

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta životního prostředí
Katedra aplikované ekologie



Údržba lesní cestní sítě
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Jaroslav Tománek, Ph.D.

Vypracovala:
Tereza Střelková

Praha 2016

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Údržba lesní cestní sítě vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Podpis studenta:

PODĚKOVÁNÍ:

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Tománkovi, Ph.D. za poskytnuté odborné konzultace, cenné připomínky a rady.

ABSTRAKT:

Náplní této bakalářské práce je údržba lesní cestní sítě a vše kolem tohoto tématu, jako jsou opravy a rekonstrukce. Práce má formu rešerše a slouží jako souhrn informací o daném problému. Jejím hlavním cílem je pomoci zlepšit stav na lesních cestách a udržovat je v dobrém stavu. Práce má dvě části, první je rešeršní a druhá obsahuje vlastní výzkum. Ten probíhal na základě stanovení úseku, v němž probíhalo měření délky lesních cest a dále měření úseků poškození a následné procentuální porovnání poškození. Dle tohoto výzkumu lze zhotovit i předpokládaný finanční rozpočet na opravy a údržby těchto lesních cest.

Klíčová slova:

lesní cesty, odvodnění, údržba účelových komunikací

ABSTRACT:

This Bachelor work deals with maintenance of forest path network and everything related to this topic such as repairs and reconstructions. The work takes a form of a research and is to serve as a summary of information about the given problem. Its main aim is to help to improve condition of forest paths and keep them in a good condition. The work consists of two parts, the first is a research and the second my own research. It took place on the basis of setting a section where a measurement of forest paths length was carried out, then measurement of sections with damage, followed by percentage comparison of damage. Based on this research even an estimated budget for repair and maintenance can be set.

Key words:

forest paths, drainage, maintenance of tertiary roads

Obsah

ÚVOD:.....	7
CÍLE PRÁCE:.....	7
LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	9
1 LESNÍ A POLNÍ CESTY.....	9
1.1 LESNÍ CESTY.....	9
1.1.1 LESNÍ ODVOZNÍ CESTY.....	10
1.1.2 LESNÍ PŘIBLIŽOVACÍ CESTY.....	11
1.2 POLNÍ CESTY.....	12
2 KATEGORIZACE LESNÍCH A POLNÍCH CEST.....	14
2.1 KATEGORIZACE LESNÍCH CEST.....	14
2.1.1 DĚLENÍ PODLE DOPRAVNÍ DŮLEŽITOSTI A ÚČELU.....	14
2.1.2 DĚLENÍ DLE PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ.....	15
2.1.2.1 OZNAČOVÁNÍ TŘÍD A KATEGORIÍ LESNÍCH CEST.....	16
2.2 KATEGORIZACE POLNÍCH CEST.....	17
2.2.1 DĚLENÍ DLE VÝZNAMU.....	17
2.2.2 DĚLENÍ DLE NÁVRHOVÉ KATEGORIE.....	18
3 VÝZNAM LESNÍCH A POLNÍCH CEST.....	20
3.1 VÝZNAM LESNÍCH CEST.....	20
3.2 VÝZNAM POLNÍCH CEST.....	21
4 KONSTRUKCE LESNÍCH A POLNÍCH CEST.....	22
4.1 POPIS CESTY A NÁZVOSLOVÍ.....	22
4.2 STAVBA LESNÍCH A POLNÍCH CEST.....	24
4.2.1 ZEMNÍ PRÁCE.....	25
4.2.1.1 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE.....	25
4.2.1.2 VÝSTAVBA ZEMNÍHO TĚLESA.....	25
4.2.1.3 DOKONČOVACÍ ZEMNÍ PRÁCE.....	26
4.2.2 STROJE PRO ÚDRŽBU A OPRAVU CEST.....	27
4.2.3 STAVEBNÍ MATERIÁLY.....	33
5 OPRAVA, ÚDRŽBA A REKONSTRUKCE.....	36
5.1 LEGISLATIVA.....	36
5.2 OPRAVA LESNÍCH CEST.....	36
5.2.1 GENERÁLNÍ OPRAVY.....	37
5.2.2 EFEKTIVNÍ A ÚSPORNÉ TECHNOLOGIE.....	37
5.2.3 OPRAVY SVAHŮ.....	38
5.2.4 OPRAVY PŘÍKOPŮ.....	38
5.2.5 OPRAVY PROPUSTÍ.....	39

5.2.6	OPRAVY VOZOVKY	39
5.3	ÚDRŽBA LESNÍCH CEST	39
5.3.1	ÚDRŽBA CEST	40
5.3.2	ÚDRŽBA OKOLÍ CEST.....	41
5.3.3	ÚDRŽBA PŘÍKOPŮ	41
5.3.4	ÚDRŽBA KORUNY NEZPEVNĚNÝCH ZEMNÍCH CEST	42
5.3.5	ÚDRŽBA KRAJNIC	42
5.3.6	ÚDRŽBA ZEMNÍHO TĚLESA	43
5.3.7	ÚDRŽBA ZEMNÍ PLÁNĚ	43
5.3.8	ÚDRŽBA VOZOVKY	44
5.3.9	ÚDRŽBA ODVODŇOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	44
5.3.10	ÚDRŽBA PROPUSTÍ	45
5.3.11	ÚDRŽBA STAVEBNÍCH OBJEKTŮ	45
5.4	REKONSTRUKCE.....	45
6	ZIMNÍ ÚDRŽBA	47
6.1	STROJE A UDRŽOVACÍ POMŮCKY.....	47
	METODIKA	49
	VÝSLEDKY	50
	DISKUZE.....	57
	ZÁVĚR.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	61

ÚVOD:

Základem lesního obhospodařování, údržby lesních porostů a ostatních činností s tím spojených je kvalitní a dobře přístupná lesní cestní síť (infrastruktura).

Budování lesních cest je třeba provádět racionálně, pod čímž si lze představit hlavně optimální rozmístění tras lesních cest a s tím spojenou celkovou realizaci. Cesty by měly být plochou a rozlohou co nejmenší, zároveň však co nejvyužitelnější a nejpřístupnější, například lesním strojům a ostatním technologiím

V současné praxi se trvalé zpřístupnění řeší pomocí lesních odvozních cest, nejčastěji jsou to asfaltové vozovky, které se po náročné těžbě na rozdíl od nevybavených cest nemusí opravovat. Lesní cesty jsou podle technologického vybavení děleny do čtyř tříd (1L-4L), v každé třídě jsou využívány jiné metody údržby a tak hlavně díky tomu lze předpokládat potřebné finanční náklady na údržby a opravy. Na základě těchto poznatků a faktů vzniklo nemnoho odborných děl, která se zabývají právě tímto tématem, z odborné literatury např. (KLČ, 2010).

Hlavním cílem tohoto tématu je tedy zjistit, jak možná nejefektivněji opravy a údržby provádět, aby byly stálé, dlouhotrvající a co možná nejméně finančně nákladné, i přestože se v České republice nacházejí lesní cesty převážně nižších tříd. V současné době zabírají lesy a lesní plochy cca 35 % z celkové plochy našeho území, což činí přibližně 2 660 900 ha a plocha těchto pozemků stále mírně roste a s tím i budování cestní infrastruktury (EAGRI, 2015).

CÍLE PRÁCE:

Cílem mé práce bylo srozumitelné a podrobné popsání běžných metod údržby, opravy a rekonstrukce lesních cest a zhodnocení stavu některých z nich. Ve druhé části mé práce bylo cílem projít trasu dlouho cca 13 km, na které se nacházely cesty asfaltové, šterkové, zeminové a zemní cesty s provozním zpevněním a na těchto cestách zkoumat míru poškození daných objektů.

METODIKA:

Hlavní metodou mé rešeršní bakalářské práce „Údržba lesní cestní sítě“ je především vyhledávání a třídění dostupných informací a následně jejich přehledné zpracování. Při vyhledávání jsou použity internetové zdroje, databáze, literární zdroje z knihoven, normy a zákony. Dále jsem čerpala z materiálů nejrůznějšího charakteru, jako jsou vědecké a odborné časopisy, které se zabývají problematikou lesního hospodářství a lesních cestních sítí, ať už v podobě elektronické či tištěné.

Práce vychází z pokynů zadávajícího, kdy byla zadána klíčová slova, dle kterých jsem dohledávala potřebné informace.

LITERÁRNÍ REŠERŠE

1 LESNÍ A POLNÍ CESTY

1.1 LESNÍ CESTY

Za lesní cestu se považuje taková účelová komunikace, která je součástí lesní dopravní sítě a je určena k odvozu dříví, dopravě osob, materiálu, pro průjezd normálních i speciálních vozidel (např. požární či zdravotnická služba), ale může sloužit i k dalším účelům, např. turismu. Mnoho lesních cest, stezek a pěšin je značeno jako turistické trasy. V horských oblastech mohou sloužit i jako lyžařské magistrály, např. v Krkonoších či Jizerských horách. Lesní cesty spadají pod účinnost lesního zákona, a jakožto účelové komunikace spadají do práva bezplatného obecného užívání obvyklým způsobem a k obvyklým účelům pokud zákon nestanoví jinak. Na lesní cesty se vztahuje obecný zákaz vjíždět do lesa motorovými vozidly. Tento zákaz se nevztahuje na vlastníka a nájemce lesa. Vlastník lesa je oprávněn ze zákazu udělovat výjimky.

Velmi důležitou součástí lesního hospodářství je doprava, bez které se v lese nedají plnit základní potřeby a úkoly. Je důležitá nejenom pro pracovníky lesa, aby se měli jak dostat na pracoviště, ale hlavně pro provoz potřebných dopravních strojů, dovoz nářadí, materiálu, sazenic, hnojiva a další technologie. To vše je potřeba dostat do lesa a stejně tak důležitý je i vývoz z lesa. Jedná se především o vývoz dřeva, klestí a stromové kůry. Pro dopravní stroje je velmi důležité, aby lesní i polní cesty byly udržované a ekonomicky situované.

Z lesních cest je tvořena tzv. *sít' lesních cest*, která je rozdělena na prvotní a druhotnou síť lesních cest (taktéž dělení dle tříd lesních cest, viz níže). Všeobecně jsou do prvotní sítě zařazovány cesty odvozní, do druhotné pak cesty vývozní a přibližovací.

Jak již bylo zmíněno, je třeba, aby lesní cesty byly kvalitně udržované, v případě potřeby opravované. Také musí plnit všechny náležitosti pro bezpečnou a plynulou dopravu. V případě, že byla cesta již v minulosti opravována a nevyhovuje technickým požadavkům, je na řadě rekonstrukce a to buď částečná, nebo úplná. V případě úplné rekonstrukce se jedná o výstavbu nové cesty (ČSN 73 6108).

V dnešní době je převážná většina cest na dobré úrovni, avšak není tomu tak všude. Stroje, které využíváme k lesnímu hospodářství, dnes vyžadují daleko kvalitněji řešené cesty a to hlavně kvůli velkému zatížení, což dřívější technologie, převážně se využívaly koňské potahy, nevyžadovaly. Neudržované či zastaralé cesty neohrožují ale pouze bezpečnost práce, taktéž

velmi rychle přispívají k celkovému opotřebení a poškozování strojů a tím zvyšují náklady na lesní hospodářství. Nejefektivnějším řešením je udržovat cesty komplexně a hlavně pravidelně.

Lesní cesty neslouží pouze pro účely lesního hospodářství, jsou velkým přínosem např. pro rekreační a vzdělávací účely, jako jsou lesní školky a různé naučné stezky. Stejně tak je využívají lidé, kteří v dané oblasti žijí či podnikají a díky dobře přístupným cestám mohou obchodovat se svojí produkcí.

Z celkové výměry lesní půdy ČR 2 630 320 ha, zaujímají lesní cesty necelé 2 %, spolu s ostatními pozemky, jako jsou průseky, skládky a sklady dřeva, lesní školky a semenné plantáže, pozemky zastavěné provozními budovami apod. (GROSS et ROČEK, 2000).

Nejefektivnější je lesní cesta tehdy, pokud je plně vyhovující danému poslání tzn., že doprava po ní je bezpečná, rychlá, levná a pokud možno vždy zajištělná (SOBĚNOVSKÝ, 1957).

1.1.1 LESNÍ ODVOZNÍ CESTY

Lesní odvozní cesta, Obr. 1, je zpravidla jednopruhová účelová komunikace vytvářející dopravní spojení uvnitř lesních komplexů; z dopravního hlediska zaručuje bezpečný celoroční nebo sezónní provoz.

Základní struktura lesních odvozních cest vyplývá ze šetření lesního hospodářského plánu (LHP) a bývá stanovena metodou optimalizace lesní dopravní sítě.

Cesty odvozní jsou nejčastěji pokryté asfaltem či betonem, čímž se zařazují mezi nejkvalitnější lesní cesty, spadající do 1. a 2. třídy lesních cest (ČSN 73 6108).



