

Obsah	1
0 Úvod	3
1 Přehled o současném stavu	6
1.1 Pozemní komunikace.....	7
1.1.2 Polní cesty.....	7
1.1.2.1 Součásti polních cest	9
1.1.2.2 Objekty a křižovatky.....	10
1.1.2.3 Stavebně-technické zásady návrhu polních cest	10
1.1.3 Lesní cesty.....	10
1.2 Druhy silničních vozidel a jejich základní konstrukce podvozku.....	12
1.2.1 Přípojná vozidla.....	14
1.2.2 Návěsy.....	14
1.2.3 Traktory.....	14
1.2.4 Karoserie vozidel.....	15
1.2.5 Rám vozidla.....	15
1.2.6 Hmotnosti vozidel.....	16
1.3 Zhutňování povrchů vozovek.....	16
1.3.1 Ochrana před zhutněním půdy.....	17
1.4 Pneumatiky.....	18
1.4.1 Technické parametry pneumatik.....	25
1.4.2 Konstrukce diagonální pneumatiky.....	30
1.4.3 Konstrukce radiální pneumatiky.....	31
1.4.4 Značení pneumatik.....	32
1.4.5 Plocha otisku pneumatik	34
1.4.6 Vliv zvyšování hmotnosti vozidel na polní a lesní cesty.....	35
2 Metodický postup	37
2.1 Zjištění styčných ploch pneumatik.....	37
2.1.1 Zjištění styčných ploch pneumatik výpočtem z katalogu pneumatik	37
2.1.2 Zjištění styčných ploch pneumatik praktickým měřením.....	38
2.2 Výpočet středního kontaktního tlaku.....	38

2.3 Zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení a průjezdnosti kruhovým obloukem.....	39
3 Experimentální část.....	41
3.1. Analýza vybrané technické a konstrukční parametry mechanizace.....	41
3.1.1 Analýza základních parametrů vybraných strojů.....	42
3.1.2 Analýza základních konstrukčních parametrů vybraných strojů.....	46
3.1.3 Analýza základních konstrukčních parametrů pneumatik, které jsou používány vybrané mechanizace.....	47
3.1.4 Styčná plocha otisku.....	48
4 Syntetická část.....	51
4.1 Obecná doporučení pro konstrukci a navrhování prvků polních a lesních cest.....	51
4.1.1 Kolejový způsob zpevnění vozovky.....	51
4.1.2 Šířka vozovky.....	52
4.1.3 Výhybny.....	53
4.1.4 Poloměry zatáček.....	53
4.1.5 Rozšíření vozovky ve směrovém oblouku.....	55
4.1.6 Rozměry křižovatek a odboček.....	55
4.1.7 Únosnost vozovek.....	56
4.1.8 Stavební prvky cest (mostky).....	57
4.1.9 Obratiště.....	57
5 Závěr.....	61
6 Přehled literatury.....	65

Poděkování

0 Úvod

Anglický františkánský filosof Roger Bacon v epištole *De nullitate magia* poznamenal: „Jsou tři věci, které činí lidstvo velikým. Je to úrodná půda, pracovitý národ a možnost snadné dopravy osob a zboží z místa na místo.“

S rozvojem výrobní činnosti spojené se zemědělstvím začala doprava nabývat na významu. V některých případech se stala doprava součástí výroby, například při těžbě a zpracování dřeva. Po zavedení chovu dobytka a zemědělství se začala projevovat společenská dělba práce. Při přebytku výrobků docházelo ke směně mezi kmeny pasteveckými a zemědělskými. To vyžadovalo zlepšení způsobů a prostředků dopravy. Je známo, že již ve 3. až 2. tisíciletí př.n.l. na území Evropy byly dopravovány nerostné suroviny (měď, zlato, železo, olovo, jantar, tyrkys apod.) na vzdálenosti tisíce kilometrů.

Podíváme-li se do historie dopravy a zároveň posoudíme současný stupeň vývoje v oblasti dopravních prostředků, zjistíme, že dějiny naší civilizace byly vždy spjaty s rozvojem dopravy. Lze konstatovat, že doprava má i velký podíl na vývoji člověka a civilizace. Bez dopravy by bylo velmi obtížné realizovat uspokojování potřeb člověka. Rozvoj suchozemské dopravy urychlil především vynález kola. Nejstarší zmínky o vozech jsou ze 4. tisíciletí př.n.l. z Mezopotámie. Nejstarším dochovaným dopravním prostředkem na kolech je dvoukolový vozík, který byl opatřen plnými dřevěnými koly, která se otáčela na dřevěné ose. Kola nebyla ještě na obvodu ničím zpevněna, proto si po poměrně krátké jízdě nezachovávala pravidelný kruhový tvar. Docházelo k poškozování (vytloukání) dřeva po obvodě, rozlamování kola a k rychlému opotřebení těchto kol. Tento vozík sloužil zřejmě kultovním účelům v době kolem roku 2000 př.n.l..

Pozemní komunikace (cesty) odjakživa patřily k životu lidí. V době bronzové a železné to byly převážně obchodní stezky. Ve středověku se síť obchodních cest zahustila spojnícemi mezi jednotlivými usedlostmi, osadami, hrady a tvrzemi. Pokud se pozorně podíváme na mapu z roku 1900, zjistíme, že byla protkána velmi hustou sítí cest. Z tohoto počtu jich zůstalo dnes k používání přibližně 20%. V dávných dobách (období laténské, římsko-provinciální a období stěhování národů) se obchodní cesty klikatily podle terénu, aby se vyhnuly prameništím, rozbahněným místům, trvalým i dočasným mokřinám, zaplavovaným údolím podél potoků a také místům s obtížnými srázy. Procházely po úbočích, obcházely vrcholky po vrstevnicích, aby nemusela být zdolávána převýšení, která odebírala lidem a zvířatům energii. Cesty obcházely vzrostlé lesy, protože by mohly po vichřicích

nastat problémy s překonáváním polomů. Cesty mířily do míst, kde byl vhodný brod a to nejen v případě řek, ale také potoků, podél nichž byly široké nivy s obtížnou průchodností. Po prudkých deštích byly cesty rozbahněny a putující obcházeli taková neschůdná místa a vytvářeli tak další nové trasy (soumaři s prosticemi hallstattské soli). Některé cesty se změnily v erozní rýhy nebo kamenitá koryta, protože nikdo neřešil jejich odvodnění. Vzhledem k bezpečnosti při pohybu byly dále nepoužitelné. Vznikly podél nich další nové cesty se snazší průchodností, ale zase pouze dočasné, protože se opět nikdo nezabýval regulací odtoku vody z cest. Dnes velmi těžko odhadneme, kudy cesty vedly před 3500 lety, protože po nich dnes nejsou žádné pozůstatky, protože je „příroda pohltila“. Nenalezneme ani cesty, které byly používány před 150 lety, protože se staly součástí zemědělských a lesnických produkčních pozemků (Celjak, I.: Údržba ploch účelových komunikací a jejich okolí, Komunální technika, 6/2008, ISSN 1802-2391, s.22-27).

Dnešní zemědělská a lesnická mechanizace je větší, těžší a výkonnější. Vysoká výkonnost je využívána při dopravě větších nákladů (vysoká hmotnost nákladů). Tyto stroje, ale negativně působí na zhutňování půdy. Tlak na půdu je závislý na tíze a na ploše pneumatik. Z toho vyplývá, že dnešní stroje musejí mít větší pneumatiky nebo více náprav, aby se jejich hmotnost rozložila na co největší ploše.

Polní a lesní cesty jsou namáhané touto mechanizací při přejezdech na pracoviště a při odvozu dříví z lesa. Dnes jsou polní a lesní cesty využívány také jako cyklistické a turistické stezky. Tyto cesty se upravují pomocí asfaltového povrchu nebo přidáváním různých pojiv do povrchových vrstev.

Velikost plochy otisku je závislá na rozměrech pneumatik zejména pak na šířce pneumatik. Plocha pneumatik se zvětšuje větší pneumatikou nebo tzv. dvojmontáží. Z ekonomických a konstrukčních důvodů jsou levnější široké pneumatiky než užší pneumatiky ve dvojmontáži.

Použitím nevhodně zvolených pneumatik nebo použití pneumatik v nevhodném prostředí, dochází snadněji k defektům a průrazům pneumatik. Tyto opravy jsou ekonomicky náročné a mnohdy se musí pneumatika vyměnit za novou.

Cílem této práce je provést analýzu podvozků zemědělské a lesnické mechanizace z hlediska působení na konstrukční prvky polních a lesních cest. V posledních letech došlo k výrazným změnám v konstrukcích mobilních energetických a dopravních prostředků. Zvýšila se hmotnost mechanizace, zvětšila šířka podvozků, zvýšil se rozvor kol a došlo ke změnám v konstrukci pneumatik. Tyto faktory významně ovlivňují problematiku vazby mezi

mechanizací a podložkou. Je potřebné zpracovat obecná doporučení pro konstrukci polních a lesních cest na základě analýzy podvozků moderních dopravních prostředků.

1 Přehled o současném stavu

Je obtížné přesné určení doby, kdy se začalo používat poprvé ve světě kolo jako součást vozu, protože vzhledem k nízké životnosti materiálu kola v jeho počátcích, se archeologům nedochovalo. Kolo se zřejmě vyvíjelo postupně z kmenů podkládaných pod těžká břemena. Některé prameny uvádějí, že kolo bylo používáno u sumerského válečného dvoukolového vozu z 27. až 26. století př.n.l..

Užívání vozů s koly vedlo k sestrojení postrojů k záprahu zvířat. Primitivní postroje umožňovaly využití tažné síly zvířat velmi nedokonale. Často to byly provazce, upevněné k rohům dobytčat. V polovině 3. tisíciletí př.n.l. začali Asyřané používat jako tažných zvířat koní. Nejprve byli koně zapřaháni do vozů do jha upevněného kolem koňského krku, tedy stejným způsobem jako dobytek. První prsní popruh byl vynalezen stepními národy v Mongolsku, odkud se rozšířil do Číny, kde byl později zdokonalen a vznikl chomout, který již plně umožnil využít tažné síly zvířat. Číňané také zavedli oj při tažení vozů zvířaty.

Lze říci, že využití tažné síly zvířat bylo přelomem v dějinách techniky, který základním způsobem ovlivňoval pozemní dopravu až do 19. století.

V minulém století vznikly moderní cesty, které vedou po trasách, kde dříve cesty nebyly. Jsou vedeny pokud možno po přímkách tak, aby byly vzdálenosti mezi objekty co nejkratší. To s sebou přináší mnohé problémy jednak s jejich výstavbou, ale především s jejich údržbou. Podle Zákona 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích a Vyhlášky 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, jsou pozemní komunikace kategorizovány podle svého určení, dopravního významu, stavebně technického vybavení do kategorií dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace. Účelové komunikace slouží ke spojení jednotlivých objektů nebo ke spojení těchto objektů s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Mohou však plnit i jinou dopravní funkci, jako například cyklistických stezek, cest pro hypoturistiku, cest pro pěší a podobně. V četných případech slouží pro více účelů a měly by být konstruovány pro předpokládanou zátěž z hlediska jejich využívání. Na tento požadavek reagují i příslušné normy, například pro polní cesty je to ČSN 73 6109 Projektování polních cest, resp. ČSN 73 6108 Lesní dopravní síť nebo ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací (Celjak, I.: Údržba ploch účelových komunikací a jejich okolí, Komunální technika, 6/2008, ISSN 1802-2391, s.22-27)

1.1 Pozemní komunikace

Pozemní komunikace je dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.

Kategorie pozemních komunikací:

- dálnice
- silnice
- místní komunikace
- účelová komunikace

Účelová komunikace je pozemní komunikace, která slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí podle potřeby vlastníků těchto nemovitostí, pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Příslušný silniční správní úřad může na návrh vlastníka účelové komunikace a po projednání s příslušným orgánem Policie ČR upravit nebo omezit veřejný přístup na účelovou komunikaci, pokud je to nezbytně nutné k ochraně oprávněných zájmů tohoto vlastníka. Účelová komunikace je i pozemní komunikace v uzavřeném prostoru nebo objektu, která slouží potřebě vlastníka nebo provozovatele uzavřeného prostoru nebo objektu (Málek - Celjak: Nový katalog vozovek polních cest).

1.1.2 Polní cesty

Polní cesty mají v krajině zejména tyto hlavní účely:

- zajištění přístupnosti všech pozemků pro všechny zemědělské subjekty hospodařící v daném území
- pojezd mechanismů pro veškeré agrotechnické operace, hustota, únosnost i kvalita povrchu musí odpovídat zátěži
- příkopy u polních cest mohou tvořit přirozené přerušení povrchového odtoku vody ze srážek, a tím pozitivně ovlivnit erozní procesy na zemědělské půdě
- zeleň podél polních cest má význam krajino tvorný, může plnit funkci biokoridorů, případně ochrany proti větrné erozi
- napojení na silnice, místní komunikace, lesní dopravní síť, popř. na další účelové komunikace

Polní cesta je účelovou komunikací, která slouží k dopravě z přilehlých pozemků a na ně. Někdy může sloužit i jiné dopravě, případně i více uživatelům. Pak jde o komunikace víceúčelové (polní cesty spojovací nebo příjezdové).

