

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2014

David Čáp



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství

studijní obor: Management a ekonomika ve stavebnictví

akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení diplomanta: David Čáp

Zadávací katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Vedoucí diplomové práce: Ing. Iveta Střelcová

Název diplomové práce: Stanovení skladby investičních nákladů dopravní stavby silnice nižší třídy v porovnání se stavbou rychlostní komunikace

Název diplomové práce v anglickém jazyce: Determining the composition of the investment costs of road construction lower class road in comparison with the construction of highway

Rámcový obsah diplomové práce: Charakteristika předmětu řešení (z hlediska technologického) - rychlostní silnice R35 a obchvat Lány silnice II.třídy

Stanovení skladby investičních nákladů

Vyhodnocení pomocí hodnotové analýzy


Datum zadání diplomové práce: 22.9.2014 Termín odevzdání: 19.12.2014  
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

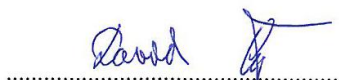
Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

*Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.*

  
vedoucí diplomové práce

  
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: \_\_\_\_\_

  
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou (bakalářskou) práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu použitých zdrojů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19. 12. 2014

.....  
David [signature]  
.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Téma diplomové práce mi bylo zadáno v září 2014 Ing. Ivetou Střelcovou, odbornou asistentkou katedry ekonomiky a řízení ve stavebnictví, které bych chtěl touto cestou poděkovat za odborné vedení, pomoc a trpělivost.

**Stanovení skladby investičních nákladů dopravní  
stavby silnice nižší třídy v porovnání se stavbou  
rychlostní komunikace**

Determining the composition of the investment costs of road  
construction lower class road in comparison with the construction of  
highway

## **Anotace**

Diplomová práce je rozdělena do čtyř částí. První část se zabývá teoretickým vymezením základních pojmů a jejich náležitostmi. Druhá část se soustředí na technické řešení komunikací, použité sklony, odvodnění komunikací, bezpečnost dopravy a skladby vozovky.

Ve třetí části je popsán oceňovací software, pomocí kterého jsou vytvořeny položkové rozpočty daných komunikací, náklady na výkupy pozemků potřebných pro stavbu komunikací, v poslední řadě popsání jednotlivých skladeb vozovky a vytvoření ukazatelů za 1 m<sup>2</sup> komunikace. V poslední čtvrté části je pomocí metod hodnotové analýzy vybrána komunikace podle kritérií, která by se doporučila investorovi.

## **Klíčová slova**

Rychlostní komunikace, silnice II. třídy, výkup pozemku, software ASPE, svodidlo, odvodnění, sjezd, skladba vozovky, náklad, hodnotová analýza

## **Annotation**

The thesis is divided into four parts. The first part deals with the theoretical definition of basic concepts and their appurtenances. The second part focuses on the technical communications solutions used leanings, drainage, roads, traffic safety and road tracks. In the third section describes the valuation software, which are created using itemized budgets of the roads, the cost of acquisition of land required for road construction, lastly describe individual tracks and roadway development of indicators per 1 m<sup>2</sup> of communication. The last part is using value analysis methods of communication selected according to the criteria that would be recommended investor.

## **Key Words**

Highway, road II. class, purchase of land, software ASPE, barrier, drainage, downhill, track road, load, value Analysis