Obrázek 1: Odvozní cesta Velká alej na Dvorecku (LESNÍ DRUŽSTVO CHRAŇBOŽ, 2016).

1.1.2 LESNÍ PŘIBLIŽOVACÍ CESTY

Tato cesta, Obr. 2, je vždy jednopruhová účelová pozemní komunikace vytvářející dopravní spojení uvnitř lesních komplexů; zpravidla spojuje přibližovací linky s odvozními cestami (ČSN 73 6108).

Cesty slouží zejména k vyvážení a přibližování dříví z lesa. Oproti cestám odvozním nejsou pokryty betonem či asfaltem, jsou tedy tvořeny horším materiálem. Pohybují se po nich velmi těžké stroje, které sváží dříví a ostatní lesní produkty na jedno odvozní místo, odkud si je přebírá odlehčená technika (ČSN 73 6108).



Obrázek 2: Přibližovací cesta s travním porostem (REINEROVÁ B., 2007).

1.2 POLNÍ CESTY

Polní cestu lze definovat jako účelovou, směrově nerozdělenou komunikaci, která slouží zejména zemědělské dopravě a může plnit i jinou dopravní funkci, jako cyklistická stezka nebo stezka pro pěší. Polní cestou se nazývá cesta nejen mezi poli, ale i jinde ve volné krajině. Obvykle je to zpevněná i nezpevněná komunikace v krajině, která není evidována jako silnice ani jako místní komunikace a umožňuje provoz motorových vozidel; pokud neumožňuje, označujeme ji jako stezku či pěšinu. Polní cesty a vegetace kolem nich dotváří ráz krajiny a zvyšují její biodiverzitu, trvalým a výrazným způsobem ohraničují pozemky a katastrální území. Mohou mít také význam v protierozní ochraně půdy a vodohospodářství (ČSN 73 6109). Polní cesty úzce souvisejí s cestami lesními a to nejenom proto, že se na ně v mnoha úsecích napojují, ale i proto, že mají velmi podobné funkční plnění. Polní cesty většinou nejsou pokryty žádným zpevňovacím materiálem, dá se říct, že je poznáme hlavně podle vyježděných kolejí

od těžké hospodářské techniky, ale v případě, že slouží, jako vyústění cesty na silnici, mohou být pokryty např. betonem či asfaltem (Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1991).

2 KATEGORIZACE LESNÍCH A POLNÍCH CEST

2.1 KATEGORIZACE LESNÍCH CEST

2.1.1 DĚLENÍ PODLE DOPRAVNÍ DŮLEŽITOSTI A ÚČELU

<i>DĚLENÍ LESNÍCH CEST DLE DOPRAVNÍ DŮLEŽITOSTI A ÚČELU</i>				
Třída	Značení	Min. šířka jízdního pruhu (m)	Volná šířka cesty (m)	Max. podélný sklon nivelety (%)
1.	1L	3	4	10 - 12
2.	2L	2,5	3,5	12
3.	3L	není dána	3	není
4.	4L	není dána	1,5	není
lesní stezky	/	/	/	/
lesní pěšiny	/	/	/	/

Tabulka 1: Dělení lesních cest podle dopravní důležitosti a účelu (ČSN 73 6108).

Lesní cesty dělíme dle dopravní důležitosti a účelu do čtyř tříd, viz Tab. 1. Zařazování do jednotlivých tříd vychází z:

- požadovaného druhu dopravy a z uvažované návrhové intenzity dopravního provozu,
- morfologie terénu,
- dopravního šetření a z výsledku průzkumu optimalizace lesní dopravní sítě (ČSN 73 6108).

a) **lesní cesty 1. třídy:** Jedná se o odvozní cesty umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz návrhových vozidel (za předpokladu zimní údržby). Cesty jsou vždy opatřeny vozovkou z různých stavebních materiálů.

b) **lesní cesty 2. třídy:** V této kategorii se nachází odvozní cesty umožňující svým prostorem a nezbytnou technickou vybaveností alespoň sezónní provoz návrhových vozidel. Povrch cesty se doporučuje podle únosnosti podložních zemin opatřit provozním zpevněním nebo

jednoduchou vozovkou s prašným povrchem. Na únosných podložích mohou být i bez provozního zpevnění.

c) **lesní cesty 3. třídy:** Přibližovací cesty sloužící k vyvážení a přibližování dříví, sjízdné pro traktory i speciální vyvážecí a přibližovací prostředky. V příznivých podmínkách je možný průjezd terénních vozidel. Omezujícím faktorem je podélný sklon, únosnost podložních zemin a jejich náchylnost k erozi. Povrch může být opatřen provozním zpevněním, částečným provozním zpevněním nebo je bez zpevnění. Technická vybavenost je omezena jen na zpevnění povrchu, zlepšení podloží a na nutné odvodnění.

d) **lesní cesty 4. třídy:** Přibližovací cesty a přibližovací linky, které slouží k soustředování vytěženého dříví z porostu nebo části porostu. Jsou vedeny zpravidla po spádnicích. Povrch je vždy nezpevněný, zpravidla se neodstraňuje ani vrchní organická vrstva. Zemní práce se provádějí jen ve výjimečných případech (ČSN 73 6108).

2.1.2 DĚLENÍ DLE PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ

Toto dělení úzce souvisí s dělením lesních cest podle dopravní důležitosti a účelu. Lesní cesty jsou do jednotlivých tříd zařazovány dle různých kritérií. Těmito kritérii jsou: specifická šířka vozovky a zpevnění, volná šířka koruny, podélný a příčný sklon, minimální poloměry směrových a výškových oblouků atd. Dle tohoto uspořádání cesty členíme do jednotlivých kategorií, které jsou charakterizovány zlomkem X/Y, kde číselník zlomku představuje volnou šířku koruny v metrech a jmenovatel návrhovou rychlost v kilometrech za hodinu. U 4. třídy se uvádí pouze volná šířka cesty (ČSN 73 6108).

2.1.2.1 OZNAČOVÁNÍ TŘÍD A KATEGORIÍ LESNÍCH CEST

Lesní cesty jsou značeny dvěma znaky- číselným a písemným. Tyto znaky nám charakterizují dopravní důležitost cesty a za pomlčkou se nachází zlomek, charakterizující prostorové uspořádání cesty a také návrhovou rychlost. Číselný znak nám značí třídu cesty, písemný znak „L“ značí, že se jedná o lesní cestu:

lesní cesty 1. třídy 1L-X/Y,

lesní cesty 2. třídy 2L-X/Y,

lesní cesty 3. třídy 3L-X/Y,

lesní cesty 4. třídy 4L-X (ČSN 73 6108).

Cesta, která nespĺňuje všechny charakteristické rysy dané třídy a kategorie, které jsou pro ni nezbytné, je přeřazena do třídy nižší.

druh	třída	provozní způsobilost	min. šířka	max. spád	min. R	druh povrchu	účel a použití	poznámka
			m	%	m			
odvozní cesty	1L	trvalá	4,0	10-12	15	Bezprašná vozovka živičná, betonová, kalená)	Celoroční provoz při odvozu návrhovým vozidlem dle ČSN 73 61 08	Tech. Vybavenost dle ČSN 73 61 08
	2L 1	Sezónní až trvalá	3,5	10-12	15	Jednoduchá vozovka s prašným povrchem nebo provozní zpevnění	Sezónní odvoz dříví pro návrhové vozidlo dle ČSN 73 61 08	- „ -
	2L2	Sezónní	3,5	8-10	15	Na únosných podložích zemní, bez provozního zpevnění	Sezónní odvoz dříví	Nezbytná technická vybavenost
Přibliž. cesty a linky	3L	Sezónní	3,0	8-10	15	Zemní, může být i částečné provozní zpevnění	Přibližování traktory vyvážení vyvážečemi soupravami	Omezená technická vybavenost
	4L		1,5		-	Zemní, bez odhumusování	Přibližování traktory, koněm	Bez technické vybavenosti

Tabulka 2: Charakteristiky lesních cest (ÚHUL,[s.a.]).

V Tab. 2 je názorně vidět třídění lesních cest a jejich jednotlivou charakteristiku, jako je druh povrchu, účel a použití a provozní způsobilost.

2.2 KATEGORIZACE POLNÍCH CEST

2.2.1 DĚLENÍ DLE VÝZNAMU

Polní cesty dělíme dle ČSN 73 6109 do třech kategorií:

a) *hlavní polní cesty*

Tyto cesty mají mnoho funkcí, pro lesní a polní hospodářství je ale nejdůležitější z nich soustředování a napojování z vedlejších polních cest. Mohou být ale napojeny i na klasické místní komunikace či silnice, převážně III. třídy, II. třídy výjimečně. Kromě cest a silnic mohou přivádět dopravu i z přilehlých pozemků. Hlavní polní cesty jsou až na výjimky celoročně sjízdné a zpevněné, nejčastěji asfaltem, což je velká výhoda, stejně jako i to, že plní taktéž funkci protierozního prvku. Dělíme je na *jednopruhové*, ty jsou v praxi častější a *dvoupruhové*, ty pouze v ojedinělých odůvodněných případech. Není také výjimkou, že propojují i celá katastrální území či sousední obce (ČSN 73 6109).

b) *vedlejší polní cesty*

Mají prakticky stejné funkce, jsou napojeny na hlavní cesty a soustřeďují dopravu z přilehlých pozemků, místních komunikací, zemědělských udedlostí a silnic III. třídy, II. třídy opět výjimečně. Taktéž jsou zpravidla zpevněné, není to však podmínkou, ovšem narozdíl od polních cest hlavních nejčastěji šterkem a mohou plnit i funkci protierozního prvku v krajině. Tyto cesty jsou pouze *jednopruhové* (ČSN 73 6109).

c) *doplňkové polní cesty*

U těchto cest není podmínkou celoroční sjízdnost, naopak jsou většinou pouze pro sezónní využití. Nejčastějšími funkcemi jsou komunikační propojení a to buď v rámci půdního celku jednoho vlastníka a nebo přírodní hranice mezi pozemky několika vlastníků. Tyto cesty jsou obvykle nezpevněné a proto zde při špatných meteorologických podmínkách hrozí horší sjízdnost a celková manipulace s vozidly. Na druhou stranu působí lépe vizuálně v krajině a nepůsobí dojmem umělého lidského výtvaru. Tyto cesty jsou taktéž pouze *jednopruhové* (ČSN 73 6109).

Rozdělení polních cest dle významu:			
Typ polní cesty	Návrhová šířka (m)	Návrhová rychlost (km/hod)	Velikost svozové oblasti (ha)
Hlavní	4 - 7	30 - 50	50 - 500
Vedlejší	3,5 - 4,5	30	50 - 200
Doplňkové	3 - 3,5	30	/

Tabulka 3: Rozdělení polních cest (ČSN 73 6109).

Jednotlivé typy cest viz Tab. 3 , mají různou návrhovou šířku, návrhovou rychlost a objem svozové oblasti. Cesty hlavní, které jsou tedy nejkvalitnější, jsou zároveň nejširší a pojmu největší svozovou oblast vč. rychlosti.

2.2.2 DĚLENÍ DLE NÁVRHOVÉ KATEGORIE

Návrhová kategorie obsahuje zlomek, kde čítec obsahuje písemný znak označující polní cestu (P) a jmenovatel je pak návrhová rychlost v kilometrech za hodinu (km/hod).

Návrhová kategorie je volena v závislosti na významu polní cesty, předpokládaném dopravním zatížení a charakteristice území (ČSN 73 6109).

Je nutné, aby každá cesta měla při navrhování do dané kategorie všechny určující znaky v celé své délce a to na celém území, nejenom v úseku obce. Výjimkou jsou tzv. *slepé cesty*, které mohou mít např. do půlky znaky jedné kategorie a ke konci znaky nižší kategorie. Tyto cesty mohou být ukončeny nižší kategorií.

Rozdělení polních cest dle návrhové kategorie:			
Hlavní *		Vedlejší **	Doplňkové ***
Dvoupruhové	Jednopruhové	Jednopruhové	Jednopruhové
P 7,0/50	P 5,0/30	P 4,5/30	P 3,5/30
P 6,5/50 **	P 4,5/30 **	P 4,0/30 **	P 3,0/30
P 6,0/40	P 4,0/30	P 3,5/30	/
* U zpevněných polních cest se navrhuje krajnice 2 x 0,50 m.			
** Doporučená návrhová kategorie pro tento typ polní cesty.			
*** Doplnkové polní cesty se navrhují zpravidla bez krajnic.			

Tabulka 4: Rozdělení polních cest podle kategorie (ČSN 73 6109).