Cesta spojovací je polní cesta, která spojuje zemědělské usedlosti, sklady nebo samostatné výrobní objekty v jedné obci nebo ve více obcích.

Cesta příjezdová je polní cesta, která spojuje zemědělské farmy se silnicemi nebo místními komunikacemi.

Polní cesty se dělí dle účelu na:

- polní cesty hlavní, které soustřeďují dopravu z polních cest vedlejších, jsou napojeny na místní komunikace nebo na silnice III. třídy
- polní cesty vedlejší, které podchycují dopravu z přilehlých pozemků nebo farem, jsou napojeny na polní cesty hlavní
- polní cesty dočasné, které vytvářejí sezónní komunikační propojení v rámci půdních celků vlastníka



Obrázek 1 Polní cesta

Prostorové řešení trasy polní cesty

Trasa polní cesty má být vedena v co nejprímějším směru a její niveleta volena tak, aby zemní práce pro konstrukci vozovky byly co nejmenší.

Trasa má být navržena tak, aby:

- zajistila stejnosměrnou, plynulou a bezproblémovou jízdu
- v celé délce trasy byla zajištěna délka rozhledu pro zastavení
- na dvoupruhových hlavních cestách byla přiměřeně k charakteru dopravy a významu cesty zajištěna délka rozhledu pro předjíždění

Směrové oblouky se volí nejčastěji kruhové, výjimečně kruhové s přechodnicemi nebo kruhové složené.

Poloměr kruhového oblouku se volí co nejmenší, minimální poloměr kruhového oblouku se určí dle vztahu

$$R = 0,25 \cdot V/p \quad [\text{m}]$$

R - poloměr kruhového oblouku [m]

V - návrhová rychlost [km.h⁻¹]

p - dostředný sklon vozovky ve směrovém oblouku [%]

Minimální sklon nivelety se z důvodu odvodnění vozovky doporučuje u nezpevněné vozovky 2,0%, u zpevněné vozovky 0,5%.

1.1.2.1 Součásti polních cest

Odvodnění polních cesty se navrhuje tam, kde je třeba zachytit a odvést vodu k zabezpečení tělesa polní cesty nebo okolních pozemků před účinky podmáčení a k ochraně před vodní erozí. Podélné odvádění se provádí podélnými příkopy, rigoly nebo trativody .

Podélné příkopy se navrhují u polních cest s celoroční provozuschopností, podle příčného sklonu vozovky a podle umístění terénu buď jednostranné, nebo oboustranné, u cesty v náspu je možno příkopy vypustit. Rigoly se navrhují ve stíněných místech trasy a v zářezích pro úsporu výkopů. Navrhují se zpevněné z tvárnic, betonu, dlaždic apod. V místech, kde je třeba odvodnit těleso komunikace nebo pláň a nelze vybudovat podélný příkop, lze navrhnout podélný trativod z trubek. Voda z podélného odvodnění se odvede buď otevřeným příkopem nebo kanalizací do nejbližší vodoteče. Výhybny se zřizují u jednotlivých polních cest, u nichž se navrhuje doprava v obou směrech. Umísťují se podle potřeby v dohledných vzdálenostech. Výhybna se navrhuje délky 20 m, šířky takové, aby celková šířka vozovky v místě výhybny byla 6 m (Krajinné inženýrství Praha 1998).

1.1.2.2 Objekty a křižovatky

Objekty jsou součástí polních cest, které zajišťují určité funkce při jejím využívání. Hlavní objekty tvoří mostky, propustky, hospodářské přejezdy, případně brody.

Křížení polních cest musí být navrhováno s ohledem na dostatečný rozhled na obou komunikacích. Při vjezdu polní cesty na státní silnici nebo místní komunikaci musí být zajištěno bezprašné napojení v délce 20 m od silnice. (Krajinné inženýrství Praha 1998).

1.1.2.3 Stavebně-technické zásady návrhu polních cest

Polní cesty se navrhují na celoroční provozuschopnost nebo na sezónní provozuschopnost. Nezpevněné polní cesty se navrhují pouze jako vedlejší polní cesty, kde je malé dopravní zatížení. Pro konstrukci vozovky se využívá místní materiál z trasy cesty, který je možno doplnit zeminou vhodné zrnitosti. povrch nezpevněných komunikací se zpravidla osévá vhodnou travní směsí. V území se sníženou únosností podloží je možno provést sanaci podloží buď zpevněním zemní pláň, např. zaválcováním drceného kameniva, nebo vhodnou stabilizací zemin (mechanické zpevnění, vápenná nebo cementová stabilizace). (Krajinné inženýrství Praha 1998).

1.1.3 Lesní cesty

Lesní cesta je účelovou komunikací se zpevněnou popřípadě i s nezpevněnou vozovkou, která je součástí lesní dopravní sítě, určená k odvozu dříví, dopravě osob a materiálu pouze v zájmu vlastníka lesa a pro průjezd speciálních vozidel. Umožňuje bezpečný celoroční nebo sezónní provoz.

Lesní cesty se dělí podle:

- dopravní důležitosti a účelu
- prostorového uspořádání.

Podle dopravní důležitosti a účelu se lesní cesty člení na :

- Lesní cesty 1. třídy - 1L: odvozní cesty umožňují svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční odvoz návrhovým vozidlem
- Lesní cesty 2. třídy - 2L₁: odvozní cesty se sezónním až trvalým provozem, jsou opatřeny jednoduchou vozovkou s prašným povrchem.
- Lesní cesty 2. Třídy - 2L₂: odvozní cesty se sezónním provozem, nezpevněné. Vyskytují se pouze na únosných podložích.
- Lesní cesty 3. Třídy - 3L: vyvážecí a přibližovací cesty sjízdné pro traktory, speciální vyvážecí a přibližovací prostředky. V příznivých podmínkách je možný přejezd terénních vozidel.
- Lesní cesty 4. Třídy - 4L: přibližovací cesty a přibližovací linky, které slouží k soustředování vytěženého dřeva z porostu nebo části porostu. Minimální šířka koruny 1,5 m bez technické vybavenosti.
- lesní stezky: se navrhuje s parametry vyhovujícím účelu, kterému mají sloužit (např. cyklistické nebo jezdecké stezky).
- lesní pěšiny: se navrhuje s maximálním využitím současných tras chodníků a tak, aby podchytávaly turisticky zajímavá místa v oblasti

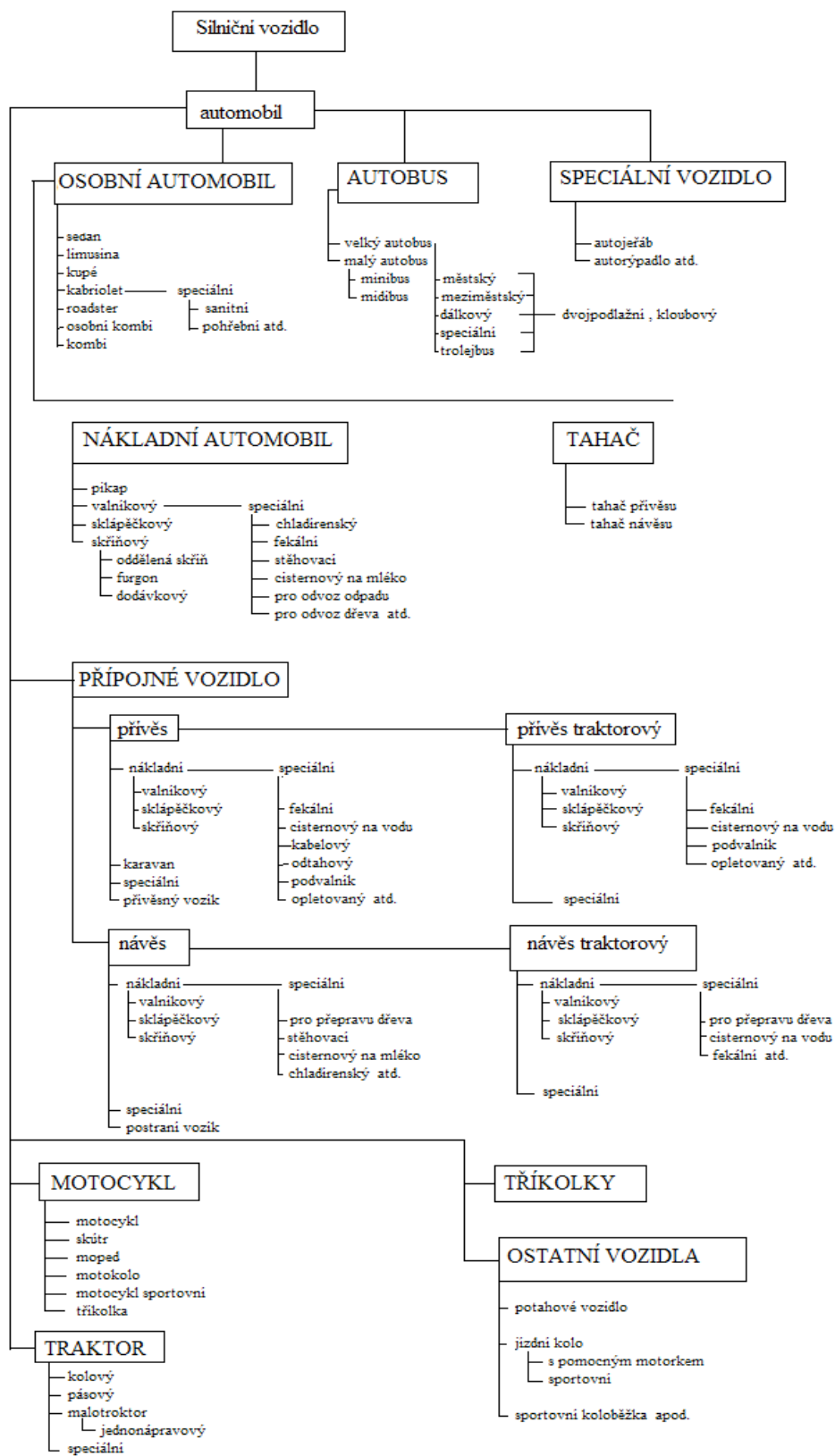
(www.uhul.cz).



Obrázek 2 Lesní cesta

1.2 Druhy silničních vozidel a jejich základní konstrukce podvozku

Názvy a definice základních druhů silničních vozidel stanovuje norma ČSN 30 0024 a vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb.



Obrázek 3 Rozdělení silničních vozidel

1.2.1 Přípojná vozidla

Přípojná vozidla tvoří přívěsy a návěsy.

Přívěs nákladní je přípojně vozidlo určené k provozu na pozemních komunikacích, používané pro přepravu nákladu, které nemá vlastní zdroj pohonu a zpravidla nemá hnací nápravu a je určeno k tomu, aby bylo taženo některým druhem motorového vozidla, u něhož jen nepodstatná část jeho celkové hmotnosti je přenášena na tažné vozidlo. (Stavba motorových vozidel, Brno 2003)

1.2.2 Návěsy

Návěs nákladní je přípojně vozidlo, určené k provozu na pozemních komunikacích, používané jen pro dopravu nákladu, které nemá vlastní zdroj pohonu a zpravidla nemá hnací nápravu, u něhož se podstatná část jeho celkové hmotnosti přenáší na tahač. (Stavba motorových vozidel, Brno 2003)

1.2.3 Traktory

Tradičně se používá koncepce samonosné konstrukce, kdy na motor je našroubována převodovka na převodovku pak rozvodovka. Obojí jsou vzhledem k přenášeným výkonům poměrně masivní odlitky. Z boků na rozvodovku jsou přišroubovány další odlitky, ve kterých je většinou umístěn redukční převod, kterými je přiváděn kroutící moment na zadní kola.

Z převodovky je kardanovým hřídelem přiváděn kroutící moment na přední nápravu.

Na zadní straně rozvodovky je zadní vývodový hřídel pro pohon zemědělských strojů a přípojovací obrazec pro nosič dalších agregačních prvků, jako hubice pro připojení přívěsu, návěsu, tažná koule apod. Rovněž je zde zadní tříbodový závěs, hydraulicky ovládaný mechanismus se třemi upevňovacími body.

Na přední části motoru je přišroubován nosič přední nápravy. Na tomto odlitku je umístěna náprava, kterou dnes většinou dodávají specializovaní výrobci. Na přední části nosiče je buď závaží nebo přední tříbodový závěs. Na nosič přední nápravy se také případně montuje čelní nakladač.

