklápaním korby v jednom smere (spravidla dozadu).



Obr. 5. 210 Prvý damper [9]

Pre konštrukciu damprov platia všeobecné zásady, ktoré sa musia pri navrhovaní a výrobe rešpektovať:

- Ak sa dá vyklápacia korba otvárať manuálne, potom sa musí zariadenie na ovládanie otvárania konštrukčne navrhnuť a umiestniť tak, aby sa dalo otváranie a zatváranie bezpečne ovládať, napr. zo stanovišťa obsluhy alebo zo strany opačnej od smeru vysýpania;
- Spúšťanie korby do prepravnej polohy sa musí umožniť pri vypnutom motore (pri výpadku energie), napr. ručne ovládaným ventilom;
- Damper musí mať zariadenie, ktoré bráni vyššej rýchlosti ako 10 km/h, ak korba nie je v úplne spustenej polohe, ako aj zvukové alebo optické výstražné zariadenie oznamujúce, že korba dampra nie je v spustenej polohe a pohon je aktívny;
- Stroj musí mať mechanické zariadenie na podoprenie korby vo zdvihnutej polohe počas servisných prác, údržby alebo pri inej neprevádzkovej činnosti. Zariadenie musí vyhovovať požiadavkám ISO 13333 [9];
- Tam, kde hrozí nebezpečenstvo straty stability pri vysýpaní spôsobené tým, že náklad (bremeno) je primrznutý alebo prilepený ku korbe, treba urobiť opatrenia, eliminujúce takéto nepriaznivé stavy. Jednou z možností je ohrievanie korby výfukovými plynmi;
- Zámok kĺbového rámu musí vyhovovať požiadavkám stanovených normou ISO 10570 [5]. Zámok kĺbového rámu sa musí overiť skúškou a odolať skúšobnej sile, ktorá musí zodpovedať 1,2-násobku riadiacej sily stroja vypočítanej z maximálnej sily pri výpočte momentu riadenia.

Podľa konštrukčných znakov dampre môžeme rozdeliť do nasledovných skupín:

- dampre s pevným rámom,
- dampre s kĺbovým rámom,
- dampre návesné,
- dampre na pásovom podvozku,
- kompaktné dampre.

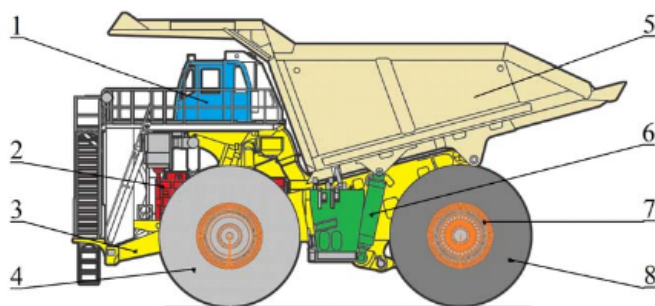
Podľa nosnosti môžeme dampre zaradiť do týchto skupín:

- mini – do 10 t (najmenšie kolesové dampre, pásové dampre, a pod.);
- malé – od 10 t do 20 t (malé dampre využívané na prepravu pri ťažbe, dampre pre prepravu po cestných komunikáciách);
- stredné – od 20 t do 60 t (kĺbové dampre, pevné dampre);
- veľké – nad 60 t (najväčšie pevné kolesové dampre využívané na prepravu pri ťažbe hornín).

Kolesové dampre s pevným rámom

Dampre s pevným rámom sú konštruované na maximálnu prepravnú kapacitu a sú určené na prácu v povrchových lomoch a prepravu sypkých materiálov ako napr. zemina, piesok, štrk, kamene rôznych frakcií. Z dôvodu veľkých rozmerov a veľkej hmotnosti nemôžu jazdiť po verejných komunikáciách. Nízko položené ťažisko zabezpečuje dobrú stabilitu počas jazdy a vykladania aj v náročných terénnych podmienkach. Špeciálnou výbavou týchto strojov je automatický retardér, ktorý zabraňuje pretočeniu motora, alebo systém sledovania produktivity

práce (kontinuálny vážiaci systém). Na Obr. 5.211 je znázornená štruktúra základných modulov dampra s pevným rámom.