3 VÝZNAM LESNÍCH A POLNÍCH CEST

3.1 VÝZNAM LESNÍCH CEST

Lesy jako takové vždy zaujímaly převážnou část našeho území. Jejich primární funkce byla a je těžba a získávání surovin. Postupně byly uvnitř lesů vytvářeny a stavěny lesní cesty, které měly ulehčit *zpřístupnění* pro člověka. V dnešní době můžeme říct, že funkce zpřístupnění je pro člověka naprosto zásadní a to hlavně kvůli dosažení cílů hospodaření v lesích. Lesní výroba je na těchto cestách závislá a bez nich by byla realizována velmi těžko a hlavně za delší časové intervaly.

Při stavbě lesních cest se však musí brát ohled na několik zásadních faktorů, jako je/jsou geologická poloha, klimatické podmínky a další. Co se týče lesního hospodářství a dopravy, lesní cesta se stává o to efektivnější, pokud je vyvedena nebo se napojuje na veřejnou dopravní síť či vede k zemědělským pozemkům přímo. Zpřístupnění lesa pomocí lesních cest není důležité jenom pro lesní hospodářství, ale také např. pro *rekreaci* či *turistiku*. V celé lesní cestní síti jsou propleteny turistické stezky, cyklotrasy, odpočívadla, naučné stezky a jiné, které plní funkci *vzdělávací*. Tu např. podporují lesní školky, kde je možno sledovat založení a vývoj lesa. Stejně tak jako cesty polní, mohou i cesty lesní plnit pro člověka nejenom přístup k obydlí, ale i třeba umožnění či usnadnění podnikání s lesními surovinami. Velmi důležitou funkcí, obzvláště pro krajinu, je plnění funkce *protierozního prvku* a zadržování vody v krajině. V případě, že je les vykácen a cesty zničeny, nepřicházíme jen o velkou ztrátu kyslíku a surovin, ale přihlížíme i začátku eroze. Největší část vody v přírodě zadržují právě kořenové systémy, a pokud dopustíme vykácení velké oblasti, můžeme očekávat nejenom záplavy vody v údolí, na polích a ve městech, ale také zhoršenou funkci půdy.

Lesní cesty se také využívají pro zemědělství, těžbu surovin, cestovní ruch či zdravotní službu (PICMAN et PENTEK, 1998).

Abychom mohli lesní cesty k těmto všem účelům využívat, je třeba se o ně komplexně a pravidelně starat, protože nefunkční a neopravované cesty působí více škody než užitku a to jak škody hmotné, tak v horším případě i škody na lidském zdraví.

3.2 VÝZNAM POLNÍCH CEST

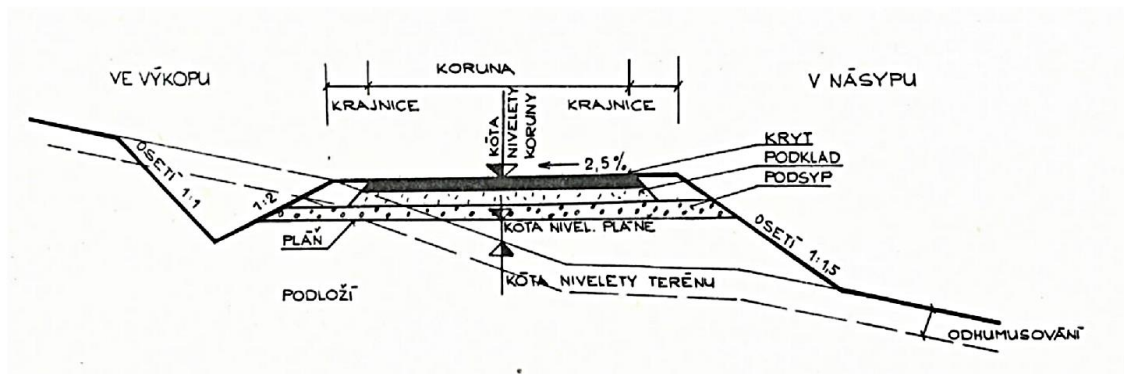
Polní cesty pro nás mají velmi mnoho významů a funkcí. Z pohledu člověka je nejzákladnější funkcí polních cest, ať už k lidským obydlím či jiným pozemkům, *zpřístupnění*. Tuto funkci mají lesní a polní cesty společnou. Polní cesty jsou zvláště užitečné a využívané na okrajích měst či vesnic, které jsou situované v krajině, kde silnice vede např. pouze jako hlavní vjezd do města/obce. S tím souvisí i funkce *napojování* cest na silnice, místní komunikace a lesní dopravní síť, což je využitelné zejména pro lesní a polní hospodářství.

Obecně můžeme říct, že polní cesty *propojují* důležité body a prvky v krajině a slouží také jako *ohraničení* nejenom vlastnických pozemků, ale i katastrálních území či hranic měst či vesnic.

Na polních cestách je obecně povolen vjezd vozidel, až na výjimky, více se tyto cesty však využívají jako turistické trasy, cyklotrasy či pro pěší *turismus*, což je opět společná funkce s cestami lesními. Co se týče dopravní infrastruktury, v zastavěných částech měst/obcí mají tyto cesty snížit její průjezdnost a dále mají omezit potřeby využívání silnic k účelové dopravě. Můžeme ale říct, že funkce těchto cest jsou kromě ekonomických a hospodářských také ekologické, estetické, krajinářské a mnoho dalších (ČSN 73 6109).

4 KONSTRUKCE LESNÍCH A POLNÍCH CEST

4.1 POPIS CESTY A NÁZVOSLOVÍ



Obrázek 3: Příčný řez hlavní polní cesty (DOBIÁŠ J., 1984).

Na Obr. 3 můžeme vidět příčný profil hlavní polní cesty s jejími nejdůležitějšími součástmi.

Zde jsou základní pojmy týkající se cest a jejich údržby:

Aktivní zóna - Horní vrstva zemního tělesa na násypu i v zářezu tloušťky zpravidla 0,5 m, do níž zasahují vlivy zatížení i klimatu. Pro tuto vrstvu se požadují přísnější kvalitativní parametry oproti ostatním částem zemního tělesa (HRDOUŠEK et al., 2006).

Cesta - Je to místní nebo účelová pozemní komunikace, oproti silnici je zpravidla nižší třídy a kvality. Může být zpevněná či nezpevněná a většinou je jednopruhová. Pohybovat se na ní mohou automobily, stroje, potahy či jednostopá vozidla. Pro chodce a cyklisty je naopak určena stezka či pěšina (ČSN 73 6101).

Grejdr - Jedná se o stavební stroj, který je samojízdný a je určen ke srovnávání velkých ploch při zemních pracích. Nejčastěji je užíván ke srovnávání pláň zemního tělesa (VANĚK A., 2003).

Koruna cesty - Vozovka+krajnice.

Krajnice - Je to krajní část koruny pozemní komunikace, která není určena k jízdě vozidel. Skládá se ze zpevněné a nezpevněné části a vjet se na ní smí jen při zastavení, stání, objíždění, odbočování, otáčení či vyhýbání, je však nutné dbát zvýšené opatrnosti (Zákon č. 361/2000).

Niveleta silniční komunikace - Pod tímto pojmem se rozumí průmět křivky trasy do svislé plochy proložené osou pozemní komunikace. Příslušný výkres se nazývá *podélný profil* a je to do roviny rozvinutý řez svislou plochou. Niveleta obvykle probíhá středem vrchního povrchu komunikace (HOLCNER, 2005).

Osa silniční komunikace - Je to směrová složka nebo půdorysný průmět trasy. Polohově je umístěna uprostřed průběžného jízdního pásu na směrově rozdělených silnicích nebo uprostřed středového dělicího pásu. Osa je vedena tak, aby trasa působila plynulým dojmem a těleso komunikace bylo co nejdokonaleji včleněno do krajiny. Je tvořena přímými úseky v kombinaci se směrovými oblouky (SPSSTAV, [s.a.]).

Podélný sklon nivelety - Řídí se členitostí území a od návrhové rychlosti jsou odvozeny největší dovolené hodnoty podélného sklonu. U dlouhých úseků s velkými sklony se navrhuje únikové zóny. K zajištění odtoku povrchové vody podél okraje vozovky se základním příčným sklonem 2,5 % navrhujeme podélný sklon nejméně 0,5 % (SPSSTAV, [s.a.]).

Podloží - Vrstva ležící na povrchu země, nejčastěji tvořená jílem, pískem nebo pevnou skálou (Zákon č. 361/2000).

Příkop - Je otevřené odvodňovací zařízení, které je vedeno v podélném směru komunikace. Příkopy převážně slouží k soustředění a odvodu vody srážkové, která přitéká korunou cesty a také z přilehlých svahů. Hloubka příkopu je přes 30 cm (Zákon č. 361/2000).

Rigol - Je otevřené odvodňovací zařízení, které je podmíněno šířkou nejméně 600 mm a hloubkou dna do 300 mm. Je zpravidla z betonu, kamenných tvárnic či jiného materiálu. Krajnicový rigol je taktéž součástí vozovky. Náklady na stavbu rigolu jsou velmi vysoké a proto se staví jen v odůvodněných případech (Zákon č. 361/2000).

Svodidlo - Je záchytné bezpečnostní zařízení nacházející se na pozemní komunikaci. Jeho smyslem je navrátit kolo vozidla do přímého směru pozemní komunikace. Je vyrobeno nejčastěji z oceli a tak dokáže odolat i velkým nárazům (Zákon č. 361/2000).

Svodnice - Jsou to příčná odvodňovací zařízení, určená pro povrchové odvádění vody z koruny cesty. Zhotovují se většinou z kuláčů nebo z opracovaného dřeva. Osy svodnic leží v průměrné výšce vozidlových náprav (HANÁK et al., 2008).

Vozovka - Je to část komunikace určená především pro jízdu vozidel. Součástí vozovky jsou jízdni pruhy, které jsou barevně značené. Důležitou částí vozovky jsou krajnice a odvodňovací zařízení. Vozovka, zejména na lesních cestách může být zpevněná, např. štěrkem, kameny či jinými materiály nebo může být i nezpevněná. Nezpevněná vozovka je typická pro cesty vzniklé vyježděním (Zákon č. 361/2000).

Zemní pláň - Upravená povrchová plocha uzavírající zemní těleso a určená ke zřízení vozovky a krajnicového či jiného zpevnění. Pro zemní pláň jsou předepsané minimální sklony a zásady úprav (Zákon č. 361/2000).

Zemní těleso - Je to součást tělesa silniční komunikace vzniklá zemními pracemi. Dělíme ho na tři typy podle vzniku:

1. *zářez* - zemní těleso vzniklé vytěžením a odstraněním rostlé zeminy do úrovně pláně,
2. *výkop* - zemní objekt tvarující se vykopávkou se současným tvořením svahů a dna s jejich případným urovnáním a roubením,
3. *šachta* - hloubený výkop, jehož plocha půdorysu nepřesáhne 36 m² a jehož největším rozměrem je hloubka měřená v jeho ose jako svislá vzdálenost dna od průsečíku s úrovní vodorovného přemístění (RADIMSKÝ, [s.a.]).

4.2 STAVBA LESNÍCH A POLNÍCH CEST

Ještě před samotným navrhováním a stavbou cesty je třeba si důkladně promyslet, za jakým účelem bude cesta stavěna, k čemu bude sloužit. Velké rozdíly jsou mezi cestami se sezónním provozem a cestami s provozem celoročním. Je nezbytné zjistit si geologické podmínky v místě stavby, ověřit si typ místní zeminy, navrhnout dostatečné zatížení cesty, určit kryt vozovky apod. Dále probíhá projektování, které navazuje na plánování a geologické průzkumy.

4.2.1 ZEMNÍ PRÁCE

Zemní práce na liniových dopravních stavbách lze definovat jako stavební činnost, jejímž výsledkem je zemní těleso komunikace, které je tvořené nejčastěji zářezy, odřezy a násypy. Jako stavební materiál je využívána zemina, jejímž vlastnostem se přizpůsobuje technologie provádění, zahrnující především její ukládání do nových tvarů.

Tyto práce jsou nejpodstatnější fází výstavby pozemní komunikace. Nejenom, že mají vliv na ekonomiku a jsou rozhodující při výsledné kvalitě celkového díla, ale jsou také novým krajínotvorným prvkem s dlouhodobou existencí (HANÁK et al., 2008).

4.2.1.1 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Za přípravné práce se považují všechny úkony a práce, které je nezbytně nutné vykonat před zahájením stavby zemního tělesa:

1. *odstranění porostů a stromů* - tyto činnosti provádí lesní závod či organizace, na jehož území je stavba lesní cesty ukutečňována,
2. *odstranění pařezů* - toto je povinností dodavatele stavby, prováděno dozery, hydraulickými bagry či pomocí trhavin,
3. *odhumusování* - deponace mimo obvod stanoviště, možnost využití k jiným potřebám v lesním hospodářství,
4. *odvodnění staveniště* - sanace zamokřených úseků, sváženin, podchycení vývěrů spodní vody,
5. *geodetické práce* - vytyčení stavby v terénu, značení zemního tělesa, vytyčení osy cesty, vytyčení obvodu staveniště z příčných řezů (HANÁK et al., 2008).