Všechny tyto prvky dohromady spojeny tvoří nosnou část traktoru – označovanou jako tělo traktoru. Na tělo se montuje přes silentbloky, nebo u těžších a výkonnějších traktorů pomocí hydraulických tlumičů a vlnitých pružin, kabina jako samostatný celek. Na vhodně

umístěné nálitky převodovky a rozvodovky se umísťují další pomocné prvky traktoru jako hydraulické rozvaděče, vzduchojem, příchytky pro trubky, hadice atd.

Někteří výrobci používají rámovou konstrukci, mají přední nápravu, motor a převodovku uloženou v samostatném tuhém rámu. Až na tento rám se montuje přes silentbloky kabina. (www.zetor.cz)

1.2.4 Karoserie vozidel

Karoserie (nástavba) je část vozidla, která slouží k umístění přepravovaných osob nebo nákladu. Tvar karoserie závisí na počtu přepravovaných osob, množství přepravovaného nákladu a druhu provozu (silnice, terén, sportovní účely).

Nástavby (karoserie) rozlišujeme z konstrukčního hlediska podle vztahu karoserie k podvozku na tři základní druhy:

1. Podvozková karoserie (rámové, nesamonosné)
2. Polonosné
3. Samonosné

Podvozková karoserie se upevňuje na rám podvozku a sama je nenesoucí. Podvozková karoserie se dnes používá téměř výhradně u nákladních automobilů, přívěsů a návěsů, popřípadě velkých osobních vozů.

Polonosná karoserie se vyznačuje tím, že má také rám, který však slouží jen k uchycení podvozkových orgánů.

Samonosná karoserie nemá samonosný rám a hnací ústrojí a ostatní části podvozku jsou připevněny ke karoserii přímo nebo prostřednictvím pomocných konstrukcí. (Stavba motorových vozidel, Brno 2003)

1.2.5 Rám vozidla

Rám vozidla je nosná část vozidla vytvořená z různých nosných prvků. Zachycuje a přenáší všechna zatížení vznikající při jízdě. Rám musí s velkou bezpečností bez poškození odolávat namáhání v ohybu a krutu.

Základní typy rámu jsou:

- žebřinový rám je tvořen ze dvou v podstatě přímých podélníků a z několika příček.
- úhlopříčkový rám je tvořen ze dvou v podstatě přímých podélníků, z několika příček a z jedné dvojice úhlopříček ve střední části.
- křížový rám X má dva podélníky, které se ve své střední části navzájem sblíží
- obvodový rám má dva podélníky, které v podstatě sledují obrys bočních stěn vozidla
- páteřový rám má střední podélný nosník
- páteřový rám vidlicový rám automobilu, u něhož je střední podélný nosník pro uložení hnacího ústrojí
- plošinový rám je tvořen jako plošina, která je zároveň podlahou vozidla
- příhradový rám je tvořen jako prostorová příhradová konstrukce, zpravidla z trubek

Rámy používané u nákladních vozidel bývají zpravidla žebřinové nebo rám s centrální rourou (páteřový rám). Součástí centrální trubky je hnací ústrojí spolu s výkyvnými polonápravami. (Stavba motorových vozidel, Brno 2003)

1.2.6 Hmotnosti vozidel

1. Pohotovostní hmotnost - hmotnost kompletně vybaveného vozidla tj. s předepsaným náradím a předepsanou výbavou, s plnou zásobou provozních hmot; do provozní hmotnosti se zahrnuje i hmotnost pomocných nebo pracovních zařízení trvale připojených k vozidlu.
2. Užitečná hmotnost - hmotnost nákladu, osob a pomocného nebo pracovního zařízení přechodně i nepevně připojeného.
3. Celková okamžitá hmotnost - součet pohotovostní a užitečné hmotnosti
4. Okamžitá hmotnost - hmotnost vozidla zjištěná v daném okamžiku při provozu.

(Člověk za volantem, Chváta Praha 1995)

1.3 Zhutňování povrchů vozovek

Jízdou strojů po půdě dochází ke zhutňování (utužení) půdy. Pohyb odvozních souprav a výkonných těžebních strojů při lesní výrobě se neděje pouze na lesních silnicích, tj. komunikacích s umělou vozovkou umožňující zpravidla celoroční provoz. Značný podíl

dopravy dříví a pohyb strojů probíhá i na tzv. zemních cestách a popř. i přímo v terénu na nijak neupraveném povrchu lesní půdy.

Negativní důsledky utužení půdy jsou majitelům lesů a zemědělcům dobře známé. Nejvíce jsou postiženy půdy s vyšším obsahem jílovitých částí a půdy vlhké. Zmíněným stavům půdy se nelze v lesnictví a zemědělství zcela vyhnout a proto se hledají cesty, jak snížit negativní dopady přejezdů techniky po poli. Jednou z cest, jak předejít vyšším tlakům na půdu a tím i jejímu zhutnění, je cesta zvětšení styčné plochy pneumatiky s podložkou.

Toho lze dosáhnout především použitím širokých válcových pneumatik nebo snížením tlaku vzduchu v pneumatikách, kdy se očekává rozšíření a prodloužení otisku pneumatiky na plastickém podloží. Při snížení tlaku vzduchu v pneumatikách dochází ke zploštění pneumatiky, přičemž se jednak dostává do záběru více figur dezénu, zvyšuje se samočistící schopnost dezénu a předpokládá se, že plocha dotyku pneumatiky s měkkou půdou (například orníci) se zvětší. Konstrukce pneumatiky umožňuje, aby se její boky mírně prohnuly a došlo ke zvětšení plochy dotyku v ose pneumatiky jak příčně tak podélně. Z některých měření není změna tlaku vzduchu k nižším hodnotám příliš rozhodující a nehraje tak důležitou roli při utužování půdy, jak se mnohdy očekává. Navíc v pneumatice běžného provedení nelze snížit tlak vzduchu natolik, aby byl efekt zvětšení dotykové plochy uspokojivý. Namísto snižování tlaku vzduchu v pneumatikách je vhodnější montáž širších pneumatik, resp. dvojmontáž. Vhodné je použití nízkotlakých válcových radiálních pneumatik, které umožňují zejména snížení zhutňování zemědělské půdy v důsledku větší plochy dotyku pneumatiky s půdou a tím i nízkého kontaktního tlaku ve stopě, umožňují dobrou průchodivost v málo únosných a zamokřených půdách a zlepšují komfort jízdy a pracovních podmínek řidiče. (Pneumatiky pro zemědělskou mechanizaci, Celjak I.)

1.3.1 Ochrana před zhutněním půdy.

Specifickou problematiku představuje zhutňování půd vlivem neregulovaného a neusměrnovaného pohybu mechanizačních prostředků po plochách porostů a po dočasných zpřístupňovacích linkách nebo polních a lesních cestách. Nejde pouze o statické účinky, působené aktuálními specifickými hodnotami tlaku, ale o ještě závažnější dynamické účinky na lesní půdy i na kořenové systémy dřevin. Kombinací statického a dynamického působení dochází k přímému ovlivňování humózních i svrchních půdních horizontů, což má závažné důsledky pro jejich vodní i vzdušný režim. Souběžně je pak dynamickým působením nejen poškozována, až devastována struktura těchto vrstev, ale jsou také poškozována jemná

kořenová vlášení s dopady na fyziologické a růstové procesy a otevírány vstupní brány pro houbové patogeny. Zhoršuje se tak nejen zdravotní stav podobně exponovaných porostů, ale i mechanická stabilita a odolnost vůči abiotickým poškozením (větru, jinovatce, námraze, ledovce).

Pro snížení negativních účinků dynamického a statického zatížení půdy transportem dříví vlečením při používání strojů s vysokými měrnými tlaky se realizují níže uvedená opatření:

- neprovádět holé seče s koncentrací velkého množství dřevní hmoty,
- provádět těžbu porostní zásoby přednostně těžebním výběrem s větším množstvím těžebních zásahů, a tím zajistit odnímání dříví z lesa v jednorázově nižších dávkách,
- zajistit trvalé zpřístupnění lesních porostů transportními linkami, a tím minimalizovat vjezd přibližovacích prostředků dovnitř porostů,
- dávat přednost používání šetrných těžebních technologií, které zaručují minimalizaci poškození půdního povrchu, a vytvářet pro uplatňování těchto technologií podmínky,
- používat mechanizační prostředky s odpovídajícím měrným zatížením půdy ve vazbě na geologické, hydrologické i klimatické poměry. (www.lesycr.cz)

1.4 Pneumatiky.

Základní částí dopravní techniky je podvozek, jehož hlavní součástí jsou kola, resp. pneumatiky. V konstrukci pneumatik je ale několik „záchytných bodů“, které dávají pneumatice vlastnosti, které potom skutečně má a podle nich se může uživatel lépe orientovat.

Prvním záchytným bodem může být kostra pneumatiky. Kostra pneumatiky je tvořena několika vrstvami opryžovaného tkaniva nebo kovovou sítí vláken. Při kladení vláken křížem přes sebe jde o pneumatiky diagonální, při kladení vláken kolmo k obvodu jsou to pneumatiky radiální. Počet vrstev a jejich umístění dává pneumatice odolnost vůči průrazu. O této vlastnosti rozhoduje počet vrstev vláken (rayon, nylon, ocelová lanka, dráty). Čím více vrstev se v nárazníkové části nachází, tím je odolnost vůči průrazu pneumatiky vyšší a zároveň je znakem pevnosti kostry pneumatiky.

U diagonálních srovnatelných pneumatik je počet kordových vložek větší než u radiálních. Kostra diagonálních pneumatik se skládá z pogumovaných kordových vláken, které se diagonálně kříží pod úhlem 30-40°. Vlákna jsou vyrobena z nylonu, chemlonu, rayonu a pod. V oblasti pod běhounem mohou být i ocelová vlákna (steel cord). Textilní i

ocelová vlákna jsou obalena, resp. prostoupena speciální směsí pryže a to v různých částech konstrukce pneumatiky různou směsí (nárazníková vrstva, ramena, bočnice, oblast patky).

Předností diagonálních pneumatik je tuhá bočnice, odolná proti poškození v kamenitém terénu nebo jinak složitém terénu (například lesní půdy, neudržované polní cesty). Předností radiálních pneumatik je větší kontaktní plocha, dobrý přenos hnací síly na podložku, stabilizace dezénových figur nárazníkovým pásem, nízký valivý odpor, poskytují lepší tlumení vibrací od podložky než diagonální pneumatiky.

Dalšími záchytnými body jsou Index nosnosti (LI – Load Index) a Kategorie rychlosti (SS – Speed Symbol).

Index nosnosti je číslo, které určuje maximální nosnost pneumatiky při rychlosti určené kategorií rychlosti za daných specifických podmínek.

Kategorie rychlosti je maximální rychlost určená symbolem, při které může pneumatika nést hmotnost určenou indexem nosnosti za daných specifických podmínek. Symbol tvoří písmeno nebo kombinaci písmene a čísla.

Druhým záchytným bodem je dezén pneumatiky. Dezén v mnoha případech rozhoduje o tom, jak se pneumatika bude chovat v závislosti na charakteru podložky a při působení vnějšího prostředí (boční síly, hmotnost nákladu, povětrnost – sníh a led apod.). Provedení dezénu (tvar, výška žeber, šířka mezer mezi žebry, zakřivení žeber, lamelování žeber) rozhoduje o schopnosti přenosu síly z hnací nápravy do styčné plochy pneumatiky s podložkou (záběr pneumatiky), o schopnosti zachycovat boční síly (boční skluz) a podélné síly (brzdění) působící na nápravu mechanizace. Tvar dezénu se podílí i na jeho životnosti v provozu. Na stavu pneumatik závisí bezpečnost práce, ekonomika provozu, kvalita prováděné práce, ochrana životního prostředí a v neposlední řadě i to, zda bude práce v daných podmínkách vůbec vykonána (prokluz, skluz, protlačování do podložky).