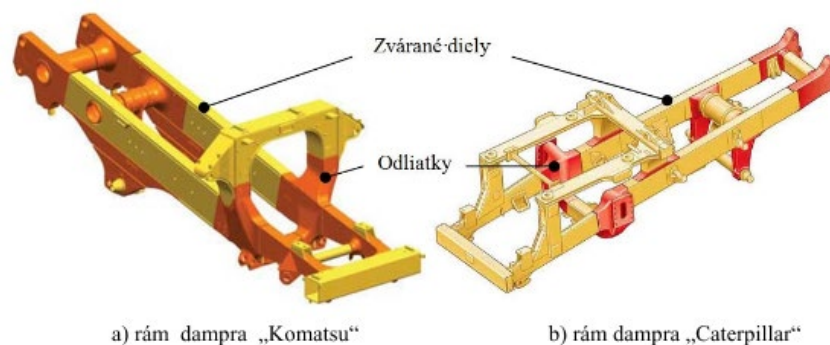
1 – kabína operátora, 2 – hnací agregát, 3 – nosný rám, 4 – predná riadená nepoháňaná náprava, 5 – sklápacia korba, 6 – hydraulický systém, 7 – brzdový systém, 8 – zadná hnaná náprava

Obr. 5.211 Štruktúra základných modulov kolesového dampra s pevným rámom [9]

V súčasnosti výrobcovia ponúkajú kolesové dampre v najväčšej kategórii s nosnosťou do 400 t, výkonom motora do 2 830 kW a s maximálnou prepravnou rýchlosťou do 68 km/h. Tieto stroje sa vyznačujú mohutne dimenzovaným dvojnápravovým podvozkom a otvorenou korbou s prečnievajúcim štítom na ochranu kabíny a hnacieho agregátu.

Rám stroja

Rám stroja tvorí základnú nosnú časť dampra a pozostáva z nosníkov so skriňovými prierezmi pozváranými z plechov, odliatkov alebo výkovkov (Obr. 5.212). Odliatky sú konštruované s veľkými zaobleniami za účelom lepšieho rozloženia napätia vznikajúceho od vonkajšieho zaťaženia stroja. Zvarové spoje sú vyhotovené ako neprerušované s hlboko prevarenými koreňmi, čím sa zvyšuje ich pevnosť v krútení a odolnosť proti únavovému porušeniu.

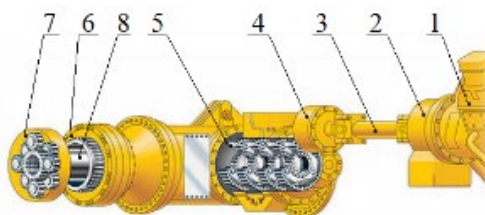


Obr. 5.212 Príklady konštrukcií rámov rôznych výrobcov [9]

Pohon pojazdu

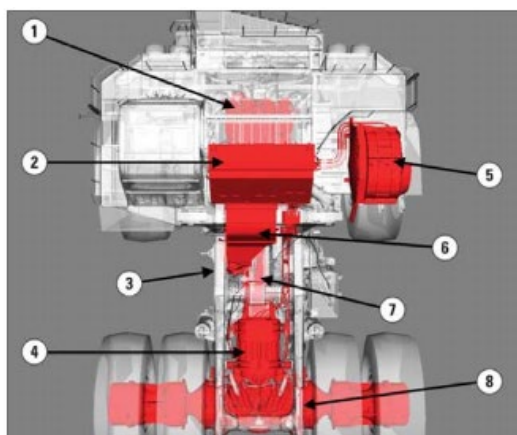
U damprov s pevným rámom sa používa pohon len zadnej nápravy vybavenej tzv. dvojmontážou kolies. U damprov s výkonom do 1 100 kW sa používa hydromechanický pohon, znázornený na Obr. 5.213. U niektorých damprov najvyššej hmotnostnej kategórie sa využíva elektrický pohon. Schéma pohonu dampra pomocou dielelektrického systému je znázornená na Obr. 5.214. Pohon je navrhnutý tak, aby vykazoval čo najmenšie straty vplyvom zohrievania prvkov v elektrickom obvode. Pohon zadnej nápravy je riešený zabudovaným elektromotorom (Obr. 5.215). Zadné aj predné kolesá sú brzdené vnútornými lamelovými brzdami, ktoré sa

ovládajú dvojokruhovým hydraulickým brzdňým systémom s cudzím zdrojom. Súčasťou brzdného systému je aj hydrodynamický retardér alebo motorová brzda.