## Obsah:

1. Pozemní komunikace a jejich rozdělení.....	5
1.1. Zákon o pozemních komunikacích.....	5
1.2. Kategorizace pozemních komunikací.....	5
1.3. Založení komunikací .....	7
1.3.1. Zemní práce.....	7
1.3.2. Pojmenování zemin a jejich klasifikace .....	8
1.3.3. Kontrolní zkoušky při provádění zemních prací .....	10
1.3.4. Dokončovací zemní práce .....	11
1.4. Silniční ochranná pásma.....	12
1.4.1. Silniční pozemek .....	13
1.5. Kamenivo.....	14
1.5.1. Rozdělení kameniva .....	14
1.6. Silniční pojiva.....	15
1.6.1. Asfaltová pojiva .....	15
1.6.2. Přírodní asfalty .....	16
1.6.3. Ropné asfalty.....	16
1.6.4. Ředěné silniční asfalty .....	17
1.7. Vozovka a její konstrukce .....	17
1.7.1. Podloží.....	18
1.7.2. Ochranná vrstva.....	19
1.7.3. Podkladní vrstvy.....	20
1.7.4. Kryt.....	20
1.8. Odvodnění komunikací.....	21
1.8.1. Plošné odvodnění povrchové – odvodnění povrchu vozovky.....	22
1.8.2. Plošné podpovrchové odvodnění – odvodnění povrchu pláň.....	23
1.8.3. Podélné odvodnění .....	24
1.8.4. Příčné odvodnění.....	28
1.9. Bezpečnostní zařízení .....	29
1.9.1. Záchytná bezpečnostní zařízení.....	30
1.9.1.1 Svodidla .....	30
1.9.1.2 Zábradelní svodidla.....	34
1.9.1.3 Zábradlí .....	34

1.9.1.4	Tlumiče nárazu.....	35
1.9.2.	Vodící bezpečnostní zařízení.....	35
1.10.	Křižovatky.....	36
1.10.1.	Okružní křižovatky .....	36
1.10.2.	Miniokružní křižovatka .....	39
2.	Technické řešení komunikací.....	39
2.1.	Rychlostní silnice R35 .....	39
2.1.1.	Použité sklony komunikace a ostatních vrstev.....	41
2.1.2.	Odvodnění komunikace.....	42
2.1.3.	Bezpečnost dopravy .....	42
2.1.4.	Dopravní značení.....	43
2.1.5.	Skladby vozovky .....	44
2.2.	Obchvat města Lány – silnice II. třídy (II. etapa) .....	46
2.2.1.	Použité sklony komunikace a ostatních vrstev.....	47
2.2.2.	Odvodnění komunikace.....	47
2.2.3.	Bezpečnost dopravy .....	48
2.2.4.	Dopravní značení.....	49
2.2.5.	Skladby vozovky .....	51
3.	Oceňovací podklady a jejich analýza .....	53
3.1.	Systém Aspe .....	53
3.2.	Náklady na výkup pozemků.....	54
3.2.1.	Rychlostní komunikace R35 .....	54
3.2.2.	Obchvat města Lány.....	55
3.2.3.	Administrativní metoda ocenění vykupovaných pozemků .....	55
3.2.4.	Zrychlené výkupy pozemků .....	59
3.3.	Hlavní trasy komunikací .....	60
3.3.1.	Rozpočet rychlostní komunikace R35.....	60
3.3.2.	Rozpočet obchvatu města Lány.....	62
3.4.	Nákladové porovnání skladeb komunikací .....	64
3.4.1.	Rychlostní komunikace R35 .....	64
3.4.2.	Obchvat města Lány.....	66
3.4.3.	Srovnání jednotlivých skladeb konstrukce.....	68
4.	Hodnocení variant tras pozemních komunikací - hodnotová analýza.....	72
4.1.	Metody hodnocení.....	72



4.2.	Výpočet normované váhy.....	73
4.2.1.	Metoda párového porovnání.....	73
4.2.2.	Saatyho metoda .....	74
4.2.3.	Normovaná váha .....	75
4.3.	Metoda stanovení stupně splnění funkcí .....	75
4.3.1.	Metoda váženého pořadí .....	76
4.3.2.	Bodovací metoda s vahami .....	76
4.3.3.	Frechetova vzdálenost .....	77
4.3.4.	Vyhodnocení metod .....	78
	ZÁVĚR.....	79
5.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	84
6.	SEZNAM GRAFŮ, TABULEK, OBRAZKŮ .....	85
7.	SEZNAM PŘÍLOH.....	87
8.	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	88

# Úvod

Tématem diplomové práce je porovnání dvou vybraných komunikací společností AF-CITYPLAN s.r.o. z hlediska investičních nákladů stavby a skladeb komunikací. Byla vybrána rychlostní komunikace R35 a silnice II. třídy (obchvat města Lány). Pomocí hodnocení variant tras pozemních komunikací (hodnotová analýza) byly vyhodnoceny dané komunikace.