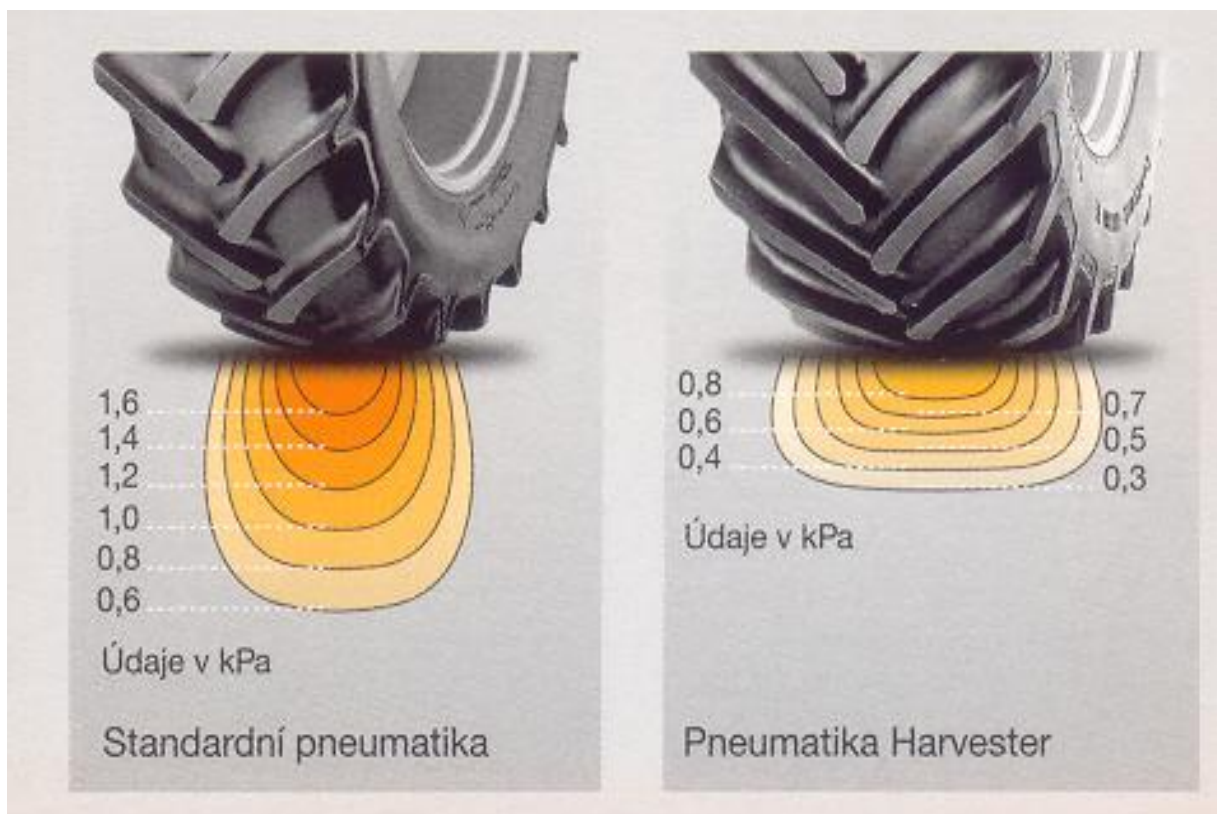
Pneumatika tvoří spojovací článek mezi podložkou a traktorem. Přenáší hmotnost traktoru a agregovaného nářadí, hnací a brzdící momenty a boční síly na podložku. Z pohledu účinnosti přenosu výkonu motoru na podložku má významnou úlohu plocha otisku pneumatiky. Se zvyšující plochou otisku dochází k poklesu kontaktního tlaku mezi podvozkem a podložkou, který ovlivňuje nežádoucí zhutnění půdy.

Obecně se předpokládá, že vhodným východiskem se jeví snížení měrného tlaku na půdu použitím širokých pneumatik, snížením tlaku vzduchu v pneumatikách nebo montáží přídavných kol, tzv. dvojmontáží.

Nízkotlaké válcové radiální pneumatiky umožňují zejména snížení zhutňování zemědělské a lesní půdy v důsledku větší plochy dotyku pneumatiky s půdou a tím i nízkého

kontaktního tlaku ve stopě, menší poškozování kořenového systému rostlin vlivem snížení prokluzu kol, dobrou průchodivost v málo únosných a zamokřených půdách a zlepšení komfortu jízdy a pracovních podmínek řidiče.

V posledních letech lze zaznamenat růst výkonů motorů traktorů a s tím je spojen i růst hmotností traktorů a strojů používaných v zemědělství a lesnictví. Také nastávají podstatné změny v konstrukci pneumatik používaných zemědělskou a lesnickou technikou. (Pneumatiky pro zemědělskou mechanizaci, Celjak I.)



Obrázek 4 Rozložení hmotnosti stroje na plochu podloží



Continental



Continental



Barum



Barum

Obrázek 5 používané pneumatiky Continental a Barum v zemědělství a lesnictví



Obrázek 6 používané pneumatiky Kleber v zemědělství a lesnictví



Obrázek 7 používané pneumatiky Mitas v zemědělství a lesnictví



Obrázek 8 používané pneumatiky Nokian v zemědělství a lesnictví



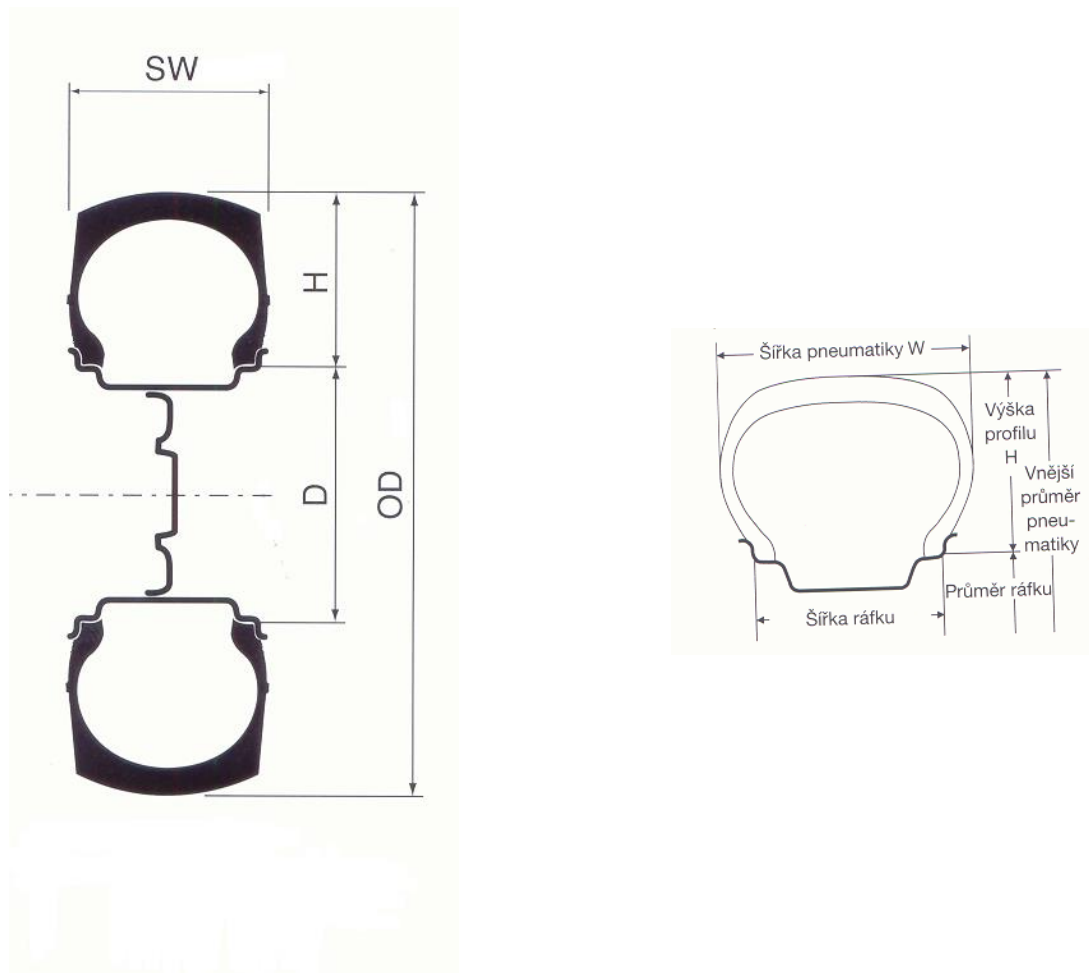
TWIN421



TWIN404

Obrázek 9 používané pneumatiky Trelleborg v lesnictví

1.4.1 Technické parametry pneumatik



Obrázek 10 Rozměry parametrů pneumatik

Rozměry pneumatik jsou uváděny v palcích nebo milimetrech.

Maximální rozměry jsou rozměry nahuštěného pláště, včetně výrobních tolerancí a růstu pláště v provozu, pro výrobce strojů pro navržení vůlí kolem pláště. Deformace způsobené zatížením, bočními a obvodovými silami nejsou zahrnuty.

Šířka profilu (SW) je šířka nového nahuštěného pláště (měřeno vně bočnic), bez popisů, dekorací, ochrany bočnice a ochranných drážek.

výška profilu (H) je polovina vzdálenosti mezi celkovým průměrem a nominálním průměrem ráfku.

Vnější průměr pláště (OD) je největší průměr nahuštěného pláště.

Statický poloměr (SR) je poloměr nového pláště, zatíženého maximálním zatížením a nahuštěného odpovídajícím huštěním.

Průměr ráfku (D) je průměr ráfku v palcích měřený v oblasti dosedací plochy patky pláště.

Šířka ráfku je přímá vzdálenost mezi protilehlými okraji ráfku.

Ply Rating (PR) identifikace rozdílných verzí (nosnost/huštění) pro pláště mající stejné značení.

Tubeless nebo Tube Type - tubeless (TL) jsou pláště určené pro montáž bez duše na vhodný ráfek. Bezdušové pláště mohou být použity obdobně jako dušové.

Index nosnosti (LI - Load Index) je číselný kód svázaný s maximálním zatížením pláště při rychlosti indikované jeho Kategoríe rychlosti, za provozních podmínek daných výrobcem pláště.

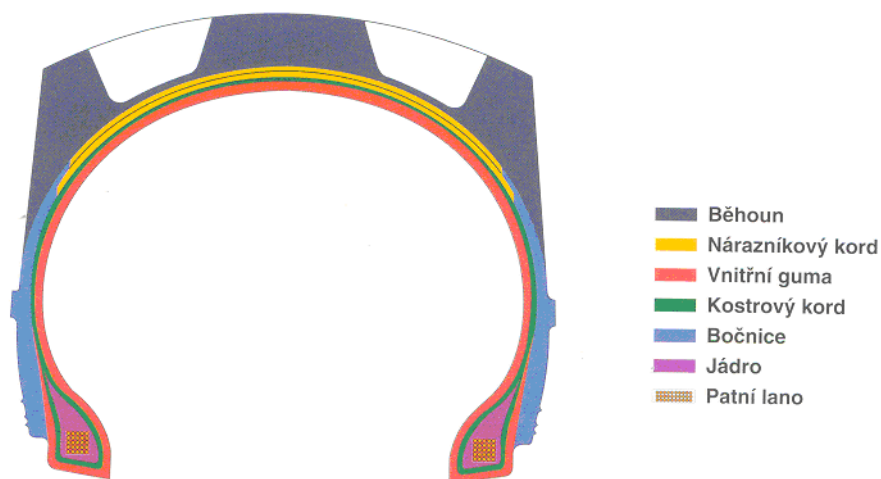
Kategorie rychlosti (SS - Speed Symbol) je indikace maximální rychlosti, při které může plášť nést náklad odpovídající jeho Indexu nosnosti, za provozních podmínek daných výrobcem pláště. (Technické parametry pneumatik, Mitas 2007)

Tabulka 1 Nosnosti pneumatik (LI - Load Index)

LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg
61	257	92	639	123	1550	154	3750
62	265	93	650	124	1600	155	3875
63	272	94	670	125	1650	156	4000
64	280	95	690	126	1700	157	4125
65	290	96	710	127	1750	158	4250
66	300	97	730	128	1800	159	4375
67	307	98	750	129	1850	160	4500
68	315	99	775	130	1900	161	4625
69	325	100	800	131	1950	162	4750
70	335	101	825	132	2000	163	4875
71	345	102	850	133	2060	164	5000
72	355	103	875	134	2120	165	5150
73	365	104	900	135	2180	166	5300
74	375	105	925	136	2240	167	5450
75	387	106	950	137	2300	168	5600
76	400	107	975	138	2360	169	5800
77	412	108	1000	139	2430	170	6000
78	425	109	1030	140	2500	171	6150
79	437	110	1060	141	2575	172	6300
80	450	111	1090	142	2650	173	6500
81	462	112	1120	143	2725	174	6700
82	475	113	1150	144	2800	175	6900
83	487	114	1180	145	2900	176	7100
84	500	115	1215	146	3000	178	7300
85	515	116	1250	147	3075	179	7500
86	530	117	1285	148	3150	180	7750
87	545	118	1320	149	3250	181	8000
88	560	119	1360	150	3350	182	8250
89	580	120	1400	151	3450	183	8500
90	600	121	1450	152	3550	184	8750
91	615	122	1500	153	3650	185	9000

Tabulka 2 Rychlosti pneumatik (SS - Speed Symbol)

SI	Rychlost V km. ^{h-1}
A 1	5
A 2	10
A 3	15
A 4	20
A 5	25
A 6	30
A 7	35
A 8	40
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140



Obrázek 11 Konstrukce pneumatiky

Běhoun je pryžová část, ze které je vylisován dezén pláště. Dezénová žebra zajišťují záběr a prostor mezi nimi podporuje samočištění dezénu.