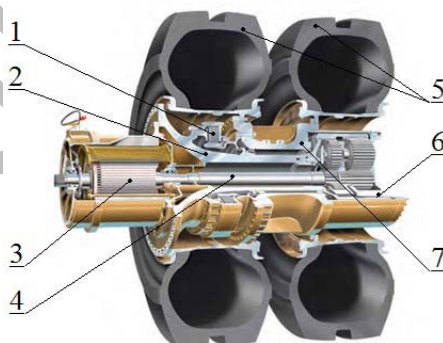
1 – hnací motor, 2 – hydrodynamický menič, 3 – spojovací klbový hriadeľ, 4 – hydrodynamický retardér, 5 – planétová automatická prevodovka, 6 – lamelová brzda, 7 – kolesový planétový reduktor, 8 – spojovací hriadeľ

Obr. 5.213 Hydromechanický pohon zadnej nápravy [9]



1 – spaľovací motor, 2 – menič (elektrický), 3 – dýchadlo, 4 – alternátor, 5 – mriežka, 6 – vzduchové potrubie (chladenie), 7 – hnací hriadeľ, 8 – elektromotory v nábojoch kolies

Obr. 5.214 Konceptia dieselelektrického pohonu [9]



1 – lamelová brzda, 2 – nosný čap (stator), 3 – elektromotor, 4 – hnací hriadeľ, 5 – pneumatikové kolesá, 6 – planétový reduktor, 7 – náboj kolies (otočný)

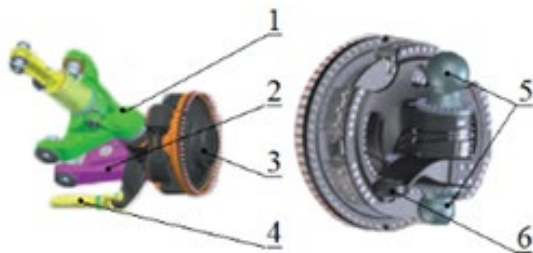
Obr. 5.215 Elektrický pohon zadných kolies [9]

Predná náprava

Predné kolesá majú nezávislé zavesenie odpružené hydropneumatickými vzperami a riadené hydrostatickým servoriadením. U damprov s pevným rámom sa najčastejšie využívajú nasledovné systémy zavesenia prednej nápravy:

- paralelogramové (Obr. 5.216),

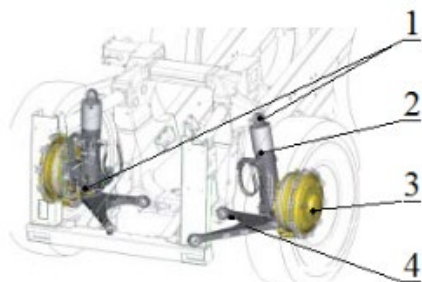
- na vlečných ramenách (Obr. 5.217),
- na trojbodovom závесе (Obr. 5.218),
- na hydropneumatickej vzpere (Obr. 5.219).



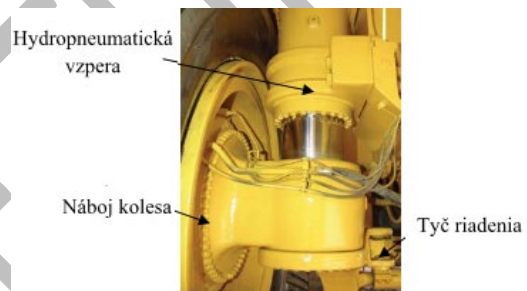
1 – horné rameno, 2 – dolné rameno, 3 – náboj kolesa,
4 – tyč riadenia, 5 – guľové čapy, 6 – rameno riadenia
Obr. 5.216 Zavesenie predných kolies na dvojitom
lichobežníkovom závесе (Liebherr) [9]



Obr. 5.217 Zavesenie predných
riadených kolies na vlečných
ramenách (Hitachi) [9]



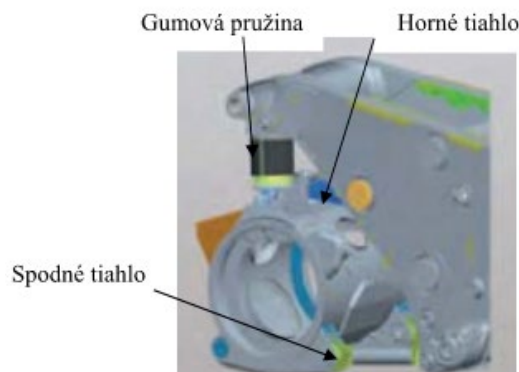
1 – guľový čap, 2 – hydropneumatická vzpera,
3 – náboj kolesa, 4 – rameno závесu
Obr. 5.218 Zavesenie predných riadených kolies
s jedným ramenom a hydropneumatickou vzperou
– zavesenie typu McPherson [9]