Součástí technického řešení komunikací by mělo být komplexní řešení jednotlivých staveb z hlediska stavebně-konstrukčního (materiály, odvodnění, bezpečnost dopravy, skladby vozovek).

Cílem diplomové práce je stanovit pro obě komunikace (rychlostní komunikace R35, silnice II. třídy) investiční náklady stavby. Investiční náklady by měly obsahovat náklady na výkupy pozemků, stavební náklady komunikací a náklady na umístění stavby. Výstupem investičních nákladů by mělo být stanovení nákladu za 1 km rychlostní komunikace R35 a silnice II. třídy.

Dalším výstupem by mělo být stanovení ukazatelů jednotlivých skladeb vozovky na 1 m<sup>2</sup> komunikace. Rozdělit dané skladby na vrstvy a zjistit, která vrstva je pro danou komunikaci důležitá a tvoří v nákladovém ukazateli největší peněžní rozdíl. Celkové vyhodnocení komunikací by mělo být stanoveno pomocí hodnotové analýzy, při použití různých rozhodovacích metod.

## 1. Pozemní komunikace a jejich rozdělení

### 1.1. Zákon o pozemních komunikacích<sup>1</sup>

Zákon číslo 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích nabyl účinnosti 1. dubna 1997 a to s výjimkou ustanovení, která se týkala okruhu vozidel osvobozených od poplatku za užívání dálnice a rychlostní komunikace. Zmíněná ustanovení nabyly účinnosti až 1. ledna 1998.

Zákon upravuje z legislativního hlediska rozdělení pozemních komunikací, tzv. „kategorizace pozemních komunikací“, jejich stavbu, podmínky užívání a jejich ochranu, ale i práva a povinnosti vlastníků těchto komunikací a jejich uživatelů. Zabývá se rovněž výkonem státní správy pozemních komunikací příslušným silničními správními úřady. Pro dálnice a silnice je příslušným silničním správním úřadem Ministerstvo dopravy a spojů a pro místní komunikace pak obecní úřad.

Jak je definována pozemní komunikace a co pod tento pojem zahrnujeme? Pozemní komunikace je dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly, které splňují podmínky zákona č. 38/1995 Sb., o technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.

### 1.2. Kategorizace pozemních komunikací<sup>2</sup>

Pozemní komunikace jsou zařazovány na základě svého určení, dopravního významu a stavebně technického vybavení podle rozhodnutí příslušného silničního správního úřadu do následujících kategorií, které nelze zaměňovat s technickou kategorií:

**Dálnice**, které jsou určeny pro rychlou dálkovou dopravu a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly. Jsou budovány bez úrovnových křižovatek, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd, mají směrově oddělené jízdní pásy. Jsou to komunikace s omezeným přístupem, neboť jsou přístupné pouze vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší než 50 km/h.

**Silnice**, které mohou být veřejně přístupné pozemní komunikace určené pro silniční a jiná vozidla, splňující příslušné podmínky, a chodce. Rychlostní silnice je ovšem přístupná jen silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší než 50 km/h. Silnice tvoří silniční síť a podle svého určení a dopravního významu se rozdělují:

---

<sup>1</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 9.

<sup>2</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 9 – 10.