Nárazník použitý u radiálních plášťů se skládá z několika kordových vložek, které se kříží. Svou obvodovou tuhostí přispívá ke stabilitě a omezuje pružnost dezénu.

Kostra tvoří nosnou část pláště, určuje jeho pevnost, zachycuje zatížení a dynamické silové namáhání. Kostra je složena z několika vrstev kordu, které jsou ukotveny kolem lan v patkách. Počet kordových vložek se liší v závislosti na druhu pláště.

Bočnice je tvořena pryží. Chrání kostru před mechanickým poškozením a působením atmosférických vlivů. S ohledem na deformaci plášťů v boku při provozu musí materiál snášet značné dynamické namáhání.

Patka se skládá z lana (tvořeno ocelovými dráty), jádra (pryžová výplň nad lanem pro vyztužení patky a dosažení požadovaného profilu patky), křídla (textilní kord obalující jádro s lanem) a patního pásku (obaluje patku z vnitřní strany a zajišťuje ochranu před mechanickým poškozením).

Patka zajišťuje spojení pláště s ráfkem. Musí být dostatečně tuhá, aby nedocházelo k deformaci v oblasti patky a tím k jejímu vydírání o ráfek. Bezpečné upevnění pneumatiky na ráfek je zvýšeno rozdílem mezi průměrem patky a ráfku. Tím je zajištěna vzduchotěsnost

bezdušových pláště a prokluzování pláště na ráfku vlivem brzdících a záběrových sil. Na druhé straně hodnota přesahu nesmí být příliš velká, aby nedocházelo k obtížné montáži pláště na ráfek. (Barum Continental Technický rádce Praha 2000)

Pneumatiky se rozdělují podle konstrukce na diagonální a radiální. Rozdíl mezi nimi je ve složení koster pneumatik.

1.4.2 Konstrukce diagonální pneumatiky

V kostře diagonální pneumatiky se kordy v jednotlivých vrstvách vzájemně kříží a svírají s obvodovou kružnicí úhel 30 až 40°.

Přednosti:

- tuhá bočnice odolná proti poškození

Nevýhody:

- malá tlumení vibrací

(Barum Continental Technický rádce Praha 2000)



Obrázek 12 Konstrukce diagonální pneumatiky

1.4.3 Konstrukce radiální pneumatiky

V kostře radiální pneumatiky jsou jednotlivé kordové nitě vzájemně rovnoběžné a svírají úhel 90°. Kostra je vyztužena nárazníkovým pásem.

Přednosti:

- větší kontaktní plocha
- větší záběrová síla
- menší tlak na půdu
- menší valivý odpor

(Barum Continental Technický rádce Praha 2000)



Obrázek 13 Konstrukce radiální pneumatiky

1.4.4 Značení pneumatik



Uspořádání popisu pneumatiky AS-radial 380/85 R 28 (14,9 R 28) 133 A8 **ContiContract AC 85**



Uspořádání popisu pneumatiky pro Implement 15,5/80 – 24, 145 A6 ⊕, 157 A6 ⊕ 12 PR **AS-Farmer**



Uspořádání popisu pneumatiky MPT 445/65 R 22,5 MPT 160 G **ContiContract AC 70 +**

Tabulka 3 Vysvětlivky k značení pneumatik

Vnější průměr pneumatiky v palcích	Nominální šířka pneumatiky mm nebo palce	H : W %	Konstrukce pneumatiky ¹⁾	Průměr ráfku v palcích	Typ pneumatik způsob použití	TL ²⁾	PR ³⁾	LI ⁴⁾	SS ⁵⁾
	380 /	85	R	28	AS	TL		133	A8
	650 /	65	R	38	AS	TL		154	D
	12,4		R	24	AS			119	A8
	12,4		-	38	AS		12PR		
	7,50		-	18	AS Front		8PR		
	15,5 /	80	-	24	Implement		12PR		
18 x	7,00		-	8	Garden Tractor		4PR		
	445 /	65	R	22,5	MPT	TL		160	G

¹⁾ R = radiální

- = diagonální

²⁾ TL = bezdušové (Tubeless)

TT = typ s duší (TubeType)

³⁾ PR = označení nosnosti u pneumatik označeným kódem

⁴⁾ LI = index nosnosti

⁵⁾ SS = index rychlosti

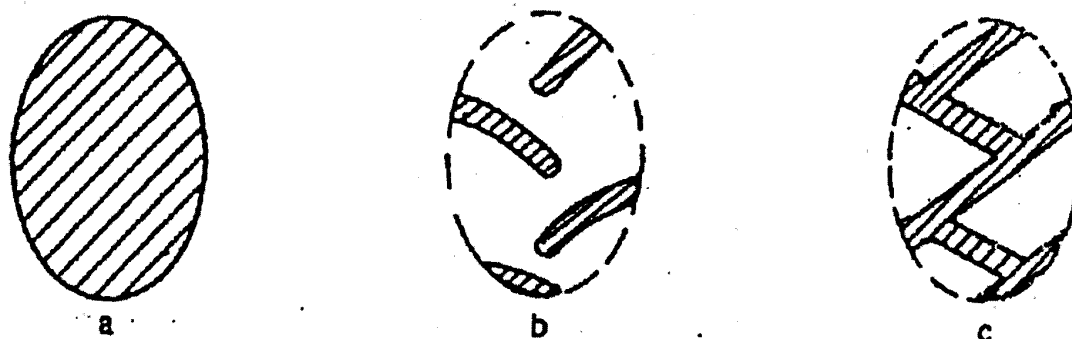
H = výška pneumatiky

W = šířka pneumatiky

1.4.5 Plocha otisku pneumatik

Plocha otisku je plocha ohraničená obrysem otisku pneumatiky, který je na tuhé podložce zhruba eliptického tvaru a plocha styku dezénu je dána plochou výstupků dezénu, které přijdou do styku s podložkou. Dalším ukazatelem je plnost otisku v %, který má vliv na tahové vlastnosti traktoru a prokluz na různých půdách.

Důležitým činitelem působícím na půdu je tlak prostřednictvím kol zemědělské a lesnické techniky, který je závislý na tíhové síle a na ploše, na které tíhová síla působí. Je všeobecně známo, že pro velikost plochy otisku (dotykovou plochu) má rozhodující význam zejména rozměr použitých pneumatik - šířka a průměr. (Pneumatiky dopravní techniky Celjak I. 2001)



Obrázek 15 plocha otisku - a, plocha styku - b, c

1.4.6 Vliv zvyšování hmotnosti vozidel na polní a lesní cesty

Zvyšování užitečné hmotnosti a tím i celkové hmotnosti vozidel se projeví ve zvyšování měrných tlaků na půdu, na povrch polních a lesních cest, na kryt vozovek a cest, na podklad vozovek, ale i na ochrannou vrstvu a podloží ostatních vozovek, na kterých doprava probíhá. (Tlak mezi vozovkou a dezénem pneumatik, Celjak I. 2001)

Při přenosu sil z pojezdového ústrojí na podložku lze pro praxi definovat dva případy přenosu síly:

a) Kolo vlečené je kolo u přívěsu, návěsu nebo přední nepoháněné kolo traktoru. Pro sílu odporu valení F platí:

$$F = G \cdot \frac{\gamma}{r} \quad (\text{N})$$

kde:

γ - působíště vertikální reakce podložky (m)

r - statický poloměr pneumatiky (m)

G - vertikální reakce podložky (N)

$$F = G \cdot f \quad (\text{N})$$

kde:

F - síla odporu valení (N)

G - vertikální reakce podložky (N)

f - součinitel odporu valení

b) Kolo hnací je takové, které přenáší kroutící moment na podložku.

Hnací síla F_h je teoreticky dána kroutícím momentem na kole, ale je omezena přenesením této síly na podložku, což je dáno v závislosti na tzv. součiniteli lpění μ vztahem:

$$F_h = G_h \cdot \mu, \quad F_h = \frac{M_{km}}{r} \cdot i_c \cdot \eta_m \quad (\text{N})$$

kde:

μ - součinitel lpění (zohledňuje vztah mezi podložkou a pneumatikou)

G_h - vertikální reakce podložky u hnacího kola (N)

r - statický poloměr pneumatiky (m)

i_c - celkový převodový poměr mezi motorem energetického prostředku a hnacím kolem

η_m - mechanická účinnost převodů

M_{km} - kroutící moment motoru (kNm)

(Vliv pneumatik na provoz zemědělské a lesnické dopravní techniky a na poškození půdy, Celjak I. 2001)

2 Metodický postup

Pro zpracování obecných doporučení pro konstrukci polních a lesních cest je potřebné analyzovat vybrané technické a konstrukční parametry mechanizace, které zatěžují vozovky a kladou požadavky na jejich konstrukci a projektování. Dále je potřebné provést praktické sledování pohybu mechanizace po cestách ve zvolených lokalitách. Při tomto terénním průzkumu je potřebné zejména sledovat charakter převáženého nákladu, rychlost pohybu dopravní a manipulační techniky v kritických úsecích lesních a polních cest, způsob manévrování se soupravami při otáčení a vyhýbání a působení pneumatik na podložku. Vzhledem k předpokládanému vysokému počtu variant mechanizace je potřebné zvolit reprezentativní vzorek mechanizace. Na základě zjištěných údajů u vybraného vzorku mechanizace analyzovat vazby mezi mechanizací a vlastnostmi cest.

2.1 Zjištění styčných ploch pneumatik.

Styčné plochy pneumatik je potřebné zjistit, aby se mohl vypočítat střední kontaktní tlak pod koly mechanizace. Styčné plochy pneumatik lze zjistit dvojím způsobem.

- 1) Výpočtem z katalogu pneumatik
- 2) Praktickým měřením

2.1.1 Zjištění styčných ploch pneumatik výpočtem z katalogu pneumatik

Změřit tlak vzduchu v pneumatikách, u nichž se bude počítat střední kontaktní tlak. Tlak vzduchu musí být v hodnotě, která je předepsána výrobcem mechanizace ve vazbě na dopravní činnost. Zjistit údaje z příslušného katalogu pneumatik:

b - šířku pneumatiky

D - průměr pneumatiky

r_s - statický poloměr pneumatiky

S_o - styčná plocha otisku pneumatiky

Výpočet styčné plochy pneumatiky pomocí vzorců:

$$C^2 + r_s^2 = \frac{D^2}{2}$$
$$S_o = 2 \cdot C \cdot b \quad [m^2]$$

2.1.2 Zjištění styčných ploch pneumatik praktickým měřením

Naplnit nádobu kyprou půdou. Potom pomocí zvedáku zvednout kolo tak, aby bylo možné pod kolo zasout nádobu s půdou. Kolo spustit na půdu, čímž se otiskne plocha dotyku pneumatiky do půdy. Po otisknutí pneumatiky do půdy, kolo opět zvednout zvedákem, nádobu vyjmout a změřit plochu otisku. Měří se rozměry d a l .

Rozměr styčné plochy se vypočítají podle vztahů:

$$S_o = k \cdot b \cdot l \quad [\text{m}^2]$$

kde:

S_o - styčná plocha otisku pneumatiky

b - šířka pneumatiky

l - délka otisku pneumatiky

k - koeficient

U plochy otisku figur se zjišťují jednotlivé otisky figur dezénu. Jednotlivé otisky dezénu se rozdělí na jednoduché geometrické tvary a vypočítají se jejich plochy. Potom se všechny plochy geometrických obrazců sečtou a získá se celková plocha figur dezénu.

2.2 Výpočet středního kontaktního tlaku.

Hlavní mechanickou příčinou utužování půdy je její deformace pojezdovým ústrojím dopravní a jiné techniky. Zde se uplatňuje tlak dotykové plochy pneumatiky s podložkou působící kolmo k povrchu půdy. U hnacích kol je to i síla rovnoběžná s povrchem půdy, která působí při prokluzu pneumatiky.

Kontaktní tlak p je definován poměrem vertikální reakce na kolo-pneumatiku G a plochy dotyku (otisku) S_o . V případě působení pneumatiky na pevnou podložku je to plocha dotyku figur dezénu - S_d .

Pro kontaktní tlak v ploše dotyku platí vztah:

$$p_o = \frac{G}{S_o} \quad (\text{KPa})$$

Pro kontaktní tlak v ploše dotyku figur dezénu platí:

$$p_d = \frac{G}{S_d} \quad (\text{KPa})$$

Plocha dotyku je plocha ohraničená obrysem otisku pneumatiky, který je závislý na konstrukci pneumatiky. Na tuhé podložce jsou to figury (žebra) dezénu, které přijdou do styku s podložkou. Na měkké podložce je otisk podobný elipse s poněkud plnějšími oblouky. U širokých pneumatik je S_o ve tvaru čtverce nebo obdélníku s oblouky v jejich rozích.