4.2.1.2 VÝSTAVBA ZEMNÍHO TĚLESA

Před samotnou výstavbou zemního tělesa je nutné vypracovat návrh, který musí být v souladu s normou ČSN 73 6101 a musí odpovídat stanoveným požadavkům, z hlediska rozměru a tvaru.

Podle geotechnické kategorie a stupně zpracované dokumentace stavby se posouzení provede:

- a) výpočtem,
- b) použitím vzorových řešení,
- c) experimentálními modely,
- d) observační metodou,
- e) odborným odhadem (HRDOUŠEK et al.,2006).

Stavba zemního tělesa se považuje při určitých kritériích za nenáročnou. Těmito kritérii je výška násypu či hloubka zářezu, která musí být menší než 3 m a sklon původního terénu, který nesmí přesáhnout 10 %. Mimo tato kritéria je stavba zemního tělesa považována za náročnou a rovněž tak v případech, kdy by zemní těleso s vyhovujícími kritérii ohrožovalo stabilitu přilehlého území nebo by mohlo vyvolat nepřiměřené deformace staveb v okolí (HRDOUŠEK et al.,2006).

4.2.1.3 DOKONČOVACÍ ZEMNÍ PRÁCE

Mezi dokončovací zemní práce při výstavbě cest patří:

1. **svahování** výkopových a násypových svahů, které je prováděno buď stroji, jako jsou grejdry, teleskopická rypadla či univerzální dokončovací stroje nebo ručně. Kontrola správného svahování je pak prováděna pomocí třimetrové latě, pod kterou je maximální přípustná prohlubeň 50 mm. Svahování se neprovádí u svahů násypů z kamenných sypanin a ve skalních výlomech.
2. **podélné odvodňovací příkopy**, které jsou budovány strojně pomocí grejdrů a hydraulických rypadel nebo ručně. Podmínkou jsou rovné stěny a dna, které musí být zároveň plynulé a bez prohlubenin.
3. **úprava zemní pláně**, kde je konečná úprava prováděna srovnáním za pomoci grejdrů a přehutněním hladkým válcem.

4. **oseť zářezových a násypových ploch travním semenem**, které má sloužit především k zabránění vzniku povrchové eroze a estetickému začleňování cesty do krajiny. Osev je nanášen buď přímo, nebo po rozprostření vrstvy humusu.
5. **zřízení zemních krajnic** je prováděno až po dokončení stavby cesty, a to dosypáváním a hutněním. Povrch může být dále upraven grejdrem, což už se ale u současně budovaných cest neprovádí, jelikož současné cesty jsou navrhovány v celé šířce koruny cesty (HANÁK et al., 2008).

4.2.2 STROJE PRO ÚDRŽBU A OPRAVU CEST

Stavební stroje jsou pro nás při stavbě cest bezpodmínečně nutné a je to dané i vývojem techniky. Dříve se lidé museli spolehnout převážně na tažnou zvěř a vlastní sílu a cesty nebyly zdaleka tak kvalitní.

Tyto stroje nám slouží k ulehčení, zkvalitnění a zrychlení práce při úkonech jako je zhutňování, odstranění pařezů, úprava pláně, těžba a odhumusování, ale také při opravě a údržbě cest.

- **BAGRY** nebo také rypadla či exkavátory jsou těžké stavební stroje, které slouží k těžbě, přemísťování hornin či vytváření zemního tělesa lesních cest. Základními částmi jsou podkop s lopatou (pracovním zařízením), kabina s pracovištěm obsluhy a podvozek. Základní dělení:

- a) **hydraulické bagry** - v ČR je jejich využití omezeno na úpravy koryt toků, hloubení rýh a jam, těžení zemin nebo zpevňování cest. Jednotlivé pracovní funkce jsou ovládány hydraulickými válci.
- b) **lanové bagry** - pracovní zařízení je zavěšeno na lanech, rovněž jeho pohyb při těžbě je vyvolán pomocí lan. Nejčastější využití je těžba materiálu ze dna vodních toků a nádrží a těžba písku v pískovnách (VANĚK A., 2003).

Další zvláštní druhy bagrů jsou bagr sací, korečkové rypadlo, kráčivý bagr či bagr na pásovém či kolovém podvozku.

- **GREJDRY** neboli srovnávače jsou samojízdné stavební stroje, které jsou určeny především ke srovnávání velkých ploch při zemních pracích, rovnání zeminy a sypké hmoty při stavbě cest, ke svahování či hloubení příkopů. Velkou výhodou tohoto stroje je možnost otočit se do libovolné polohy ve vodorovné rovině, točit se do různých poloh v odkloněných rovinách a měnit výšku záběru. Grejdr může mít buď vlastní pohon, nebo je tažený, tzv. nesený grejdr za traktor (VANĚK A., 2003).

a) **nesený grejdr** - jedná se o nesený stroj, který je vhodný pro úpravu lesních a polních cest, rovnání stavebního podkladu, úklid sněhu, zahrnování výkopů či pro potěžební úpravy (N.O.P.O.Z.M. Slatiňany, 2016).



Obrázek 4: Nesený grejdr (N.O.P.O.Z.M s.r.o., 2016).

- **STROJE NA ČIŠTĚNÍ KRAJNIC** mají za úkol odstraňovat přebytečný nános plevelu, bahna či zbytkového posypového materiálu z okrajů silnic či cest, což je velmi důležité pro samotnou bezpečnost na nich samých. K těmto úkonům se využívají *frézy*, *agresivní kartáče* či *sekačky*.

a) **Frézy na krajnice bez nakládání materiálu** - nenakládají frézovaný materiál na korbu, ale odhazují ho většinou pod okraj vozovky či do okolního prostoru, tudíž jsou vhodné do míst, kde odhazovaný materiál nezpůsobí potíže. Jejich velkou výhodou je malá hmotnost, okolo 300 kg bez hydraulického ramene, rozměry a jednoduchá konstrukce vozu (VANĚK A., 2003).

b) **Frézy na krajnice s nakládáním materiálu** - jsou vybaveny vynášecím pásem, který materiál dopravuje na korbu vozidla, a díky tomu jsou vhodné do míst, kde je potřeba vyfrézovaný materiál ihned odvézt. Pro odstranění nánosů materiálů na krajnicích se nejčastěji využívá *radlice pro úpravu krajnic*, většinou vyrobená z oceli, či *frézovací šnek*. K vyčištění vozovky potom slouží *válcový zametací kartáč*, který je taktéž součástí stroje (VANĚK A., 2003).

c) **Agresivní kartáče** - slouží pro odstraňování plevelu a hrubých nečistot, které jsou usazené u kraje vozovky. Kartáč je vyráběn z ocelových lan, má nastavitelný pracovní záběr a je součástí komunálního vozidla (VANĚK A., 2003).



Obrázek 5: Agresivní kartáč AKP 800 (MTM TECH s.r.o., 2016).

- **STROJE NA ČIŠTĚNÍ PŘÍKOPŮ** slouží k čištění, zakládání a prohlubování příkopů kolem krajnic vozovek či okolních a přilehlých svahů. Nejčastěji jsou využívány *příkopové frézy*, *příkopové lopaty* či *speciální příkopové sekačky*.
 - a) **Příkopové frézy** - jsou přídavná zařízení pro rypadla či traktory, které slouží pro vytváření či spravování příkopů, přičemž hlavní součástí je frézovací hlavice.
 - b) **Příkopové lopaty** - jsou taktéž přídavná zařízení sloužící k čištění a hloubení profilových příkopů. Jsou vyráběny z pevných a otěruvzdorných materiálů a jsou napojeny na nosič.
 - c) **Speciální příkopové sekačky** - jsou další z přídavných zařízení k údržbě cest a komunikací, jsou nesené zpravidla na traktoru. Jejich dosah se pohybuje mezi 6-11 m (STAVES, [s.a.]).

- **HUTNÍCÍ STROJE** jsou využívány za účelem zvýšení únosnosti materiálu, zamezení sesedání, předcházení poškození mrazem, zlepšování stability a omezování propustnosti vody. Zde jsou využívány *vibrační desky, řezačky spár, betonu a asfaltu, vibrační silniční válce či zařízení pro zalévání spár.*

a) **Vibrační desky** - skládají se z ocelové desky, na které je umístěn vibrátor poháněný motorem. Jedná se o stroje univerzální, tzn., jsou použitelné pro všechny typy hutnicích prací. Dělí se na jednosměrné, reverzní, říditelné a nesené (ATLAS COPCO, 2014).

b) **Řezačky spár, betonu a asfaltu** - jsou určeny pro řezání betonových či živičných povrchů, které je nejčastěji prováděno před zahájením oprav vozovek nebo výkopových prací. Jedná se o ruční stroj na principu sekačky poháněný většinou benzínem (ATLAS COPCO, 2014).

c) **Vibrační silniční válce** - hlavním principem těchto strojů je působení statické váhy a dynamické síly na podloží. Slouží především pro zhutnění směsných a nesoudržných materiálů (ATLAS COPCO, 2014).

d) **Zařízení pro zalévání spár** - zalévání spár je prováděno v několika krocích. Spára je nejprve tlakem vzduchu vyčištěna od nečistot, dále je pomocí horkého vzduchu aktivován povrch a poté je aplikována horká asfaltová zálivka. Dále je spára posypána protismykovou hmotou a bezprostředně poté je možné místo již opět zatížit dopravou, což je velkou výhodou (ATLAS COPCO, 2014).

- **UNIVERZÁLNÍ ŽACÍ RAMENA, SEKAČKY A KŘOVINOŘEZY** se využívají zejména v místech, kde je třeba provést opravu či údržbu, avšak kvůli hustému porostu to není možné. Dále se díky nim provádí úpravy svahů a zatravněných ploch v blízkosti vozovek a cest.

a) **Univerzální žací ramena** - jedná se o přídatné zadní či přední zařízení nesené na traktoru, fungující na principu sekačky.

b) **Sekačky** - dělí se na ovládané obsluhou, na dálkové ovládání (nejčastěji využívané ve strmých svazích) viz Obr. 6 dole a podsvodidlové sekačky (využívané pro sečení ploch pod svodidly).

c) **Mulčovače** - jsou to stroje určené pro sečení a mulčování trávy nejčastěji do míst, kde není nutné dále posekanou trávu zpracovávat. Dělí se na plošné, příkopové, dálkově řízené či stranové mulčovače.

d) **Křovinořezy** - jsou ruční stroje určené k prosekání takových míst, kde není možno použít běžné žací stroje (DAKR, 2012).



Obrázek 6: Rádiem řízená pásová sekačka (ROBOFLAIR, 2016).

- **RUČNÍ NÁSTROJE** jako jsou motyky, krumpáče, rypadla, motorové pily, klasické pily a sekery. Slouží pro menší manuální práce.

- **STROJE PRO ZIMNÍ ÚDRŽBU** mají za úkol především odklízet nanesený sníh. Tyto stroje mohou být buď ruční s pohonem, nebo jako přídatné zařízení za traktor.
 - a) **Sněhové bubnové frézy** - jsou vhodné pro odstraňování souvislé vrstvy sněhu. Dělí se dle možností na vyhazovací nebo nakládací a hydraulické či ručně ovládané.
 - b) **Sněhové odřezávače** - jsou zařízení sloužící pro průjezdnost a odklizení sněhové vrstvy na vozovce. Nejčastěji využívají vyhazovací komín pro ukládání sněhu na určené místo.
 - c) **Sypače s pluhem** - jsou stroje, které odhruňují sníh a současně posypávají povrch vozovky. Výhodou těchto strojů je právě jejich multifunkce, která zajistí, že za kratší čas bude ošetřeno větší množství povrchu vozovek (AGROCAR, 2013).

4.2.3 STAVEBNÍ MATERIÁLY

Asfalt

Asfalt můžeme rozdělit na několik druhů a těmi jsou asfalty ropné, přírodní, modifikované, emulze a ředěné asfalty. Jeho velkou výhodou je, že je ve vodě téměř nerozpustný a mrazuvzdorný, avšak při nízkých teplotách křehký. Využívá se k výstavbě, údržbě, recyklaci a opravě vozovek. Mezi výrobky z asfaltu patří asfaltové emulze, ředěné asfalty, asfaltové suspenze či tmely, laky a zálivky (SVOBODA L. et al., 2013).

Asfaltové emulze

Asfaltové emulze slouží nejenom na spravování výtlučků a okrajů vozovek a cest, ale také jako spojovací postřiky. Jejich využití je vysoce hospodárné a ekologické a proto se u nás staly velmi oblíbenými. Mezi velké výhody těchto emulzí patří zpracování asfaltu studenou cestou, nemožnost vniknutí látek do půdy či nulové nebezpečí popálení a exploze (PARAMO, [s.a.]).