- a) **silnice I. třídy**, které jsou určeny pro dálkovou a mezistátní dopravu. Silnice I. třídy může být vybudována i jako rychlostní silnice. Stavebně technické vybavení rychlostní silnice je obdobné jako vybavení dálnice. *Silnic I. třídy bylo k 1. 1. 2011 6255 km a z toho bylo cca 422 km rychlostních silnic*<sup>3</sup>.
- b) **silnice II. třídy**, na nichž se má uskutečňovat doprava mezi okresy. *Délka těchto silnic je celkem 14 635 km*<sup>4</sup>.
- c) **silnice III. třídy**, které zajišťují vzájemné komunikační spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace. *Rozsah sítě silnic III. třídy je největší a představuje 34 128 km*<sup>5</sup>. Vlastníkem dálnic a silnic je stát a toto vlastnické právo vykonává Ministerstvo dopravy a spojů, které může výkonem vlastnických práv pověřit právnickou nebo fyzickou – „správce pozemní komunikace“.

**Místní komunikace**, slouží převážně místní dopravě na území obce a jsou veřejně přístupné. Mohou být opět vybudovány jako rychlostní místní komunikace, které jsou určeny pro rychlou dopravu, takže pro ně platí obdobné podmínky jako pro rychlostní silnice. Vlastníkem těchto komunikací je obec, na jejímž území místní komunikace probíhá. Podle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení se rozdělují místní komunikace do následujících čtyř tříd:

- a) **místní komunikace I. třídy**, mezi které jsou zařazovány zejména rychlostní místní komunikace,
- b) **místní komunikace II. třídy**, mezi něž jsou zařazovány dopravně významné sběrné komunikace s omezením přímého připojení sousedních nemovitostí,
- c) **místní komunikace III. třídy**, kam jsou řazeny obslužné komunikace,
- d) **místní komunikace IV. třídy**, které představují komunikace s vyloučením provozu silničních motorových vozidel, nebo na kterých je umožněn smíšený provoz.

**Účelové komunikace** slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Na návrh vlastníka účelové komunikace a po projednání s příslušnými orgány může příslušný silniční správní úřad

---

<sup>3</sup> *Silnice a dálnice v České republice 2011* [online]. 2011 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/\\$file/rsd2011cz.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/$file/rsd2011cz.pdf)

<sup>4</sup> *Silnice a dálnice v České republice 2011* [online]. 2011 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/\\$file/rsd2011cz.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/$file/rsd2011cz.pdf)

<sup>5</sup> *Silnice a dálnice v České republice 2011* [online]. 2011 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/\\$file/rsd2011cz.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633e2faf9f4a1078c12578f80033a11e/$file/rsd2011cz.pdf)

upravit nebo omezit veřejný přístup na účelovou komunikaci. Mezi účelové komunikace se řadí i pozemní komunikace v uzavřených prostorech nebo objektech, které pak slouží potřebě vlastníka nebo provozovatele objektu, nebo prostoru. Pochopitelně, že taková komunikace není veřejně přístupná.

### **1.3. Založení komunikací**

#### **1.3.1. Zemní práce<sup>6</sup>**

Zahrnujeme sem všechny druhy srovnání terénu, kopání rýh, přesun zemin a všechny další vykopávky související s výkopy, zásypy, obsypy a násypy, včetně hutnění v průběhu stavebních prací a technologií výstavby.

Vykopávky zahrnují rozpojení horniny, odebrání výkopku s jeho odhozením nebo naložením na dopravní prostředek. Horniny ve vykopávkách se třídí do sedmi tříd podle obtížnosti jejich rozpojování a odebrání (třídy těžitelnosti). Do 1. třídy jsou zařazeny sypké horniny, které se dají nabírat přímo lopatou nebo nakladačem, do 4. třídy jsou zařazeny drobné pevné horniny rozpojitelné klínem a rypadlem. Do 7. třídy jsou zařazeny pevné horniny velmi těžce trhatelné, které jsou rozpojitelné pouze trhavinami.

Před vlastním zahájením zemních prací na staveništi se nejprve vytyčí osa zemního tělesa a jeho šířka. Body osy se zajišťují i kolíky umístěnými mimo těleso.