2.3 Zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení a průjezdnosti kruhovým obloukem

Stopové průměry zatáčení jsou průměry střednic kruhových stop, které na vodorovné rovině ploše opisují kola vozidla při největším rejdu a co nejmenší rychlosti. Zjišťování stopových a obrysových průměrů motorových vozidel a zjišťování šířky jízdního pruhu, potřebné pro průjezd motorových vozidel kruhovým obloukem se provádí pro posouzení manévrovatelnosti při průjezdu kruhovým obloukem.

Stopové průměry zatáčení se zjistí tak, že se přímo změří pásmem průměr kružnice, kterou opisuje kolo pohybující se po největším nebo nejmenším průměru. Má-li náprava dvojitou montáž, počítá se průměr od středu stopy dvojmontáže.

Vnější stopový průměr zatáčení je průměr střednice kruhové stopy kola, pohybujícího se po největším průměru.

Vnitřní stopový průměr zatáčení je průměr střednice kruhové stopy kola, pohybujícího se po nejmenším průměru.

3 Experimentální část

3.1. Analýza vybrané technické a konstrukční parametry mechanizace

Na základě sledování pohybu zemědělské a lesnické mechanizace v lokalitě Chlum u Třeboně a Lomnice nad Lužnicí se s nejvyšší četností po polních a lesních cestách pohybuje následující mechanizace:

1. Zemědělské traktory vybraných výkonových tříd
2. Sklízecí rezačka
3. Sklízecí mlátičky
4. Rozmetadla statkových hnojiv
5. Postřikovače
6. Vyvážecí traktor s klanicemi
7. Harvestor

Z praktického pozorování vyplývá, že po těchto komunikacích se budou pohybuji stroje s vlastním pohonem a pojezdem, které se přesunují z následujících důvodů:

- do místa dočasné pracovní činnosti (odvoz produktů, polní práce, údržba lesů, zemní práce spojené s údržbou pozemků a komunikací);
- do garáží a do opravárenských dílen;
- nahodilý přejezd (zkrácení trasy, omyl, vyproštění a odsun porouchané mechanizace, apod.).

3.1.1 Analýza základních parametrů vybraných strojů

Analýza základních parametrů uvedených strojů, které ovlivní konstrukci vozovky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 4 Technické toleranční parametry vybraných tříd zemědělských traktorů

Třída stroje dle výkonu motoru (kW)	60 - 68	86 - 103	134 - 157
Pohotovostní hmotnost (kg)	2730 - 4470	5142 - 8790	6850 - 10080
Maximální šířka stroje (m)	3950 - 4717	4532 - 4889	4816 - 5721
Rozchod kol (m)	1500 - 1926	1407 - 2148	1538 - 2260
Rozvor kol (m)	2250 - 2430	2417 - 2661	2884 - 3050

Tabulka 5 Technické toleranční parametry vybraných tříd samojízdných řezaček

Třída stroje dle výkonu motoru (kW)	230 - 333	333 - 485	485 - 750
Celková hmotnost (kg)	9755 - 10840	10840 - 11560	11560 - 15300
Transportní šířka (m)	2,95 - 2,99	2,99 - 2,99	2,99 - 3,46
Transportní délka (m)	6,62 - 6,43	6,43 - 6,43	6,43 - 7,68

Tabulka 6 Technické toleranční parametry vybraných tříd sklízecích mlátiček

Třída stroje dle výkonu motoru (kW)	89 - 162	162 - 191	191 - 298
Celková hmotnost (kg)	7650 - 11100	11100 - 14000	14000 - 16488
Transportní šířka (m)	2,93 - 3,45	3,45 - 3,89	3,89 - 3,98

Tabulka 7 Technické toleranční parametry vybraných tříd rozmetadel statkových hnojiv

Potřebný výkon traktoru (kW)	37 - 52	60 - 100	120 - 200
Užitečná hmotnost (kg)	5620 - 7020	5860 - 8000	11400 - 23000
Šířka stroje (m)	2,2 - 2,2	2,13 - 2,4	2,1 - 2,55
Rozchod kol (m)	neuveđen	neuveđen	neuveđen

Tabulka 8 Technické toleranční parametry postřikovačů

Třída stroje dle výkonu motoru (kW)	90 - 129	158 - 243	neuveđen	neuveđen
Hmotnost (kg)	4526 - 8700	10296 - 12973	450 - 3434	3415 - 3500
Šířka stroje (m)	2,55 - 3	3 - 3,6	1,4 - 2,55	2,55 - 3
Rozchod kol (m)	1,5 - 3,6	1,8 - 2,43	1,6 - 2,25	1,5 - 2,25
Konstrukční provedení stroje	samojízdný	samojízdný	tažený	tažený

Tabulka 9 Technické toleranční parametry vybraných tříd vyvážecích traktorů s klanicemi

Výstupní výkonu motoru (kW)	137	116	104
Maximální šířka stroje (m)	2,74	2,53	2,53
Hmotnost (kg)	15500 - 17400	12000 - 13200	10500 - 11500
Nosnost (kg)	14000	9000	9000

Tabulka 10 Technické toleranční parametry vybraných tříd harvestorů

Výstupní výkon motoru (kW)	104	165	187
Šířka stroje (m)	2,05	2,89	3
Hmotnost (kg)	8500	17990	21000

Tabulka 11 Poloměry zatáčení vybrané mechanizace

Vybraná mechanizace	Druh řízení	Třída stroje dle výkonu motoru [kW]	Poloměr zatáčení [m]
Traktor	Přední náprava	60 - 68	3,3 - 5,5
	Přední náprava	86 - 103	4,35 - 6,15
	Přední náprava	134 - 157	4,97 - 6,25
Sklízecí mlátička	Zadní náprava	89 - 162	5,5
	Zadní náprava	162 - 191	7,5
	Zadní náprava	191 - 298	9
Sklízecí řezačka	Zadní náprava	230 - 333	3 - 6
	Zadní náprava	333 - 485	7,5
	Zadní náprava	485 - 750	10,5
Postřikovač	Přední náprava	90 - 129	3,75
	Přední náprava	158 - 243	6
Vyvážecí vůz	Kloubové řízení	137	5
	Kloubové řízení	116	3
	Kloubové řízení	104	2,5
Harvestor	Kloubové řízení	104	2,5
	Kloubové řízení	165	4
	Kloubové řízení	187	6

3.1.2 Analýza základních konstrukčních parametrů vybraných strojů

Analýza základních parametrů uvedených strojů, které ovlivní konstrukci vozovky a základní parametry při projektování polních a lesních cest jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 12 Základní parametry vybrané mechanizace

Výrobce stroje Typ stroje	Druh mechanizace	Rozměr pneumatik Přední Zadní	Hmotnost (kg)	Šířka stroje (m)	Rozvor (m)
Case IH Maxxum110	Traktor	14,9 R 24 16,9 R 38	4400	2,25	2,39
Claas Lexion 510	Sklízecí mlátička	650/75 R 32 500/70 R 24	1290	3,45	neuveden
Claas Jaguar	Sklízecí řezačka	870650/40 R 32 540/65 R 24	10840	2,99	neuveden
Farmtech Megafax 1400	Rozmetadlo stat. hnojiv	550/60 - 22,5	6200	2	neuveden
Lemken Albatros 30	Postřikovač	580/70 R 38	2030	2,5	150 - 225
Rottne Solid F10	Vyvážecí traktor	600/50 - 22,5	12500	2,53	neuveden
Rottne	Harvestor	600/65 R 34	17990	2,89	neuveden

3.1.3 Analýza základních konstrukčních parametrů pneumatik, které jsou používány vybrané mechanizace

Tabulka 13 Rozměry vybraných pneumatik polní a lesní mechanizace

Druh mechanizace	Výrobce	Rozměr pneumatik	Vnější průměr (mm)	Šířka (mm)	Statický poloměr (mm)
Traktor	Continental	14,9 - 24	1265	378	581
	Continental	16,9 - 38	1685	463	795
	Continental	14,9 R 24 (380/85 R 24)	1258	392	563
	Continental	16,9 R 38 (420/85 R 38)	1696	449	772
Sklízecí mlátička	Continental	650/75 R 32	1795	650	790
	Continental	500/70 R 24	1313	496	591
Samojízdná řezačka	Continental	650/75 R 32	1795	650	790
	Continental	540/65 R 24	1317	543	590
Rozmetadlo stat. hnojiv	Mitas	550/60 - 22,5	1172	503	511
Postřikovač	Continental	580/70 R 38	1829	570	819
Vyvážecí vůz	Mitas	600/50 - 22,5	1170	600	510
Harvestor	Continental	600/65 R 34	1648	592	737

Pro měření plochy otisku pneumatiky a kontaktního tlaku byly použity údaje z katalogů nových pneumatik Mitas a Centinental.

Každé měření fyzikálních veličin pro zjištění hodnot je zatíženo určitou nepřesností, jelikož hodnoty každé pneumatiky jsou závislé na jejím rozměru a výrobci dané pneumatiky.

Pro zjištění styčné plochy otisku měřených pneumatik u vybraných podvozků jsem zvolil metodu výpočtu z katalogu pneumatik. Údaje potřebné pro tyto výpočty byli zjištěny z katalogu Mitas a Continental. Pomocí těchto údajů byla nejdříve vypočítána styčná plocha jedné pneumatiky. Tento výsledek byl vynásoben počtem kol podvozku, aby se zjistila styčná plocha celého podvozku. Po těchto výpočtech bylo spočítáno tíhové zatížení podvozku, pomocí povolené užtkové nosnosti podvozku.

Postup měření a zpracování hodnot byl následující:

1. Zvolení počtu měřených rozměrů
2. Zhotovení tabulky s vybranými technickými parametry pneumatik
3. Vyhledání všech technických parametrů zvolených rozměrů a zapsání do tabulky
4. Výpočet styčné plochy pneumatik
5. Výpočet kontaktního tlaku podvozku

3.1.4 Styčná plocha otisku

V tabulce 14 je přehled vypočítaných styčných ploch vybraných rozměrů pneumatik a vypočítaný střední kontaktní tlak pod jedním kolem ve vazbě na rozměr pneumatiky a působící hmotností na toto kolo. Údaje byly zjištěny z katalogů strojů a experimentálně.

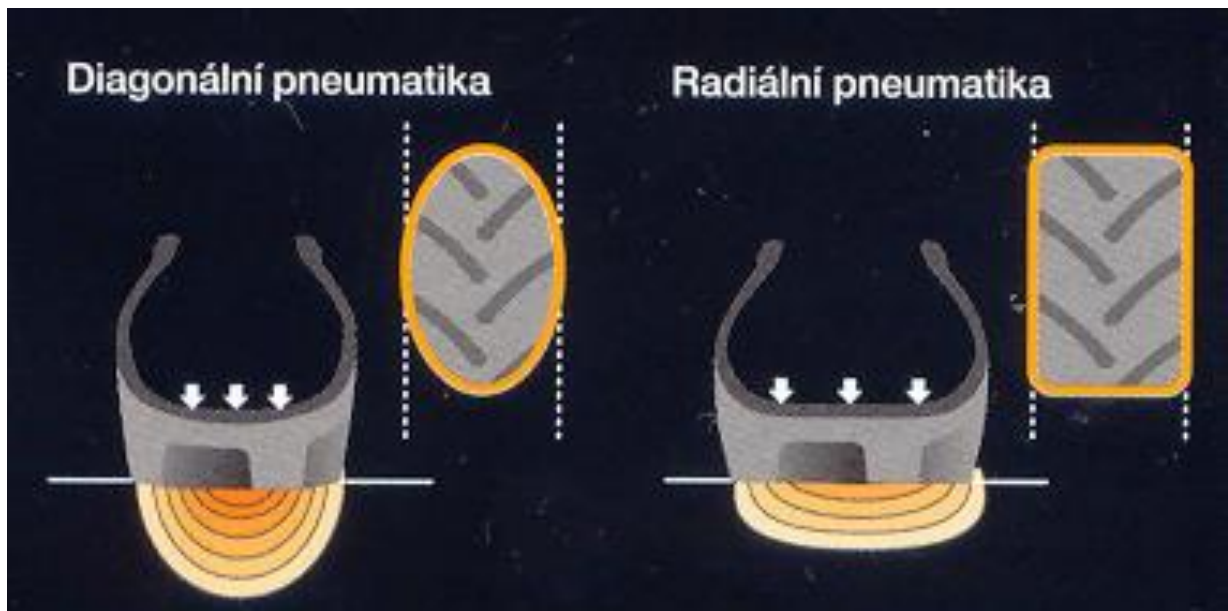
Styčná plocha otisku pneumatik je závislá na tlaku v pneumatikách a také na druhu podložky. Tlak v pneumatikách ovlivňuje velikost styčné plochy. Pokud je v pneumatice nižší tlak při konstantní svislé tíze, plocha otisku se zvětšuje.