Asfaltové suspenze

Jsou to vodné emulze, které jsou velmi oblíbené pro svou dobrou přilnavost k povrchům. Využívají se hlavně k údržbě asfaltových povlakových krytin, k těsnění, tmelení spár, výspravy vozovek a jako spojovací postřiky (PARAMO, [s.a.]).

Asfaltové zálivky

Využívají se na zalévání spár nebo trhlin nejenom na silnicích, ale i na letištních plochách. Dělí se na aplikované za studena či za horka (PARAMO, [s.a.]).

Ředěné asfalty

Jsou za studena použitelné hmoty, které slouží k opravám zejména starších krytů vozovek. Jejich použití je omezeno pouze pro speciální regenerační a vysprávkové technologie a to z důvodu negativního ekologického dopadu a hořlavosti II. třídy (TOMÁNEK J., [s.a.]).

Zeminy

<i>DĚLENÍ ZEMIN DLE Dr. FORSSBLADA</i>		
Skupina	Obsah skupiny	Popis
I.	kamenivo a granulované zeminy s velkými kameny a balvany	méně než 5 až 10 % materiálu do velikosti 0,06mm
II.	písek a štěrk, homogenní a nehomogenní	méně než 5 až 10 % materiálu do velikosti 0,06 mm
III.	hlína, hlinité zeminy atd.	/
IV.	jíl s nízkou nebo střední pevností	neohraničená kompresní pevnost do 0,2MPa
	jíl s vysokou pevností	neohraničená kompresní pevnost nad 0,2MPa

Tabulka 5: Dělení zemin dle Dr. Forssblada (FORSSBLAD, 1981).

Zeminy lze dělit dle geologického původu, podle toho zda jdou zpevněné či nezpevněné nebo dle velikosti obsahovaných částic. Toto dělení je spíše teoretické a mimo něj existuje prakticky orientovaná klasifikace zemin podle různých národních, oborových či firemních norem. Příkladem je dělení viz Tab. 5, které navrhl Dr. Forssblad a které uvažuje rovněž schopnost zhutnění. V této tabulce jsou zeminy děleny do čtyř skupin, podle druhů a následuje popis míry zhutnění (FORSSBLAD, 1981).

Stavební kámen

Stavební kámen slouží především jako stavební materiál, zejména na místech, kde chceme docílit trvanlivosti stavby či estetiky. Je to hornina, která může být opracovaná nebo neopracovaná, v případě neopracované či hrubě opracované se tyto kameny nazývají *lomařské výrobky* (TOMÁNEK J., [s.a.]).

Kamenivo

Kamenivo je materiál anorganického původu, který může být přírodní či umělý a je určen pro stavební účely např. při výrobě betonu, malty a dalších stavebních hmot nebo výstavbu a údržbu vozovek a lesních cest. Kamenivo musí plnit několik požadavků a těmi jsou pevnost, trvanlivost, nenasákavost, tvarový index a humusovitost a také to, že nesmí obsahovat slídu, jílu, síru a hlinité či odplavitelné částice. Dělíme ho: a) podle vzniku (drcené, těžené) nebo b) podle původu (přírodní, těžené, umělé). Jeho vlastnosti jsou ovlivněny především jeho mineralogickým složením a obsahem dalších složek (SVOBODA et al., 2013).

Štěrka

Tento materiál se nejčastěji používá ve formě štěrkové drti jako podkladový materiál či jako přísada do betonů. Samostatně se využívá v místech, kde je malá povrchová zátěž, například na lesních cestách. Typů štěrku je celá řada, dělí se dle velikosti jednotlivých částic a každý z těchto typů se hodí pro jinak zatížené plochy (TOMÁNEK J., [s.a.]).

Beton

Beton je charakteristický pro svou pevnost, ale také křehkost a je možné ho využít pouze u konstrukce, kde převažuje tlakové napětí. (SVOBODA et al., 2013).

Nejčastěji je využíván jako dočasná i trvalá výztuž pro stavbu vozovek a mezi jeho výhody jednoznačně patří to, že je jedno, zda je použit na suchu či pod vodou.

5 OPRAVA, ÚDRŽBA A REKONSTRUKCE

5.1 LEGISLATIVA

Pod pojmem *oprava* je brána změna dokončené stavby, při které se zachovává vnější půdorysné ohraničení stavby a při které se zlepšují její parametry a zvyšuje bezpečnost provozu. Opravou dochází k obnově či zlepšení všech parametrů vozovky, popřípadě také ke zlepšení některých parametrů dalších součástí a příslušenství komunikace.

Údržba komunikace je soubor prací, kterými se komunikace udržuje v provozně a technicky vyhovujícím stavu za všech povětrnostních podmínek a odstraňují se vady a nedostatky uvedením do původního stavu, dle rozsahu povahy prací se člení na běžnou a souvislou (Zákon č. 13/ 1997).

Rekonstrukcí se pro účely tohoto zákona rozumí rozšíření vybavenosti nebo použitelnosti majetku (Zákon č. 13/ 1997).

Tyto pojmy jsou přesně definované ve vyhlášce 104/1997 Sb., kterou je prováděn zákon o pozemních komunikacích.

5.2 OPRAVA LESNÍCH CEST

Opravou lesní cesty se rozumí takové stavební práce, kterými jsou odstraněny vady, opotřebení nebo poškození, uvedením do původního stavu (KLČ et. ŽÁČEK, 2006).

Je to soubor technologií a činností, kterými se odstraňuje fyzické opotřebování či porušení a je obnovena kvalita, užitkovost a bezpečnost cesty. Jsou uplatňovány nejnovější poznatky vědy a techniky a to zejména při výběru technologie a materiálu. Většinou se jedná o nový podklad cesty, doplnění materiálu, vyčištění či odstranění částečně opotřebované cesty za účelem jejího uvedení do provozuschopného stavu. Oprava, stejně tak jako údržba a prevence není brána jako investice a nezvyšuje dopravní hodnotu cesty. Všeobecně se opravami řeší jakékoli porušení cest, předcházet jim lze prevencí a údržbou (KLČ, 2005).

5.2.1 GENERÁLNÍ OPRAVY

Generální opravy jsou takové opravy, při kterých se vozovka úplně obnovuje ve větším rozsahu. Nejčastějším podnětem pro tyto opravy je dlouhodobé zanedbávání cesty, což výrazně snižuje její životnost. Jelikož jsou generální opravy prováděny ve velkém rozsahu, je třeba mít před započítáním prací zhotovený řádný technický projekt a na to navazuje i fakt, že tyto opravy jsou 5-10 krát nákladnější než opravy běžné údržbové a pravidelné a je nutné je na neudržovaných cestách provádět přibližně po 10-15-ti letech provozu (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

5.2.2 EFEKTIVNÍ A ÚSPORNÉ TECHNOLOGIE

Tyto technologie by nám měly přinést nejenom větší úsporu a efektivnost při jejich využití, ale také při včasné použití zlepšit kvalitu lesních cest.

- a) ***Recyklace penetračního makadamu nesenou frézou*** je využívána v místech, kde je značně poškozený kryt vozovky či cesty. Principem této metody je očištění, odhumusování a rozrytí krytu grejdrem a následné rozpojení stmelovaných kusů speciální nesenou frézou, která oddělí stávající štěrk od zbytků pojiva, drti a nečistot. Tento přetříděný štěrk je ukládán pomocí frézy ve vrchní části krytu, následně jsou doplněna místa, kde je ho nedostatek a dále jsou prováděny už jen běžné živičné práce. Díky úspoře štěrku jsou ušetřeny náklady o 10-20 % oproti klasickému provedení (LESNICKÁ PRÁCE, 1999).
- b) ***Regenerace penetračního makadamu vyrovnávací lištou*** je metoda vhodná do míst, kde je kryt s vyjetými kolejemí a jednotlivými výtluky vozovky či cesty méně poškozen. Technologie spočívá ve vyrovnání nerovností povrchu krytu položením vrstvy z obalované směsi, za tepla, speciální vyrovnávací lištou nebo za studena pokladačem. Následně po zaválcování je proveden běžný asfaltový nátěr. Úspora záleží na rozsahu poškození, přibližně 20-30 % oproti nové vrstvě krytu cesty. Velkou předností této metody je možnost částečného provozu na opravované cestě v případě varianty za tepla (LESNICKÁ PRÁCE, 1999).

- c) *Převod vozovek z penetračního makadamu na štěrkové* se provádí v případě rozsáhlého poškození krytu vozovky či cesty. Vozovka či cesta je rozryta grejdrem, štěrk je rozpojen, vytříděn frézou a následně doplněn tam, kam je ho třeba. Následně je možné položit další vrstvu krytu z mechanicky zpevněného materiálu jako kameniva či betonu (LESNICKÁ PRÁCE, 1999).

5.2.3 OPRAVY SVAHŮ

Údržba se věnuje nejenom cestě samotné, ale také blízkému okolí jako např. svahům, které se bez pravidelné údržby mohou začít sesouvat a tím ohrozit bezpečnost a kvalitu cesty. Jakmile dojde k pohybu rostlé zeminy, svah je potřeba včasné upravit. Pokud by se jednalo o opravy většího rozměru, je nutné provést generální opravu. Dojde-li k sesuvu či utržení svahu, je třeba dosypat výšku silniční pláně a jednotlivé vrstvy zhutnit, popřípadě dotvarovat dle potřeby (KOPŘIVA, 1961).

5.2.4 OPRAVY PŘÍKOPŮ

Pokud jsou cesty nedostatečně udržovány, může je ohrozit podmáčení, podemílání a strhování stěn příkopů. Zemina napadaná ze stěn zavalí příkop a tím vytvoří hrázku zadržující vodu. Jakmile je toto poškození zjištěno, je nutno ho ihned odstranit a to vyházením zeminy z příkopu a proschnutím. Suchá zemina se může kvůli nedostatečnému množství smíchat s novou zeminou a následně jsou jí samou vyplněny stěny příkopu. V místech, kde je stržení zeminy většího rozsahu, se stěny dláždí cementovou maltou. V úseku prohloubení příkopu se zřizuje odvodňovací síť, která se skládá z jednoho příkopu hlavního a několika vedlejších (KOPŘIVA, 1961).

5.2.5 OPRAVY PROPUSTÍ

K poškození propustí dochází tlakem kol vozidel při malém nadloží nebo rozrušením kyselými vodami. Poškozená propust je měněna za novou a s tím se opravuje či mění i celé podloží včetně rour (KOPŘIVA, 1961).

5.2.6 OPRAVY VOZOVKY

Mezi nejčastější opravy vozovky patří výměna obrusné vrstvy, rekonstrukce vozovky, výměna krytových vrstev, zesílení dlážděných vozovek, zesílení okraje vozovky, recyklace za horka, recyklace podkladních vrstev a recyklace asfaltových vrstev za studena asfaltovou emulzí. Dalšími závadami, které je nutno opravovat jsou výtluky, což jsou prohlubně v krytu vozovky, výmrazky, způsobené střídavým mrazivým počasím či pocení vozovky, což způsobuje naopak teplé počasí. Než oprava začne probíhat, připraví se tzv. návrh opravy, který vyplývá z diagnostického průzkumu, a který připraví, jaké technologie by na opravu měly být použity, a diagnostikuje typ poruchy. Dále následuje ekonomické posouzení, které se zabývá cenou oprav (oprava a údržba vozovky je nejnákladnější), životností vozovky, ale i ztrátou v případě uzavírek. Velký rozdíl je také v tom, zda je vozovka zpevněná či nezpevněná. (MINISTERSTVO DOPRAVY, 2010).

5.3 ÚDRŽBA LESNÍCH CEST

Údržbou cesty se rozumí pravidelná a efektivní péče za účelem zajištění provozuschopnosti a prevence oprav. Stejně tak jako nepravidelné opravy cest, i nepravidelná údržba může vést ke snížení životaschopnosti cesty a následně i k větším nákladům. Při současné údržbě se nejčastěji jedná o odstraňování drobných porušení a závad, které jsou vykonávány pravidelně na celé lesní cestní síti. Tyto drobné opravy se provádějí pomocí jednoduchých mechanizačních prostředků a z ekonomického hlediska se nejedná o investici, stejně tak jako u oprav. Údržbu můžeme z hlediska doby vykonávání práce dělit na a) letní a b) zimní. V některých případech se práce a činnost v oblasti prevence zařazuje do údržby, jedná se např. o zahuštění odrážek atd. (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

Každá cesta by měla být *provozně způsobilá*, což znamená, že má plnit danou funkci a také *provozně výkonná*, což znamená, že by měla být schopna snášet zatížení a dopravní využívání při předepsané údržbě a opravách až do skončení její provozní způsobilosti (KLČ et KRÁLÍK, 1991).

Existuje několik dělení lesních cest, např. dle PATERSONA (1995), který cesty rozdělil dle pracovní kategorie, pracovní třídy, typu práce a typu technologie.