Obr. 5.219 Zavesenie predných kolies
na hydropneumatickej vzpere
(Komatsu 960E-1) [9]

Zadná náprava

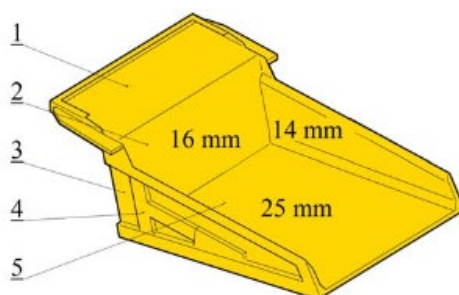
Zadná náprava je tuhá, vybavená dvojicou pneumatík (tzv. dvojmontáž), zavesená na štvorbodovom mechanizme a odpružená gumovými pružinami. (Obr. 5.220).



Obr. 5.220 Uloženie zadnej nápravy [9]

Korba pevných damprov

Korba tvorí dôležitú časť dampra, ktorej konštrukčné riešenie a vyhotovenie vo veľkej miere ovplyvňuje produktivitu práce predovšetkým v kategórii veľkých a stredných damprov. Korba damprov je zvarenec z oteruvzdorných plechov, vystužený obdĺžnikovými profilmi (Obr. 5.221). Dvojitý sklon dna korby v tvare V zaručuje optimálne rozloženie nákladu. Pri nízkych teplotách môže dochádzať k namrzaniu materiálu na korbu a čas vyprázdňovania korby sa tým predlžuje, čo znižuje produktivitu práce. Na zamedzenie tohto nežiadajúceho javu, bývajú vytvorené v telese korby kanály, ktorými prúdia teplé výfukové plyny vyhrievajúce povrch korby, čím sa zabráňuje primrzaniu zeminy na korbu. Tvar korby umožňuje tiež väčší uhol sklopenia a tým aj ľahšiu vykládku materiálu. Nízka výška bočníc korby umožňuje nakladať dampre aj menšími strojmi. Medzinárodná norma STN ISO 6483 špecifikuje postup pre účely určovania približného objemu typických materiálov, ktoré sú prevážané v korbách damprov. V technickej dokumentácii výrobcovia uvádzajú zarovnaný objem korby a objem s navršením so sklonom 1:2.

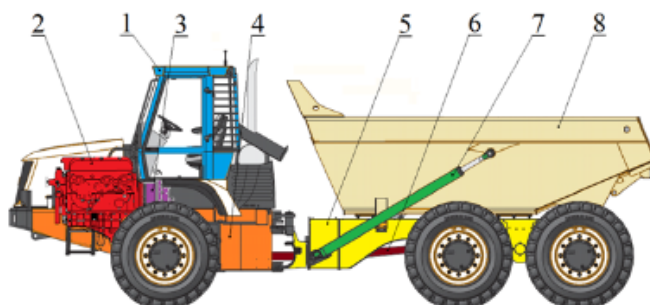


1 – ochranný štít, 2 – čelo, 3 – bočnica, 4 – systém výstuh, 5 – dno korby

Obr. 5.221 Konštrukcia a hrúbka použitých materiálov korby dampra [9]

Kĺbové dampre (articulated frame dumper)

Kĺbové dampre s dvomi, tromi, až štyrmi nápravami s nosnosťou do 50 t, so stálym pohon všetkých kolies a kĺbovým systémom riadenia dosahujú vynikajúce jazdné vlastnosti aj v náročných terénnych podmienkach. Korba dampra má obyčajne malú výšku z dôvodu jednoduchšieho nakladania materiálu prostredníctvom mobilných pracovných strojov ako sú nakladače a rýpadlá. Tiež to zabezpečuje lepšiu stabilitu stroja pri nízko položenom ťažisku. Vďaka nízkemu mernému tlaku na podložku dosahujú kĺbové dampre vysokú produktivitu práce aj v extrémnych podmienkach. Kĺbový rám umožňuje veľmi dobré manévrovacie schopnosti s malými polomerami zatačania.