Druh podložky ovlivňuje styčnou plochu pneumatik. Na tvrdé podložce je plocha otisku figur pneumatik. Na plastické podložce je plocha otisku spíše ve tvaru elipsy.

Tabulka 14 Styčná plocha otisku pneumatik Mitas a Continental

Rozměr pneumatiky	Styčná plocha otisku S_o (m ²)	Tíha působící na 1 kolo (kN)	Kontaktní tlak p (kPa)
14,9 - 24	0,189	10,791	57,095
16,9 - 38	0,258	10,791	41,825
14,9 R 24	0,219	10,791	49,274
16,9 R 38	0,315	10,791	34,257
650/75 R 32	0,54	3,164	5,859
500/70 R 24	0,283	3,164	11,18
580/70 R 38	0,463	4,978	10,751
550/60 - 22,5	0,288	19,129	66,42
650/75 R 32	0,553	26,585	48,074
540/65 R 24	0,317	26,585	83,864
600/65 R 34	0,436	29,413	67,461
600/50 - 22,5	0,343	30,656	89,376

Styčnou plochu pneumatik ovlivňuje také konstrukce pneumatik. Radiální pneumatiky mají lepší záběr a vyšší ochranu půdního podloží než diagonální pneumatika, protože má větší kontaktní plochu.



Obrázek 15 Styčná plocha diagonální a radiální pneumatiky

Všichni výrobci pneumatik se snaží vyrábět pneumatiky a co největší plochou otisku, aby nedocházelo k protlačování kol do podloží, resp. k destrukci povrchových vrstev vozovek a také k velkému utužení zemědělské a lesnické půdy. Někteří doporučují dvojmontáže k rozdělení zatížení mechanizace na větší plochu.

4. Syntetická část

Pro zpracování obecných doporučení pro stavbu polních a lesních cest byly v analytické části zjištěny sběrem dat, experimenty a výpočty technické a konstrukční parametry vybrané mechanizace, které rozhodujícím způsobem ovlivní výstavbu polních a lesních cest.

Polní a lesní cesty jsou využívány zejména zemědělskou a lesnickou mechanizací, ale začínají se využívat i jako cyklistické a turistické a hypoturistické stezky. Materiál pro stavbu polních a lesních cest je dán normou. Druhy a tloušťka konstrukčních vrstev vozovek stanovují současné normy.

Polní a lesní cesty jsou stavěny převážně jednopruhové. Z výsledků středních kontaktních tlaků vyplývá, že tyto stroje nemohou tyto cesty zhutňovat, jelikož podloží cest se konstruuje na mnohem vyšší tlak.

Do budoucna by ale mohly být tyto cesty nevyhovující kvůli své šířce. Tyto cesty byly stavěny převážně na mnohem menší a lehčí stroje než jsou ty které dnes po těchto cestách jezdí. Z praxe je také patrné, že polní cesty jsou využívány odvozními soupravami dlouhého dříví, které mají vysokou hmotnost a tím i vysoký střední kontaktní tlak pod koly. Polní a lesní cesty nejsou dimenzovány na takový tlak a je tedy vhodné i polní a lesní cesty opatřit příslušnými zákazovými dopravními značkami.

4.1 Obecná doporučení pro konstrukci a navrhování prvků polních a lesních cest

4.1.1 Kolejový způsob zpevnění vozovky

Kolejový způsob zpevnění vozovky je novou možností příčného uspořádání krytu vozovky, dle ČSN 73 61 09 Projektování polních cest. Možnosti kolejového způsobu zpevnění vozovek potvrzuje analýza technických tolerančních parametrů nejvíce používané zemědělské a lesnické techniky. Z provedené analýzy rozhodů vybraných druhů, typů a výkonových kategorií zemědělských a lesnických mobilních mechanizačních prostředků vyplynulo, že kolejový způsob zpevnění vozovky je realizovatelný v praxi, což potvrzuje tabulka 15.

Tabulka 15 Mezní hodnoty jednotlivých rozchodů kol

Mezní hodnoty rozchodů kol u traktorů všech typů a výkonových kategorií			
Minimum (m)	1,60	Maximum (m)	2,20
Mezní hodnoty rozchodů u sklízecích mlátiček všech výkonových kategorií			
Minimum (m)	2,40	Maximum (m)	3,62
Mezní hodnoty rozchodů u řezaček všech typů a výkonových kategorií			
Minimum (m)	2,12	Maximum (m)	2,69
Mezní hodnoty rozchodů u sběracích a krmných vozů všech typů			
Minimum (m)	1,85	Maximum (m)	2,15
Mezní hodnoty rozchodů u zjištěných zemních a stavebních strojů			
Minimum (m)	1,45	Maximum (m)	2,47
Mezní hodnoty rozchodů u zjištěných manipulačních prostředků			
Minimum (m)	2,60	Maximum (m)	2,70
Mezní hodnoty rozchodů u rozmetadel všech typů			
Minimum (m)	2,10	Maximum (m)	2,60
Mezní hodnoty rozchodů u postřikovačů a cisteren všech typů			
Minimum (m)	1,77	Maximum (m)	2,50

4.1.2 Šířka jízdního pruhu vozovky

Šířky jízdních pruhů byly a jsou ještě stavěny na mnohem užší a kratší stroje a dopravní soupravy. Dnešní stroje jsou větší a robustnější. Polní a lesní cesty jsou převážně jednopruhé. Šířky polních a lesních cest by se měly rozšířit podle rozměrů dnešních strojů (šířka stroje nebo rozvor stroje), popřípadě se mohou polní a lesní cesty rozšířit na větší rozměry pro stroje do budoucna. Polní a lesní cesty dvoupruhové nejsou u nás příliš využívány, protože intenzita dopravy na takových komunikacích je většinou nízká. Jsou zde však úseky (například Třeboňsko a okolí Lomnice nad Lužnicí), kde se kumuluje zemědělská, lesnická a komunální doprava (například obsluha turistických a sportovních areálů) a jednopruhé cesty již nevyhovují. I když se jedná o sezónní provoz (rybníkářství, lov ryb), dochází k jejich poškozování při vyhýbání vozidel a při couvání za účelem umožnění projetí vozidel. Dvoupruhové polní a lesní cesty by se měly stavět převážně pro cesty, které jsou

využívány k odvozu dřeva z lesa a je na těchto cestách i větší provoz a jsou i více namáhané z hlediska hmotnosti. Jednopruhové polní a lesní cesty jsou široké pro jedno vozidlo a vyhýbání protijedoucích vozidel je zde velice složité, proto by tyto cesty měly být rozšířeny nebo by měly být k těmto cestám přistaveny výhybny ve větším počtu.

4.1.3 Výhybny

Výhybny jsou stavěny převážně u jednopruhových polních a lesních cest. Slouží k vyhýbání vozidel na úzké polní nebo lesní cestě. Navrhují se v místech s delším rozhledem na další průběh polní nebo lesní cesty a umísťují se obvykle vpravo ve směru jízdy na pole, popř. podle místních podmínek (např. z hlediska minimalizace zemních prací, využití zemědělsky méně vhodných pozemků). Výhybnou se na délku 20 m rozšíří úsek vozovky minimálně o 2 m, v odůvodněných případech na šířku dvoupruhové polní nebo lesní cesty. Lomy na okrajích vozovky se doporučuje zaoblit obloukem o poloměru 30 až 40 m. Jelikož jsou polní a lesní cesty využívány i nákladními automobily ke svozu dřeva z lesů, měly by být výhybny dostatečně dlouhé pro bezpečné zjetí a vyjetí těchto vozidel. Výhybna se navrhuje se stejnou konstrukcí jako vozovka polní nebo lesní cesty. Doporučená vzdálenost výhyben je 400 m a je vhodné dodržet viditelnost z jedné výhybny na druhou. Jako výhybny je možné využívat křižovatek polních a lesních cest, sjezdů na pole a jiných rozšířených míst v trase polní nebo lesní cesty. Výhybny by se měly stavěny tak, aby nezasahovaly do rázu krajiny. Výhybny by se daly využívat i jako dočasné skladiště dřeva, které je vytaženo z lesa po těžbě a posléze svezeno nákladními automobily. Tyto výhybny by měly být delší o potřebnou délku dočasného skladu nebo alespoň širší.

4.1.4 Směrové oblouky

Polní a lesní cesty by měly mít co nejpřímější směr. Tento požadavek nelze realizovat v členitém terénu. Směrové oblouky se volí v co největším poloměru, aby se jedoucí vozidla nemusela ve směrových obloucích příliš lámat v ojích. Pokud nejde konstrukčně provést směrový oblouk ve velkém poloměru, měly by se konstruovat úseky s přechodnicemi.

Pro směrovou změnu osy polní nebo lesní cesty lze použít oblouk:

- prostý kružnicový
- kružnicový s přechodnicemi
- přechodnicový
- složený

Prostý kružnicový oblouk se použije pro polní a lesní cesty nejčastěji. Navrhuje se v případech, kdy bezpečnost a plynulost jízdy vozidel, estetické požadavky, nebo terénní podmínky nevyžadují jiný druh oblouku.

Kružnicový oblouk s přechodnicemi se navrhuje zejména u hlavních polních a lesních cest pro dosažení co nejlepších provozních podmínek (zvýšení bezpečnosti a plynulosti jízdy vozidel). Skládá se z kružnicové části a oboustranných přechodnic. Tyto přechodnice mohou být nestejně dlouhé.

Přechodnicový oblouk je speciálním případem kružnicového oblouku s přechodnicemi, u kterého dojde k vyloučení kružnicové části oblouku, tzn. že se obě krajní přechodnice dotýkají.

Složený oblouk se navrhuje jen výjimečně a tam, kde je potřeba lepšího přimknutí trasy polní nebo lesní cesty k tvaru území, nebo k vyloučení krátkých přímek mezi dvěma stejnoměrnými oblouky.

Při navrhování trasy se doporučuje navrhovat větší poloměr směrových oblouků než jsou nejmenší.

Nejmenší doporučené poloměry směrových oblouků se volí podle vztahu

$$R = 0,25 \cdot \frac{V^2}{P} \quad [m]$$

R - poloměr zatáčky [m]

V - návrhová rychlost [km.h⁻¹]

P - dostředný sklon vozovky ve směrovém oblouku [%]

Tabulka 16 Nejmenší doporučené poloměry kružnicových směrových oblouků

Dostředný sklon p v %	Návrhová rychlost v_n km.h ⁻¹					
	50	40	30	25	20	15
	Nejmenší doporučený poloměr oblouku R_{dop} v m					
2,5	250	160	90	65	40	25
3	210	135	75	55	35	20
4	160	100	60	40	25	15
5	125	80	45	35	20	12,5 ^{*)}
6	105	70	40	30	17	12,5 ^{*)}
7	90	60	35	25	15	12,5 ^{*)}
8	80	50	30	20	13	12,5 ^{*)}
*) Nižší hodnotu nelze navrhnout						

4.1.5 Rozšíření vozovky ve směrovém oblouku

Vozidlo při jízdě směrovým obloukem zabírá větší šířku jízdního pásu než v přímém směru. Proto je ve směrových obloucích třeba provést rozšíření jízdního pruhu. Pro určení rozšíření je rozhodující poloměr oblouku, rozvor náprav vozidla a zejména délka soupravy vozidel.

4.1.6 Rozměry křižovatek a odboček

Křižovatkou se rozumí křížení polních nebo lesních cest. Úrovňové křižovatky s jinými cestami je možné navrhnout v místech, kde lze dodržet rozhledové podmínky. Křižovatka nemá být navrhována ve směrovém ani výškovém oblouku. Zaoblení hran u vjezdů a křižovatek se navrhuje zaoblením hrany vozovky kružnicovým obloukem. Optimální oblouk v ose polní nebo lesní cesty je o poloměru 12,5 m. Křižovatky mohou být využívány i jako točny pro otočení nákladní dopravy při odvozu dlouhého dřeva z lesa. Tyto křižovatky

musejí být na tyto možnosti připraveny z hlediska zhutnění a rozměrů potřebných k otočení těchto vozidel. Křižovatky musejí mít větší rozměry než je šířka jízdního pruhu.

Připojení polních a lesních cest na pozemní komunikaci se nepovažuje za křižovatku, ale považuje se za sjezd.

Odbočky polních a lesních cest slouží k vjezdu a výjezdu zemědělských a lesnických mechanismů:

- z pozemní komunikace na polní nebo lesní cestu a naopak
- z polní nebo lesní cesty na přilehlé pozemky a naopak

Odbočky polních a lesních cest musí být bezprašné a s bezpečným rozhledem na pozemní komunikaci. Odbočky z polních a lesních cest na pozemky se umísťují ve vzdálenostech podle potřeby. Nejmenší šířka odbočky je 4 m. Odbočka má zabezpečit nájezd všech vozidel a strojů a popřípadě jejich současné míjení.