Oproti tomu POTOČNÍK et al.(2005) rozdělil cesty do čtyř kategorií dle zajištění celoročního provozu, pravidelnosti údržby, odpovědnosti za údržbu, vybavenosti označením a uzavřeností pro veřejné užívání.

Změny ve stavu lesních cest je možné rozdělit na tři typy:

- a) **porušení** je měřitelná odchylka od stavu cesty, který zabezpečuje její normální provozní způsobilost,
- b) **poškození** cesty je následek porušení a dá se reálně vyčíslit škoda,
- c) **závada** je překážka na cestě anebo změna funkčních vlastností cesty s negativním dopadem na její stav (KLČ et KRÁLÍK, 1991).

Lesní údržba zahrnuje údržbu vozovky a provozního zpevnění, údržbu a čištění krajnic, údržbu a čištění odvodňovacího zařízení, odvodňovací podloží, udržování stability svahů, údržbu cestních stavebních prvků, údržbu bezpečnostních zařízení a dopravních značek a udržování rozhledového pole ve směrových obloucích (HANÁK et al, 2008).

5.3.1 ÚDRŽBA CEST

Je velký rozdíl mezi údržbou *cest nově vystavených* a *cest ujetých*. Nově vystavené cesty jsou zpočátku, kdy si sedají, více náchylné. Je tedy potřeba udržovat na nich náležitou dopravní kázeň, např. jízda po těchto cestách je možná pouze za suchého počasí, doprava musí být řízena tak, aby na cestě nevznikaly uježděné koleje, k čemuž mohou sloužit výhybkové překážky, po setmění je cestu nutno buď uzavřít či opatřit překážkami s viditelnými světly a po nějaké době překážky umístíme opačně, čímž zajistíme i ujetí v jiných místech. Doporučená doba pro tyto omezení je alespoň jeden rok. Pokud by se nedodržovala, cesta se velmi rychle poničí.

Při udržování cest ujetých jsou důležité takové práce, které zabraňují poškození stavby cesty, a tím dovolují bezpečnou a plynulou dopravu. Sem lze zařadit všechny zmíněné údržby viz níže (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, [s.a.]).

5.3.2 ÚDRŽBA OKOLÍ CEST

Důvodů, proč udržovat okolí cest je několik. Pokud se jedná o cesty s provozem, je důležité, aby jak řidič, tak chodec měli dobrý výhled kvůli bezpečnosti. Nejčastěji se provádí prořezávka křovin zasahujících do cesty či posekání vysokých trav.

Údržbu v okolí lesních cest je možno rozdělit v závislosti na četnosti a charakteru prací na činnost plánovanou a činnost periodickou, kdy lhůty údržby jsou např. po 3 měsících až 3 letech. Jedná se o sečení, výsadbu, prořezávku stromů nebo o operativní činnosti, kdy je údržba prováděna po kalamitní situaci, jako je vichřice nebo po poškození vlivem dopravních zařízení, zvířel či lidskou činností. Obecně se jedná o pracovní činnosti, které jsou spojené s údržbou travnatých ploch, okrasných dřevin, kvetoucích ploch, příkopů a svahů podél cest apod. Tyto práce se dělí do několika dílčích úkolů, které jsou prováděny v návaznosti na další nebo samostatně (CELJAK, 2011).

5.3.3 ÚDRŽBA PŘÍKOPŮ

Jedním z mnoha důvodů, proč jsou příkopy zanášeny, je nedostatečný místní spád. Poté dochází k tomu, že kumulovaná voda z příkopů přetéká přes vozovku, čímž dochází k poškození zemního tělesa a díky průjezdu vozidel se stav ještě zhoršuje.

Hlavní činností při údržbě příkopů je čištění příkopů od náletů dřevin, odstraňování nánosů sedimentů, úprava dna a svahů, oprava erozních rýh a výmolů a nátrží na svazích nad i pod cestou, dále odstraňování překážek v příkopu, které brání průtoku vody, čištění objektů jako jsou lávky a mostky a další. Je velmi podstatné rozlišit, zda se jedná o cesty s provozem vozidel a pokud ano, podléhá údržba zvláštním režimům a to z důvodu toho, že práce musejí být vykonávány s ohledem na probíhající provoz. Práce na takovéto cestě mohou a smějí být ukončeny pouze tehdy, kdy žádný z produktů stavby nepřekáží v dopravní činnosti a také v pohybu chodců (CELJAK, 2011).

Pomocí příkopů je odváděna povrchová voda z vozovky a přilehlého okolí a taktéž nám slouží k odsávání vlhkosti z tělesa cesty. Proto je velký problém, když jsou zaneseny, dochází ke zvednutí vody, která podemílá krajnice a stěny příkopů. Je tedy nutné je udržovat stále čisté, aby voda měla volný průtok (KOPŘIVA, 1961).

5.3.4 ÚDRŽBA KORUNY NEZPEVNĚNÝCH ZEMNÍCH CEST

Tato údržba je daleko složitější než údržba cest zpevněných. Cesty jsou většinou tvořeny pískem, šterkem a zeminou a jejich stav do jisté míry velmi ovlivňuje špatné počasí. Nejnákladnější na údržbu jsou cesty rozbahněné či náchylné k erozi, které je potřeba posypat ochrannou vrstvou.

Je udržován zejména příčný a podélný profil koruny cesty a je doporučeno vylepšování struktury doplněním vhodné zeminy dle zásad jednotlivé stabilizace. Dále se provádí postupné zpeňování vhodnými místními materiály a to především v málo únosných úsecích. Úpravy probíhají v období, kdy je vlhkost zeminy blízká optimální vlhkosti, kvůli dobré zhutnitelnosti. Tyto práce jsou zpravidla prováděny dvakrát ročně a to po ukončení jarních a podzimních prací (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

5.3.5 ÚDRŽBA KRAJNIC

Nejčastějšími úkony údržby krajnic je frézování, kdy dochází k jejich seřezávání tak, aby nepřevyšovaly okraj vozovky a zajištění volné šířky.

Krajnice je třeba pravidelně čistit a zbavovat od vegetace, písku, prachu a bláta, aby umožňovaly nerušený odtok vody do příkopu. Pokud jsou již zanesené, je možnost vyhloubit dočasnou odvodňovací rýhu pro odtok vody a je třeba jednat co nejrychleji, protože vsakování zadržované vody pod povrch vozovky způsobuje erozi a následnou destrukci asfaltu, čemuž hustý provoz na silnicích také škodí. Je také nutné, aby krajnice navazovaly plynule na cestu (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

5.3.6 ÚDRŽBA ZEMNÍHO TĚLESA

Zemní těleso je nejvíce ohrožováno v jarních měsících, kdy dochází k tání zmrzlé vody pod zemním tělesem. Ta sice v zimě těleso vyztuží, což je ideální pro únosnost, ale na jaře začne voda tát a těleso začne klesat, což má za důsledek propadání vozovek, které nejsou mechanicky zpevněny. Finanční náročnost se také hodně odvíjí od typu materiálu vozovky, velmi nákladné jsou např. živичné kryty.

Mezi hlavní údržbu zemního tělesa patří oprava svahů násypů a zářezů a také odstranění nežádoucích porostů jako jsou vysoké stromy, keře a buřiny. Nejčastějšími poruchami zemního tělesa je povrchové poškozování erozí vodní či větrnou, porušování zemních těles účinkem vody, dohutňování a poklesy násypů a podloží násypů či problémy stability zemních těles. Použitým stavebním materiálem je např. humus, který se využívá při vytvoření rýh po stékající vodě či osetí travním semenem. V nejtěžších případech je třeba si před pracemi zhotovit projektovou dokumentaci (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

5.3.7 ÚDRŽBA ZEMNÍ PLÁNĚ

Největší škody na nezpevněných lesních cestách tvoří eroze a proto je třeba věnovat zvýšenou péči opatřením, která by jim zabraňovala. Různé druhy cest vyžadují různý typ údržby, např. cesty vedoucí po vrstevnici vyžadují méně údržby než cesty s větším sklonem. Jsou cesty, pro které je i přímo charakteristické určité poškozování, jako je zvýšená rozbahněnost či rozbředlost a to jsou cesty jílovité, slídovité a jílovitohlinité.

Cesty se také velmi poškozují při těžbě dříví a to zejména při přibližování a proto je lepší dříví přibližovat za sucha, za mrazu či za sněhu a tak zmírnit poškození cesty. Jelikož je zemní pláň součástí železničního spodku, tedy vícevrstvého systému, je nutné ji uchránit také proti mrazu a toho lze dosáhnout dostatečnou vrstvou izolačního materiálu (DOBIÁŠ, 2005).

5.3.8 ÚDRŽBA VOZOVKY

Vozovky se dělí dle materiálu, ze kterého jsou tvořeny na *zpevněné* (živice, asfalt, zámková dlažba, litý beton) a *nezpevněné* (nezhutněná suť, štěrkopísek, štěrk) a na *tuhé* (cementobetonový kryt) a *netuhé* (živičný či jiný kryt). I dle tohoto dělení jsou na různých vozovkách používány různé typy oprav a údržby. Dále můžeme vozovky dělit dle míry poškození, např. vozovky ve frekventovaných úsecích jsou více rozrušovány a tak i častěji opravovány.

Kvalita vozovky má vliv na bezpečnost, kvalitu jízdu a také spolehlivost - tzn. bezpečný, rychlý, plynulý, hospodárný a pohodlný provoz. Nejlepší prevencí proti erozi je respektování technického zabezpečení tělesa cesty proti účinkům vody a dopravy. Jde především o to, dodržovat jisté podmínky, jako je vybudování odvodňovacího zařízení, zatravnění svahů, optimální sklon budovaných cest, zpevnění koruny a další. Zátěží pro vozovky jsou i těžká vozidla, která taktéž snižují životaschopnost vozovky. Předčasné zhoršování infrastruktury nevyhnutelně ohrožuje bezpečnost silničního provozu (PILLAY et BOSMAN, 2001).

5.3.9 ÚDRŽBA ODVODŇOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Kvalitní a udržované odvodňovací zařízení je velmi důležité pro životnost cesty, zajišťuje totiž svedení vody ze svahů a koruny. Zvýšenou erozi způsobuje voda při rychlém stékání, a proto je třeba, aby stekla co nejrychleji.

Hlavními činnostmi údržby odvodňovacího zařízení je údržba rigolů a příkopů, kde se odstraňují naplaveniny, upravují sklony svahů a podélný sklon dna. V místech poškozených erozí se dno příkopu zpevňuje dlažbou, tvárnici či betonovými deskami. Dále jsou udržovány trativody a to čištěním, případně výměnou záchytných pruhů a také krajnice, které umožňují odtok z povrchu vozovky. Je dobré, aby lesní cesty byly vybaveny příkopy a propustkami už při vybudování (KLČ et ŽÁČEK, 2006).

5.3.10 ÚDRŽBA PROPUSTÍ

Údržba propustí, a to zejména zajištění průtoku srážkové vody sváděné příkopy cesty, je nezbytným předpokladem ke správné funkčnosti propustí. Velkým ohrožením je také zanášení propustí a to kalem, listím, zmrzlým sněhem či větvemi, čímž se zúžuje průtočný profil a snižuje se odtok vody. Ta se potom hromadí před propustí a poškozuje cestu. Čištění probíhá ručně a proto je třeba propustí navrhovat tak, aby tato práce byla možná. Čištění má dvě fáze, nejprve se musí vybrat zanesený materiál, většinou hlína či štěrk a poté je potrubí pročištěno proudem vody (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, [s.a.]).

5.3.11 ÚDRŽBA STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

Jedná se o údržbu objektů jako jsou opěrné a zárubní zdi, kamenné rovnaniny, propustí, mostní objekty, koryta, nosné konstrukce mostů či svršky mostu a zábradlí. Ve většině případech se jedná o staré objekty, které jsou ale nezbytné ke správné funkčnosti a bezpečnosti lesních cest. Nosné konstrukce mostů je třeba jako jediné upravit pro dnešní zatížení vozidla, ostatní objekty je třeba pravidelně udržovat pro jejich efektivní účinnost (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, [s.a.]).

5.4 REKONSTRUKCE

Rekonstrukci lze definovat jako přestavbu, obnovu, zvýšení úrovně či uvedení do původního stavu. Je to tedy činnost, kterou se mění stavební ráz cesty, prostorové uspořádání, zlepšuje se dopravní hodnota cesty nebo se cesta zařazuje do vyšší kategorie. Rekonstrukce je na rozdíl od opravy a údržby stavební investicí.

Mezi činnostmi rekonstrukce lesních cest patří zejména rozšíření oblouků zajišťující bezpečný průjezd požadovaných vozidel, vytvoření rozhledových polí ve směrových obloucích, zřízení vozovky nebo provozního zpevnění, obnova a doplnění podélného a příčného odvodnění, opravy cestních stavebních prvků, při kterých se mění jejich účel nebo technické parametry, doplnění technického vybavení opatřeními a předměty zajišťujícími bezpečnost provozu, úprava zaústění lesních cest na veřejné pozemní komunikace, úprava úseků s nepříznivým

podélným sklonem, vybudování výhyben a vybudování a úpravy skládek dříví (HANÁK et al., 2008).