1 – kabína obsluhy, 2 – hnací agregát, 3 – prevodovka, 4 – predný rám, 5 – zadný rám,
6 – hnacie hriadele, 7 – hydromotory zdvihu korby, 8 – korba

Obr. 5.222 Štruktúra modulov kĺbového dampra [9]

Výhody kĺbových damprov:

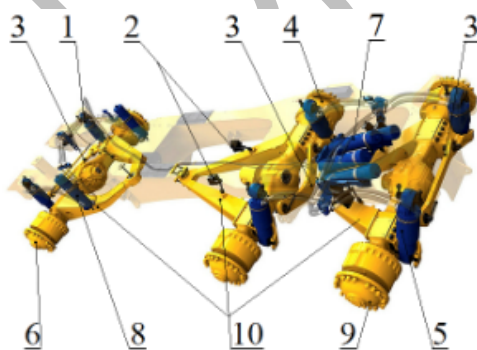
- Nižšie riziko prevrátenia na svahoch pri vysýpaní;
- Schopnosť rozsýpať materiál za jazdy (ak je stroj vybavený pohyblivým čelom);
- Vysýpanie z korby znižujúce riziko kontaktu s prekážkami (elektrické vedenie, mosty, atď.);
- Dokonalé vysýpanie akéhokoľvek materiálu bez jeho zachytávania na stenách korby;
- Vysýpanie a spätný chod čela možno vykonávať bez spomalenia.

Nevýhody kĺbových dŕamprov:

- Vylúčenie niektorých druhov materiálov z prepravy, ako napr. veľké skaly, balvany, ktoré po vŕklinení medzi bočnú stenu a vytlačacie čelo korbu poškodja;
- V zimnej prevádzke vlhký prepravovaný materiál môže primŕzať ku korbe;
- Poškodené čelo bráni jeho vysunutiu a vysýpaniu materiálu.

Podvozok kĺbových dŕamprov

Podvozok je časťou modulovej konštrukcie a tvorí základnú nosnú platformu dŕampra umožňujúcu jeho využitie v ťažkom teréne aj v tých najnáročnejších prevádzkových podmienkach. Typickým predstaviteľom moderných podvozkov je úplne odpružený podvozok (FS – Full Suspension) so systémom váženia nákladu (firma VOLVO), Obr. 5.223. Princíp odpruženia spočíva v tom, že každé koleso má vlastný hydraulický tlmič a všetky sú spojené s batériou dusíkových akumulátorov, v ktorých tlak pulzuje s frekvenciou niekoľko málo stotín sekundy v rozsahu 1,5 až 5 MPa. Každý valec je autonómny, čím je vylúčený jeho vplyv na ostatné valce. Senzory registrujú zaťaženie korby, na základe čoho sa spätne nastaví tuhosť odpruženia. Pre každý prípad zaťaženia je vytvorený voľný priestor pre odpruženie kolies. Tento systém lepšie absorbuje nárazy, menej namáha podvozok a vozidlo môže dosiahnuť vyššie prepravné rýchlosti.



1 – predné hydraulické tlmiče, 2 – snímače zaťaženia, 3 – priečna (Panhardská) stabilizačná tyč,
4 – stredná náprava, 5 – zadné tlmiče, 6 – predná náprava, 7 – akumulátory, 8 – predná náprava,
9 – zadná náprava, 10 – vlečné ramená

Obr. 5.223 Plne odpružený podvozok firmy Volvo (A 40 E) [9]

Základnou nosnou časťou týchto dŕamprov je kĺbový rám. Predná aj zadná časť rámu sú zvaranej konštrukcie so základnými pozdĺžnymi a priečnymi nosníkmi uzavretého profilu, pričom zložitejšie prechodové časti sú vytvorené z odliatkov alebo výkovkov. Obidve časti rámu sú spojené kĺbom s dvomi stupňami voľnosti (Obr. 5.224). Centrálny čap kĺbu je dimenzovaný ako dutý, na zabezpečenie prechodu kĺbového hriadeľa pohonu pojazdu zadných náprav (Obr. 5.225). Zalamovanie rámu zabezpečujú dva priamočiare hydromotory paralelne zapojené do