4.1.7 Únosnost vozovek

Únosnost vozovek je závislá na podloží polních a lesních cest. Podloží polních a lesních cest musí vykazovat požadovanou únosnost ($E_{\text{def},2} = 30 \text{ MPa}$, optimálně $E_{\text{def},2} = 45 \text{ MPa}$). Jelikož polní a lesní cesty jsou využívány i nákladními automobily převážejícími vysoké hmotnosti nákladu (vyšší než 25 tun), je únosnost na tato vozidla nízká a dochází tak k destrukci vozovek. Kola nákladních vozidel a hmotnějších mechanismů zanechávají na cestách vyjeté koleje, které tvoří překážky při jízdě vozidel s nízkou světlu výškou (například osobní automobily uživatelů nemovitostí). Řidiči vozidel potom objíždějí poškozená místa v zemědělských nebo lesních porostech, kde dochází k poškozování plodin a lesních porostů (například přirozená obnova lesů). Vyjeté koleje jsou také vážnou příčinou erozní činnosti vody při jarních táních, resp. při srážkách s vysokou intenzitou nebo nad 50 mm za 24 hodin. Erozní činností může být voda odváděna nežádoucím směrem a může být příčinou dalších škod na objektech. Poškozené lesní a polní cesty se mohou stát příčinou i jiných škod. Rozvoj turistiky a cykloturistiky předpokládá cesty bezpečné, tedy bez vyjetých kolejí, na jejichž hranách může docházet ke skluzu kol a pádů cyklistů. V zimních měsících mohou být vyjeté

koleje příčinou smykání kol vozidel a mohou vést k haváriím vozidel. Proto by polní a lesní cesty, které jsou využívány například pro odvoz dřeva z lesa, měly být konstruované nebo v kolejích zpevňované na větší kontaktní tlak.

4.1.8 Stavební prvky cest (mostky)

Stavební prvky cest zajišťují určité funkce jejich využívání. Těmito prvky jsou převážně mostky, přejezdy, případně brody. Mostky jsou stavěny převážně přes lesní stoky a svodné příkopy podél cest. Mostky, které jsou stavěny na cestách, jsou konstruovány tak, aby vydržely větší zatížení. Tyto mostky jsou převážně konstruovány pomocí betonových trubek o velkém průtoku a jsou zasypány zeminou a srovnány do roviny z cestou. Dočasné lesní mostky jsou stavěny z výřezů kmenů stromů. Tyto mostky jsou využívány pouze lesními traktory při těžbě v lese. Mnohdy se stává, že jsou ve svodných příkopech ponechány a brání tak odtoku srážkových vod. Také při jejich přejezdech dochází k destrukci svodných příkopů a vozovek. Situace v některých místech vyžaduje vyšší četnost mostků než je v současné době realizováno.

Brody se navrhují na polních a lesních cestách k překonání malých vodních toků. Při navrhování brodu musí být zajištěna bezpečnost přejezdu vozidel, zejména musí být zachována funkčnost jejich brzdných systémů.

4.1.9 Obratiště

Obratiště je místo upravené k otočení vozidla do protisměru, kde polní nebo lesní cesta nenavazuje na jinou polní cestu a končí bez možnosti pokračování jízdy. Obratiště musí být vybudováno i tam, kde předchozí křižovatka neumožňuje odbočení do potřebného směru (viz obrázek 16). Toto obratiště musí být v bezprostřední vzdálenosti od takové křižovatky. Jako obratiště se mohou používat křižovatky o větších rozměrech pro nákladní vozidla. Pro polní a lesní mechanizaci se mohou používat i křižovatky menších rozměrech.



Obrázek 16 Nevyhovující křižovatka lesní cesty



Obrázek 17 Neudržovaná cesta



Obrázek 18 Pravidelně udržovaná cesty



Obrázek 19 Nevyhovující šířka cesty



Obrázek 20 Směrový oblouk

5 Závěr

Polní a lesní cesty se staly v mnoha lokalitách nevyhovujícími pro provoz zemědělské a lesnické mechanizace z hlediska jejich rozměrů a hmotností převážených nákladů. Zemědělská a lesnická mechanizace se zvětšuje a tím se stávají polní a lesní cesty nevyhovující z hlediska jejich šířky. Křižovatky polních a lesních cest jsou rozměrově nevyhovující z hlediska bezpečného průjezdu a výhledu. Směrové oblouky polních a lesních cest by měly být zvětšeny pro provoz zemědělských a lesnických souprav a nákladní dopravy. V některých turisticky zajímavých lokalitách se na polních a lesních cestách zvýšil pohyb motorových vozidel všech druhů. Je to z důvodů provádění komunální údržby a servisní činnosti. Lze říci, že vzhledem ke stoupajícím cenám pohonných hmot pro automobily a přirozeným rozvojem cykloturistiky bude na polních a lesních cestách stoupající počet cyklistů, pro které by měly být cesty bezpečné.

Při svém experimentálním měření jsem zjistil, že utužení polních a lesních cest zemědělskou a lesnickou mechanizací není vážným problémem, protože se zvětšením mechanizace a jejich hmotností se zvětšují i pneumatiky, které jejich hmotnost rozloží na mnohem větší styčnou plochu.

Při analýze technických a konstrukčních parametrů pneumatik jsem zjistil, že výrobci zemědělských a lesnických pneumatik se zaměřili na výrobu pneumatik, které rozloží hmotnost mechanizace na co největší plochu. Stroje s těmito pneumatikami nezpůsobují kritické utužení půdy.

Také nastávají podstatné změny v konstrukci pneumatik používaných zemědělskou a lesnickou technikou vlivem vývoje technologie výroby a používaných materiálů (pryž, kordové vlákno, zušlechťující přísady apod.).

Polní a lesní cesty byly a jsou stavěny na větší kontaktní tlak. Tento kontaktní tlak však už není vyhovující pro nákladní dopravu, která se v současné době pohybuje po polních a lesních cestách při přepravě lesní techniky a při odvozu dřeva z lesa.

Při terénním sběru dat jsem zaregistroval mnoho úseků polních a lesních cest poškozených působením kol dopravní techniky. Jedná se o úseky cest, kde jsou přepravovány velmi hmotné náklady a cesty nebyly pro takové náklady konstruovány. Je tedy nutné provádět rekonstrukce cest, resp. operativní údržbu poškozených úseků.

Polní a lesní cesty by měly být do budoucna zrekonstruované, aby vyhovovaly požadavkům zemědělské a lesnické mechanizace. Rekonstrukcí předpokládám fyzické zásahy do polní nebo lesní cesty, které mají za následek změnu účelu, užití nebo technických parametrů.

Při rekonstrukci je třeba řešit zejména následující úkoly:

- rozšíření polních a lesních cest na hodnoty odpovídající rozměrům dnešní mechanizace a odvozních souprav;
- rozšíření směrových oblouků;
- rozšíření křižovatek na hodnoty pro bezpečný průjezd;
- opravy polních a lesních cest;
- vybudování výhyben;
- vybudování obratišť v úsecích s komplikovaným odbočováním dlouhých souprav;
- zpevnění povrchu polních a lesních cest, resp. vybraných úseků těchto cest;

Převážná část polních a lesních cest je rekonstruována pro potřeby cyklistických stezek, které jsou vedeny po těchto cestách. Zvláštnímu charakteru cyklistického provozu by měly být tyto cesty přizpůsobeny a ve prospěch bezpečnosti cyklistů by měly být pravidelně, resp. operativně udržovány. Doporučuji využívat moderních technologií stabilizace povrchových vrstev cest chemickými pojivy.

Polní a lesní cesty, které jsou využívány pro odvoz dřeva po těžbě, by se měly zpevnit alespoň v kolejích. Některé úseky by měly být označené dopravními značkami zakazující vjezd vozidel o vyšší celkové nosnosti.

Svým terénním výzkumem jsem zjistil, že existují na cestách úseky s vyšší pravděpodobností poškození vysokým kontaktním tlakem pod koly odvozních souprav. Tyto úseky jsou v místech s problematickým podložím (průsaky spodních vod, písky, nestabilní

horniny v podloží). Těmto úsekům by měla být věnována pozornost při nutných přejezdech hmotné zemědělské techniky a odvozních souprav. Poškození by mohlo být zabráněno dočasným zpevněním vozovek (například použitím ocelových vozovkových desek).

Svým terénním výzkumem jsem zjistil, že polní a lesní cesty musejí být také pravidelné udržované, protože bez pravidelné údržby by se polní a lesní cesty staly obtížně průjezdné, resp. neprůjezdné.

Prováděním údržby (nikoliv oprav nebo rekonstrukcí) se rozumí pravidelná nebo operativní péče, která spočívá v běžné údržbě vozovky (čištění, opravy vyjetých kolejí, odstraňování naplavenin a sesuvů hornin) a jejím zpevňování, údržbě a čištěním krajnic, včetně odstranění keřových a stromových náletů, závalů, v údržbě a čištění odvodňovacího zařízení, zejména příkopů, odstranění stromů (vývrátů) a větví zasahujících do průjezdného prostoru cesty.

Pravidelnost údržby vychází z plánované údržby podle znalostí skutečného stavu. Některé cesty není nutné udržovat z hlediska odstraňování dřevin, protože podél cesty nebyly vysázeny a pro nálet dřevin nejsou příznivé podmínky. V jiných případech není nutné provádět údržbu odvodňovacích příkopů, protože cesta vede podél melioračního kanálu, jehož údržbu provádí jiný subjekt. Někde je podél cesty veden ohradník, za nímž je pastvina a hovězí dobytek odstranění travin zajistí sám.

V oblasti provozu zemědělské a lesnické dopravní a jiné techniky je zejména sledována vysoká výkonnost přepravy. Vysoké výkonnosti je dosaženo mimo jiné zejména tím, že je převážen velký objem, resp. vysoká hmotnost nákladu. Tomuto trendu musí být přizpůsobeny polní a lesní cesty.

Lesní mechanizace pro soustřeďování dříví při lesní těžbě, se oproti minulosti, více pohybuje v lesních porostech a po naplnění návěsu, resp. přívěsu vyjíždí na lesní cestu. Tento výjezd by měl být konstrukčně umožněn. Je patrné, že i v horských oblastech budou stále více využívány vyvážecí soupravy s hydraulickým jeřábem, které se budou pohybovat přímo v lesním porostu po vyklizovacích linkách a budou sehrávat rozhodující roli při soustřeďování dříví na odvozní místa.

Základní částí dopravní techniky je podvozek, jehož hlavní součástí jsou kola, resp. pneumatiky. Vliv jejich parametrů na provoz dopravní techniky je významný. Ovlivňují nejen energetické ztráty valivým odporem, ale mají vliv i na poškozování vozovek polních a lesních cest..

Důležitým činitelem působícím na půdu, je tlak prostřednictvím kol zemědělské a lesnické techniky, který je závislý na tíhové síle a na ploše, prostřednictvím které tíhová síla působí. Pro velikost plochy otisku (dotykovou plochu) má rozhodující význam zejména rozměr použitých pneumatik – šířka a průměr. Svoji analýzou jsem zjistil, že výrobci mechanizace se tomto trendu přizpůsobili.

Z analýzy technických parametrů traktorů jsem zaznamenal růst výkonů motorů traktorů a jiných mobilních energetických prostředků v zemědělství a lesnictví. S tím je spojen i růst hmotností traktorů a strojů používaných v zemědělství a lesnictví.

6 Přehled literatury

- 1) Barum Continental Technický rádce Praha 2000;
- 2) Celjak I.: Pneumatiky dopravní techniky. Farmář, č.9, 2001, roč.7., s.88-90;
- 3) Celjak I.: Pneumatiky pro zemědělskou mechanizaci, Farmář 7, 2008, roč. 14, s.56-63;
- 4) Celjak I.: Tlak mezi vozovkou a dezénem pneumatik, MZ-Technické trendy, , 2001, č.7 s.29-31;
- 5) Celjak I: Údržba ploch účelových komunikací a jejich okolí, Komunální technika, 6/2008, , s.22-27;
- 6) Celjak I.: Vliv pneumatik na provoz zemědělské a lesnické dopravní techniky a na poškození půdy. Sborník mezinárodní vědecké konference „Technická a technologická inovace systémů pěstování a sběru zemědělských produktů, Raščkova Dolina, SR, 2000;
- 7) Chvátal : Člověk za volantem, VOGEL MEDIA, Praha 1995
- 8) Vrána, K. a kol: Krajinné inženýrství, ČKAIT, Praha 1998
- 9) Málek - Celjak: Nový katalog vozovek polních cest, Mezinárodní vědecká konference „Technika v zemědělství a potravinářství ve třetím tisíciletí, 23. – 25. května 2007, MZLU Brno, s. 235-239;
- 10) Vlk F.: Stavba motorových vozidel, nakladatelství František Vlk, Brno 2003
- 11) Technické parametry pneumatik, katalog Mitas 2007
- 12) www.lesycr.cz
- 13) www.zetor.cz
- 14) www.uhul.cz