Cesty, které jsou v katastrofálním stavu a rekonstrukce již není možná, je třeba zrekultivovat, zalesnit a upravit plochu do původního stavu.

6 ZIMNÍ ÚDRŽBA

Zimní i letní údržba komunikací je upravena zákonem č. 13/1997 Sb. O pozemních komunikacích a také pomocí prováděcí Vyhlášky 104/1997 Sb. Každé město má danou vyhlášku a také plán zimní údržby, podle kterého se v zimě jedná.

Hlavními úkoly zimní údržby je odklizení sněhu, ošetření cest posypem, instalace sněhových zábran a jejich údržba, bezpečné zajištění sjízdnosti lesních cest a ochrana cest před vodou, získanou z roztátého sněhu. Je třeba mít sestavený plán údržby, ve kterém bude stanoveno jaké stroje a pracovní pomůcky budou užity. Přednostně jsou udržovány ve sjízdném stavu ty cesty, které jsou určené pro dopravu. Sníh je odklizen pomocí sněhových pluhů či buldozerů a to ve chvíli, kdy výška vrstvy přesáhne 15-20 cm. Odklizený sníh je ukládán na stranu po směru větru a cesty jsou protahovány dle potřeby, např. v horských oblastech ve dne i v noci. Je také třeba řádně čistit propustě, příkopy a svodnice a to od naneseného materiálu a sněhu, aby se neucpávaly a voda mohla volně odtékat (KOPŘIVA V., 1961).

6.1 STROJE A UDRŽOVACÍ POMŮCKY

V místě náledí se pro bezpečnost silničního provozu využívá posyp, a to nejčastěji písek, škvára či popel, který má zdrsnit povrch a zabránit tak skluzu. Posyp je na cestu kladen z auta, z koňského povozu či ručně. Dále mohou být také využívány rozmrazovací látky jako je chlorid sodný (kuchyňská sůl) nebo chlorid vápenatý (MELCHER K., 2001).

Další ochrannou pomůckou v zimě jsou sněhové zábrany, využívané v místech, kde se pravidelně tvoří sněhové závěje. Kladou se proti větru a jsou to vlastně překážky vyrobené z desek, průmyslové kulatiny či paliva. Jejich hlavním úkolem je zadržet sníh před plotem v návějích.



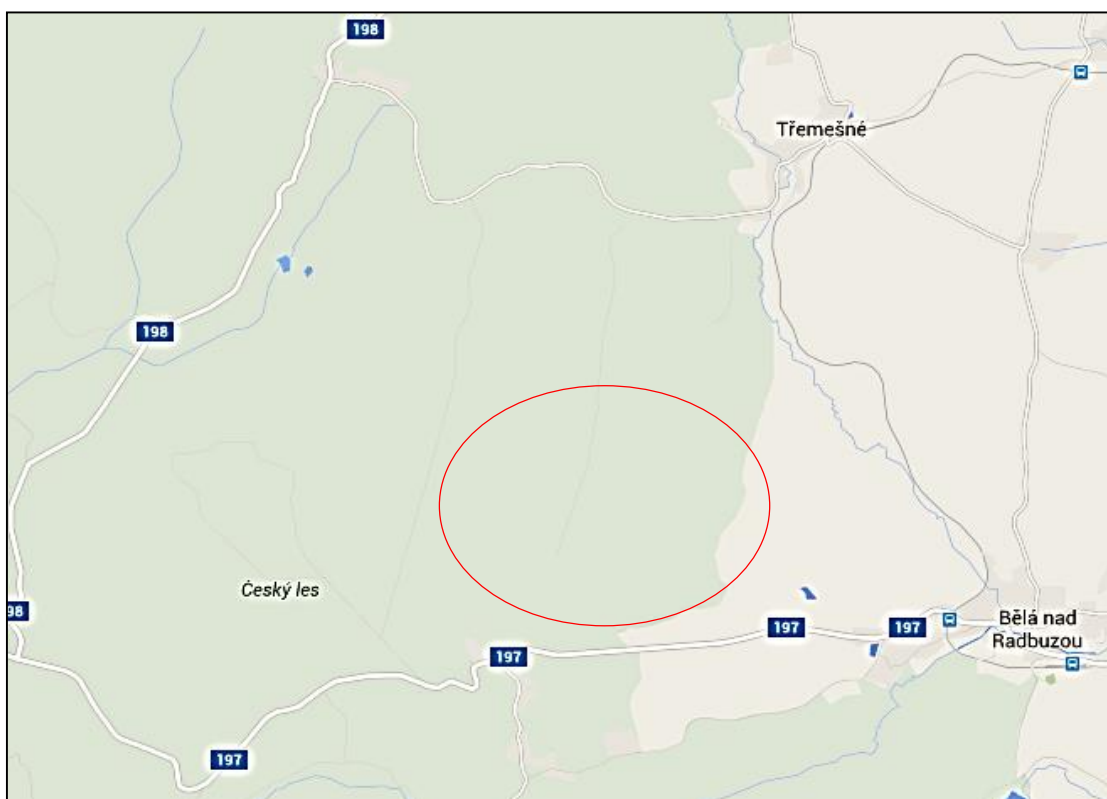
Obrázek 7: Sněhové zábrany (KOVOKRAB, 2016).

Nejpoužívanějším strojem v zimním období je sněžný pluh, což je radlice umístěná na přední části nákladního automobilu. Jeho funkcí je odhrnovat sníh z vozovky a je nastaven tak, aby ho odhazoval do obou stran souměrně (viz. kapitola Stroje).

METODIKA

Pro zpracování vlastního výzkumu jsem se zaměřila se oblast CHKO Český Les, která leží poblíž města Bělá nad Radbuzou, ve stejnojmenném katastrálním území. Tuto lokalitu jsem si vybrala kvůli rozsáhlé lesní ploše a také kvůli nádherné krajině. Zde jsem pro optimální výsledky prošla trasu dlouhou 13 km, kterou jsem zaznamenávala pomocí digitálního měřicího kolečka. Cest, které jsem prošla bylo více, z více druhů materiálů - šterk, asphalt, zemina a zemní cesty s provozním zpevněním a tyto cesty na sebe přímo nenavazovaly. Mezi cestami jsem se pohybovala automobilem a následně pěšky. Při výběru na jaký typ poškození se soustředit, jsem se po domluvě s vedoucím práce zaměřila na poškozené a zanesené příkopy, poškození koruny cest a krajnic.

Poškození bylo měřeno ihned od začátku poškození do konce poškození a bylo měřeno na obou stranách cest.



Obrázek 8: Mapa s vyznačeným modelovým územím, měřítko 1:50 000 (Google maps, 2016).

VÝSLEDKY

Základní údaje o zkoumaných cestách v CHKO Český Les				
Typ cesty	asfalt	štěrk	zemina	zemní cesty s provozním zpevněním
Délka cesty (km)	3,1	3	3,2	3,7
Délka příkopů (km)	2,5	2,6	0,8	2,1
Zanesení příkopů (km)	1,5	2	0,3	1,2
Zanesení příkopů (%)	60	76,9	37,5	57,1
Délka krajnic (km)	3	2,8	/	/
Poškození krajnic (km)	0,5	0,7	/	/
Poškození krajnic (%)	16,7	25	/	/
Délka koruny cesty (km)	3,1	3	3,2	3,7
Poškození koruny cesty (km)	0,9	1,2	2,3	0,6
Poškození koruny cesty (%)	29	40	71,8	16,2

Tabulka 6: Základní údaje o zkoumaných cestách v CHKO Český Les.

V Tab. 6 jsou shrnuty základní údaje o výzkumu na zkoumaných lesních cestách v CHKO Český Les.

Na základě výzkumu v terénu jsem získala data ohledně délky trasy, délky zanesení a poškození příkopů, krajnic a koruny cesty a z toho jsem vypočítala procenta zanesení a poškození těchto objektů. Barevně zvýrazněná jsou procenta poškození či zanesení na jednotlivých povrchích cest, čímž byly asfalt, štěrk, zemina a zemní cesty s provozním zpevněním, přičemž do poslední kategorie je zařazen i makadam. Procentuálně jsou příkopy na zkoumaných asfaltových cestách poškozeny ze 60 %, na cestách štěrkových přes 75 %, na cestách pokrytých pouze zeminou přes 35 % a na zemních cestách s provozním zpevněním přes 55 %. Poškození krajnic je na cestách asfaltových kolem 17 % a na cestách štěrkových 25 %. U zbylých dvou typů žádná data nejsou, jelikož tyto cesty krajnice nemají. Poškození koruny cesty je u cest asfaltových skoro 30 %, u štěrkových 40 %, u zeminových z více jak 70 % a u cest se zpevněním více jak 16 %. Přesná data jsou uvedena v Tab. 6.

Celková zanedbaná údržba na zkoumaných cestách	
Zanesení příkopů (km)	5
Zanesení příkopů (%)	62,5
Poškození krajnic (km)	1,2
Poškození krajnic (%)	20,7
Poškození koruny cesty (km)	5
Poškození koruny cesty (%)	38,5

Tabulka 7: Zanedbaná údržba v % na zkoumaných cestách.

V Tab. 7 jsou celkové výsledky zanedbané údržby v CHKO Český Les, přičemž největším problémem jsou zanesené příkopy, které byly souhrnně za všechny cesty poškozeny z více jak 60 % a to hlavně zanesením. Nejčastěji se jednalo o spadané větve, bahno, porost či šišky. Poškození korun cest bylo z více jak 35 %, jednalo se převážně o výmoly a poškození povrchu vodou. Krajnice byly poškozené z více jak 20 % a poškození bylo způsobeno hlavně těžkou technikou a erozí okolní půdy. Dále byly také krajnice pod náparem zeminy, spadu a vegetace. Zjištěná procenta poškození jsou počítána dle poměru k délce modelového úseku. Přesná data jsou uvedena v Tab.7.

Je potřeba ale také zohlednit, že průzkum byl dělán na podzim, kdy je mnohonásobně větší spád ze stromů než v jiná roční období.



Obrázek 9: Poškozená koruna cesty v CHKO Český Les.

Na Obr. 9 je vidět značné poškození koruny měřené cesty, které je pravděpodobně způsobeno těžkou technikou.



Obrázek 10: Zaplavující- se prohlubně v koruně cesty v CHKO Český les.



Obrázek 11: Vyjeté prohlubně.

Na Obr. 11 jsou vidět až 30 cm prohlubně způsobené těžkou technikou. Jelikož se jedná o zeminu, nejsnazším způsobem jak poškození odstranit je ježdění mimo kojele, čímž se povrch srovná.



Obrázek 12: Usazující se voda na cestě.



Obrázek 13: Rozježděný povrch na lesní cestě.



Obrázek 14: Neúměrně vyježděné koleje a zatopení v zadní části na odvozní cestě.

Na Obr. 14 můžeme vidět nejčastější problém na cestách zeminových, což jsou vyježděné koleje na koruně cesty způsobené nejen těžkou technikou, ale také deštivým počasím.



Obrázek 15: Zcela zarostlá přibližovací linka.

Na této mnou zkoumané trase jsem také shlédla také celkem 25 odvozních cest a přibližovacích linek, které byly neúměrně zarostlé, vyježděné či zcela zatopené vodou viz Obr. 15.



Obrázek 16: Zanesený příkop u asfaltové vozovky.



Obrázek 17: Porušená koruna vozovky a zanesený příkop.



Obrázek 18: Zanesený mostek.



Obrázek 19: Zarostlý příkop.

Současně se zanesenými příkopy byly u cest i zanesené objekty jako jsou mostky, viz Obr. 18, kterých jsem viděla přibližně deset a zanedbané byly téměř všechny.

Celková údržba na modelové trase mi přišla velmi malá a nedostačující. Na těchto cestách se pohybují z 90 % stroje těžké techniky, osobní automobily mají ve větší míře vjezd zakázán a proto je třeba věnovat údržbě o to větší pozornost.

DISKUZE

V mnou provedeném výzkumu bylo zjištěno, že nejnákladnější složkou údržby či opravy je problém rozpadající se koruny cesty, kde je potřeba poškozená místa zasypat či vyasfaltovat. Domnívám se, že v případě, že tuto údržbu majitel neprovede, hrozí nejen zhoršení stavu vozovky a prohloubení děr, ale i ohrožení bezpečnosti. Největším problémem u cest nezpevněných byly vyjeté koleje vznikající soustavnou jízdou v těže stopě. Přejetím jim lze průběžným uhlazováním povrchu či ježděním mimo tyto koleje. Díky nepravidelné údržbě byly měřené příkopy a krajnice zanesené opravdu hodně a je třeba je nejen vyčistit a odstranit nánosy zeminy, ale také zkontrolovat stav dna a svahů a tím předejím problémům. Míru poškození a své domněnky jsem také probírala se znalcem území, který v této oblasti žije a pracuje velmi dlouho, který se domnívá, že problém je způsobem změnou infrastruktury podniku Lesy ČR, který je vlastníkem těchto lesů.