hydraulického systému riadenia. Na pohon slúžia prevažne vznetové motory so systémom vstrkovania „common rail“ s elektronickou reguláciou, čo zabezpečí dobrý pomer výkonu a spotreby paliva. Hnací moment sa z motora prenáša na nápravy prostredníctvom automatickej planétovej prevodovky, ktorá radí jednotlivé rýchlostné stupne pod záťažou bez straty výkonu. Prevodovka má najčastejšie 8 prevodových stupňov, 6 pre jazdu vpred a 2 pre jazdu vzad. Všetky dampre sú štandardne vybavené uzávierkou medzinápravového diferenciálu, ktorý je možné ovládať za jazdy a samosvornými diferenciálmi jednotlivých náprav. Nápravy damprov sú výkyvné, odpružené a tlmené pneumacko-hydraulickým systémom s dusíkovým akumulátorom. Pomerné zaťaženie nápravy je rozdielne u strojov s prázdnu a plnou korbou. U prázdnych damprov na prednú nápravu pripadá priemerne 55 % z prevádzkovej hmotnosti stroja. U plných damprov na prednú nápravu pripadá priemerne 31 % z celkovej hmotnosti stroja. Kĺbové dampre sú vybavené viacotúčovými brzdami uloženými v olejovom kúpeli. Brzda je trvalo uzavretá a chránená pred nečistotami, poškodením, trvalo chladená olejom, chráni prevodovku pred brzdiacimi rázmi a je dimenzovaná na celú dobu životnosti stroja.



Obr. 5.224 Predná a zadná časť kĺbového rámu [9]



Obr. 5.225 Kĺbové spojenie prednej a zadnej časti rámu [9]

Korba kĺbových damprov

V súčasnosti môžeme rozdeliť kĺbové dampre podľa použitej korby na dva typy:

- dampre s výklopnou korbou (Obr. 5.226),
- dampre s korbou s posuvnou stenou (Obr. 5.227).

Korba kĺbových damprov podobne ako aj u strojov s pevným rámom je otvorená nádoba vyhotovená ako zvarenec z profilovaných plechov vyššej pevnosti. Špecifickým typom korby je korba s pohyblivou prednou stenou, ktorá umožňuje postupné vyprázdňovanie korby aj počas jazdy. Vytlačanie zabezpečuje viacdielny priamočiary hydromotor.



Obr. 5.226 Kľbový damper s výklopnou korbou [9]



Obr. 5.227 Kľbový damper s vytláčaným predným čelom [9]

Vlečené dampre

Samostatnú skupinu predstavujú dampre, ktoré nemajú vlastnú hnaciu jednotku, ale pripájajú sa k ťažnému vozidlu. Podľa spôsobu pripojenia k ťažnému stroju rozoznávame dva typy vlečených damprov:

- návesné (pripájajú sa k ťahaču),
- prívesné (najčastejšie sa pripájajú k traktorom).

Návesné dampre - pripájajú sa za ťahač a sú efektívne hlavne pri preprave na dlhšie trasy (Obr. 5.228). Vyklápanie návesových damprov je najčastejšie riešené viacstupňovým priamočiarym hydromotorom, ktorý je upevnený v mieste pripojenia návesu na ťahač, z dôvodu lepšieho rozloženia zaťaženia podvozku dampra. Tieto dampre sú určené prevažne na prepravu po spevnených komunikáciách, čo sa prejavuje aj na nosnej konštrukcii dampra. Na Obr. 5.229 je znázornený účelový návesný damper špeciálnej koncepcie, s tzv. kónickou korbou s výklopným dnom. Nevýhodou týchto damprov je veľký rázvor medzi návesom a ťahačom, čo veľmi obmedzuje manévrovateľnosť súpravy a prejazd po nespevnených vozovkách.



Obr. 5.228 Návesný damper s dlhou korbou [9]



Obr. 5.229 Návesný damper s kónickou korbou s výklopným dnom [9]

Prívesné dampre - sú to dvoj alebo trojnápravové dampre vybavené ťažným ojom na pripojenie k poľnohospodárskym nosičom. Na Obr. 5.230 je znázornený prívesný damper s veľkoobjemovou korbou, ktorý je určený na prepravu krmovín (senáže, siláže).



Obr. 5.230 Prívesný damper s veľkoobjemovou korbou [9]

Pásové dampre - v praxi sa môžeme ojedinele stretnúť aj s damprami na pásovom podvozku, určenými pre špecifické pracovné podmienky nasadenie, s nosnosťou až 20 t. Pásové dampre sa spravidla produkujú v menších veľkostných skupinách. Rozdeľujeme ich podľa konštrukcie výklopnej nadstavby na:

- pásové dampre s otočnou nadstavbou (Obr. 5.231),
- pásové dampre s neotočnou (pevnou) nadstavbou (Obr. 5.232).

Otočná nadstavba pásového dampra umožňuje vyložiť materiál na požadovanom mieste aj v extrémne neprístupných podmienkach, pre ktoré sú tieto stroje účelovo konštruované. Dampre s neotočnou nadstavbou zase disponujú jednoduchšou konštrukciou a často sú postačujúcou alternatívou na požiadavky používateľov, hlavne pri realizácii dopravy na stavbách ak umožňujú ich dovybavenie alternatívnymi nadstavbami.



Obr. 5.231 Pásový damper s otočnou nadstavbou (Hitachi EG 110 R) [9]



Obr. 5.232 Pásový damper s neotočnou (pevnou) korbou [9]

Kompaktné dampre

Sú to terénne mobilné stroje s kĺbovým alebo pevným rámom s hydrostatickým pohonom. Systém pohonu zabezpečuje vynikajúcu pohyblivosť a priechodnosť stroja v ťažkom blatistom alebo skalnatom teréne a tiež dobrú manévrovosť v úzkych mestských uličkách. Možno ich rozdeliť podľa použitého podvozkového systému na:

- *Kompaktné dampre na kolesovom podvozku:*
 - s kĺbovým rámom,
 - s pevným rámom;
- *Kompaktné dampre na pásovom podvozku.*

Bezpečnosť obsluhy pri menších damproch zabezpečuje zväčša ochranný rám so striedkou, pri väčších odmontovateľná kabína, spĺňajúce požiadavky noriem FOPS a ROPS. Tieto stroje sú konštruované do hmotnosti max. 10 t. Na Obr. 5.233 sú znázornené príklady takýchto strojov na kolesovom podvozku s kĺbovým rámom a s čelnou a otočnou korbou umiestnenou v prednej časti stroja. Kompaktné dampre na pásovom podvozku nižších kategórií hmotností sú konštruované ako stroje s tzv. kráčajúcou obsluhou (Obr. 5.234).



a) s nízko sklopnou korbou



b) s otočnou korbou

Obr. 5.233 Kompaktné dampre na kolesovom podvozku s kĺbovým rámom [9]



Obr. 5.234 Kompaktné dampre na pásovom podvozku [9]

Použitá literatúra

- [1] Lešinský, J.: Podmienky pre automobilizáciu Slovenska, In: Profi auto, 12/2007, s. 24-25. Vydavateľ: Lucy media, s.r.o. Bratislava, Tlač: Neografia a.s., Martin. ISSN 1336-7439.
- [2] Bukoveczky, J., Gulán, L., Zajacová, Ľ.: Determination of Size Sequence of Mobile Working Machines. Machine Design: Monograph on the occasion of 47 th anniversary of the Faculty of Technical Sciences, (187-190 p.) UNSFTS Novi Sad, 2007, ISBN 978-86-7892-038-7.
- [3] Gulán, L.: Modulárne projektovanie mobilných pracovných strojov, Vyd. STU v Bratislave, 2000, ISBN 80-227-1397-X.
- [4] Kunze G., Göhring H., Jacob K.: Baumaschinen, Erdbau - und Tagebaumaschinen. Viewag 2002, ISBN 3-528-06628-8.
- [5] Fries, J.: Zemní stroje, vyd. VŠB TU Ostrava, 2010, 202 s., ISBN 978-80-248-2567-0.
- [6] Balovjev V.I.: Modelirovanie processov vzaimodejstvija so sredoj rabočich organov dorozno-strojitel'nyh mašin. Vyššaja škola (335 str.), Moskva 1981.
- [7] Vetrov Ju.A.: Rezanie gruntov zemlerojnymi mašinami. Mašinostrojenie, Moskva 1971
- [8] Chmara L.A. , Korotnik.V.B. : Kopanie gruntu bul'dozernymi rabočimi organami s vystupajuščimi nožami. Stroitel'nye i doroznye mašiny, 8/1993 (str. 14 – 17).
- [9] Mazurkievič, I., Gulán, L., Izrael, G.: Mobilné pracovné stroje, STU Bratislava, 2013, 301 s., ISBN 978-80-227-3968-9.