Na těchto cestách jsem objevila také několik polorozpadlých a zarostlých mostků, které je třeba pravidelně udržovat spolu s příkopy pro správnou funkčnost a hlavně upravit pro dnešní maximální zatížení vozidel.

Nejenom v rámci mnou zkoumaného území se vyskytovali cesty rozježděné těžkou technikou, které jsou po dobu těžebních prací opomíjely, jejich údržba se tedy řeší až po dokončení prací, kdy údržba už ale nemusí stačit a je potřeba rekonstrukce.

Velmi zajímavý článek je možno nalézt v lesnickém časopise Lesu Zdar z ledna 2010, ve kterém se píše: *Budování a údržba lesní dopravní sítě jsou velmi časově i finančně náročné. Jenom samotná Lesní správa Ještěd utratí ročně za údržbu lesních cest průměrně 5.000.000 Kč* (LESY ČR, 2010). Tato částka zahrnuje materiál, pracovní síly, pracovní pomůcky a stroje.

Velmi výstižná mi přijde část z Lesního zákona - Obsah a základní povinnosti, která říká, že právnické a fyzické osoby provádějící stavební, těžební a průmyslovou činnost, jsou dále povinny provádět práce tak, aby na pozemcích a lesních porostech docházelo k co nejmenším škodám, k odstranění případných škod je nutné činit bezprostředně opatření (Zákon č. 289/1955).

ZÁVĚR

Největším problémem při údržbě lesních cestních sítí jsou bezesporu finance a proto ve většině případů majitelé nechávají řešení problémů na poslední chvíli. V případě zhodnocení stavu poškození cest v mnou vybraném modelovém území jsem si všimla, že velkým problémem bylo hlavně špatně fungující lesní hospodářství, za které odpovídá majitel cest, který je ne vždy ochoten za údržbu platit. Druhým problémem, který je nejlépe viditelný přímo na cestách, je lhostejnost k malým poškozením, která se postupně zvětšují, ve svých počátcích jsou ale pro majitele zanedbatelná. Pokud by se tyto malé praskliny na cestách či opotřebení řešily hned v počátcích, nejenom, že by to nebyla až taková finanční zátěž, ale daleko více cest by bylo v lepším provozním stavu.

Cílem této bakalářské práce bylo popsat běžné metody údržby a oprav lesních cest, kterých je poměrně mnoho a je nutné je volit s ohledem na daný stav cest. Také jsou zde řešeny stroje, které ke zlepšení stavu dopomáhají. V praxi byly změřeny vybrané cesty v CHKO Český Les, na kterých byly změřeny úseky poškození a výsledkem byl procentuální stav poškození cest.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČNI, 1996: Lesní dopravní síť. Český normalizační institut, Praha, 27 s.
2. ČNI, 2004: Projektování silnic a dálnic. Český normalizační institut, Praha, 125 s.
3. ČNI, 2013: Projektování polních cest. Český normalizační institut, Praha, 34 s.
4. DOBIÁŠ J., 2001: Inženýrské stavby lesnické. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 17 s.
5. DOBIÁŠ J., 2005: Forest road erosion in Journal Forest Science 2015, no. 1. Česká zemědělská univerzita Praha, Praha, 37-46 s.
6. FORSSBLAD M., 1981: Vibratory soil and rock fill compaction. Dynapac Maskin AB, Stockholm, 178 s.
7. GROSS J. et ROČEK I., 2000: Lesní hospodářství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 144 s.
8. HANÁK K. et al., 2008: Stavby pro plnění funkcí lesa. Informační centrum ČKAIT, s. r. o., Praha, 304 s.
9. HOLCNER P., 2005: Pozemní komunikace I., Trasa pozemních komunikací. České učení technické v Brně, Brno, 35 s.
10. HRDOUŠEK V. et al., 2006: Inženýrské stavby. Informatorium, Praha, 212 s.
11. KLČ P. et ŽÁČEK J., 2006: Výstavba, rekonstrukce a modernizace lesní dopravní sítě. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 152 s.
12. KLČ P. et KRÁLÍK A., 1991: Katalóg porušení a závad na lesných cestách. Príroda, Bratislava, 84 str.
13. KLČ P., 2005: Komplexní péče o lesní dopravní síť. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 49 s.
14. KOPŘIVA V., 1961: Lesní cesty a jejich údržba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 127 s.
15. LESY ČR, 2010: Lesu zdar 1/10. Česká lesnická společnost, Praha, 22 s.
16. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, [s.a.]: Údržba lesní dopravní sítě. Česká lesnická společnost, Praha, 32s.
17. PILLAY K. et BOSMAN J., 2001: Heavy vehicle overload control in the city of Tshwane. 20th South African Transport Conference South Africa, Pretoria, 16-20 s.
18. SOBĚNOVSKÝ B., 1957: Údržba lesních silnic a cest. Státní zemědělské nakladatelství Praha, Praha, 72s.

19. SVOBODA L. et al., 2013: Stavební hmoty. Jaga Group, Bratislava, 950s.
20. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1991: Zemědělská technika svazek 37. Československá akademie zemědělská, Praha, 29s.
21. VANĚK A., 2003: Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Academia, Praha, 526s.
22. Zákon č. 13/ 1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění.
23. Zákon č. 289/1955 Sb., o lesích, v platném znění.
24. Zákon č. 361/2000 Sb., o silničním provozu, v platném znění.

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

1. AGROCAR, 2013: Stroje pro zimní údržbu. Agrocar s.r.o., Kopřivnice, online: <http://www.agrocar.cz/udrzba-ploch-a-komunikaci/stroje-pro-zimni-udrzbu/>, cit. 13. 3. 2016
2. ATLAS COPCO, 2014: Compaction, paving and milling. Happiend Reklambyra, Sweden, online: http://www.atlascopco.se/Images/Dynapac%20Compaction%20Paving%20and%20Milling%20handbook_tcm44-3564628.pdf, cit. 15. 2. 2016
3. CELJAK I., 2011: Komunální technika 07/11. Profi Press s.r.o. Praha, online: <http://profipress.cz/archiv/komunalni-technika-072011/>, cit. 3. 9. 2015
4. ČSN 73 6109: Česká technická norma. 2. dopl. vydání. Praha: CTN PRAGOPROJEKT, a. s., kolektiv ČVUT, 2013.
5. N.O.P.O.Z.M. S.R.O.. nopozm.cz [online]. [cit. 8. 3. 2016]. Dostupný na WWW: <http://www.nopozm.cz/komunalni-technika/grejdhercules-plus.htm>
6. DAKR, 2012: Mulčování trávy. Dakr s.r.o., Hranice, online: <http://www.dakr.com/mulcovani-travy/>, cit. 13. 3. 2016
7. DOBIÁŠ, CSC, Ing Jiří. Pozemkové úpravy II. [online]. 1984 [cit. 15. 2. 2016]. Dostupný na WWW: <https://netstorage.czu.cz/oneNet/NetStorage/DriveJ%40COMMON/FLD/KLT/Tom%C3%A1nek%20BP-DP/Lesn%C3%AD%20cesty/Dobi%C3%A1%C5%A1%20%20Pozemkov%C3%A9%20C%BApravy%20II..pdf>
8. EAGRI, 2015: Lesy, lesnictví. Ministerstvo zemědělství, Praha, online: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/>, cit. 13. 3. 2016
9. KOVOKRAB. Kovo Krab [online]. [cit. 15. 2. 2016]. Dostupný na WWW: <http://www.kovokrab.cz/zasnezky/>
10. LESNICKÁ PRÁCE, 1999: Lesní cesty- kudy a kam?. Lesnická práce s.r.o. Kostelec nad Černými lesy, online: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-78-1999/lesnicka-prace-c-7-99/lesni-cesty-kudy-a-kam>, cit. 1. 9. 2015
11. LESNÍ DRUŽSTVO CHRAŇBOŽ. Lesní dopravní síť: Fotogalerie [online] Dostupný na WWW: http://www.ld-chranboz.cz/vismo/galerie3.asp?id_org=600727&id_fotopary=1072&n=odvozni-cesta-velka-alej-na-dvorecku&prehravac=1#vfoto. [cit. 15. 2. 2016].
12. MELCHER K., 2011: Posypové materiály pro zimní údržbu komunikací v ČR a v zemích EU v EKOLIST CZ. Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, online: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/posypove-materialy-pro-zimni-udrzbu-komunikaci-v-cr-a-v-zemich-eu>, cit. 20. 9. 2015

13. MINISTERSTVO DOPRAVY, Odbor silniční infrastruktury 2010: Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek. Vysoké učení technické v Brně, Brno, online: <http://www.pjpk.cz/TP%2087.pdf>, cit. 6. 9. 2015
14. MTM TECH S. R. O.. MTM TECH S.R.O. [online]. [cit. 15. 2. 2016]. Dostupný na WWW: <http://www.mtmtech.cz/cisteni-udrzba-a-opravy-komunikaci/agresivni-kartace.htm>
15. N.O.P.O.Z.M. Slatiňany, 2016: Komunální technika. N.O.P.O.Z.M. s.r.o., Slatiňany, online: <http://www.nopozm.cz/komunalni-technika/grejdhercules-plus.htm>, cit. 13. 3. 2016
16. PARAMO, [s.a.]: Asfaltové výrobky. PARAMO a.s., Pardubice, online: <http://www.paramo.cz/CS/nabidka-produktu/asfaltove-vyrobky/Stranky/Asfaltove-emulze.aspx>, cit.: 16. 3. 2016
17. PICMAN D. et PENTEK T., 1998: The influence of forest roads building and maintenance costs on their optimum density in lowlying forests of Croatia. University of Zagreb, Faculty of forestry, Zagreb, online: <http://www.fao.org/docrep/x0622e/x0622e09.htm#the%20influence%20of%20forest%20roads%20building%20and%20maintenance%20costs%20on%20their%20optimum%20de>, cit. 26.7.2015
18. RADIMSKÝ M., [s.a.]: Kategorie PK, zemní těleso a příčné řezy. Vysoké učení technické v Brně, Brno, online: [http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20\(semester%201%20-%202010\)%20-%20-%209-semester/-%20CM01%20-%20Projektovani%20pozemnich%20komunikaci/Prednasky/06%20-%20Kategorie%20PK,%20zemni%20teleso%20a%20pricne%20rezy.pdf](http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20(semester%201%20-%202010)%20-%20-%209-semester/-%20CM01%20-%20Projektovani%20pozemnich%20komunikaci/Prednasky/06%20-%20Kategorie%20PK,%20zemni%20teleso%20a%20pricne%20rezy.pdf), cit. 30. 7. 2015
19. REINEROVÁ, Barbara. HODNOCENÍ LDS NA ÚZEMÍ ÚTĚCHOVSKÉHO POTOKA ŠLP MASARYKŮV LES KŘTINY [online]. 26. 4. 2007 [cit. 15.2.2016]. Dostupný na WWW: http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti...1
20. ROBOFLAIR. Agrocár [online]. [cit. 15. 2. 2016]. Dostupný na WWW: <http://www.agrocar.cz/udrzba-travnatych-ploch/stroje-pro-extenzivni-udrzbu/radiem-rizene-pasove-stroje/radiem-rizene-pasove-sekacky-roboflail-one/>
21. SPSSTAV, [s.a.]: Návrhové prvky 2. Střední průmyslová škola stavební, České Budějovice, online: http://www.spsstavcb.cz/download2/1238_1725_cs_navrhove_prvky_2.pdf, cit. 30.7.2015
22. STAVES, [s.a.]: Příkopové frézy DONDI. Staves s.r.o., Olomouc, online: <http://www.staves.cz/pridavna-zarizeni-dondi/prikopove-frezy-dondi/>, cit. 13. 3. 2016

23. TOMÁNEK J., [s.a.]: Materiály pro budování vozovek. Česká zemědělská univerzita, Praha, online: není, cit. 13. 3. 2016
24. ÚHUL, [s.a.]: Inventarizace lesních cest, Metodika venkovního sběru dat. Ústav pro hospodářskou úpravu, Brandýs nad Labem, online: http://www.uhul.cz/images/nil/metodika_sberu/kap_8_6_0.pdf, cit. 26.7.2015
25. VLASÁK J., 2014: Pozemkové úpravy 11, Polní cesty v KPÚ. České vysoké učení technické, Praha, online: http://slon.fsv.cvut.cz/vyuka/ZS_2004-5/pu11/pu11_10.pdf, cit. 26.7.2015