Plochy pod násypy, rovněž tak plochy v budoucích zářezích a plochy zemníků musí být zbaveny všech stromů, kmenů, křovin, pařezů, trávy, plevele, zdí, budov a jiných nevhodných materiálů. Musí se provést skrývka humusu a ornice s obsahem organických látek větším než 5 %. Teprve po provedení uvedených prací může být zahájena těžba zeminy vhodná pro násypy. Tloušťky snímaných vrstev, místo jejich trvalého nebo dočasného umístění, jakož i ochranu před jejich znehodnocením určuje dokumentace pro zhotovovací práce. Z podloží násypu musí být rovněž odstraněny organické zeminy, bahno a rašelina.

Všechny výkopy se musí chránit před zaplavením vodou, způsobenými povodněmi, průtržemi mračen apod. tak, aby stavební práce mohly být prováděny v optimálních podmínkách. Musí být vybudovány ochranné hrázky, záchytné příkopy nad úrovní výkopu, drenáže nebo odvodňovací příkopy v úrovni nižší, než je úroveň realizovaného výkopu.

---

<sup>6</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 60 – 78.

### 1.3.2. Pojmenování zemin a jejich klasifikace<sup>7</sup>

Horniny jsou přírodní minerální asociace různého složení a struktur, které vznikly působením geologických procesů. Zeminy jsou nezpevněné nebo slabě zpevněné horniny, tj. horniny bez pevných strukturních vazeb. Základním kvalitativním znakem zemin je zrnitostní složení a klasifikace je prováděna podle náhradních průměrů 2 a 6, takže podle velikosti se rozlišují částice a složky podle *tabulky 1*.

**Tabulka 1:** Klasifikace základních frakcí zemin

Rozměr zrn	Symbol	Název	
		složky	zrn (částic)
< 0,002	c	jílová	jemné (f)
0,002 až 0,06	m	prachová	
0,06 až 2,0	s	písčítá	hrubé
2,0 až 60,0	g	šterková	
60,0 až 200	cb	kamenitá	velmi hrubé
> 200	b	balvanitá	

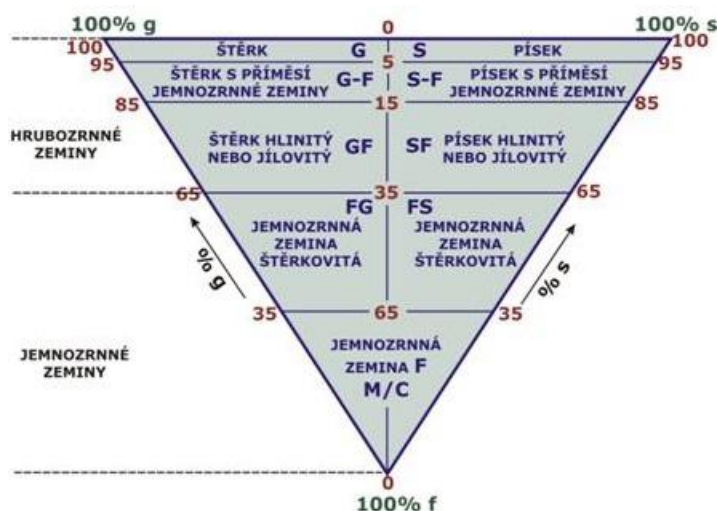
[Zdroj: vlastní, podklady: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana 62]

Podle obsahu velmi hrubých zrn je možno zeminy klasifikovat jako: **a) balvanité**, jestliže obsahují více než 50 % z celkové hmotnosti hrubých zrn a obsah balvanité složky je větší než složky kamenné, **b) kamenité**, obsah hrubých zrn je stejný jako v předchozím případě, ale obsah kamenité složky převažuje nad obsahem balvanité složky, **c) směsi zemin s hrubými částicemi**, jestliže obsahují méně než 50 % z celkové hmotnosti velmi hrubých částic.

Zeminy s převahou hrubých a jemných zrn se klasifikují podle trojúhelníkového diagramu na *obrázku č. 1*.

<sup>7</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 62 – 64.

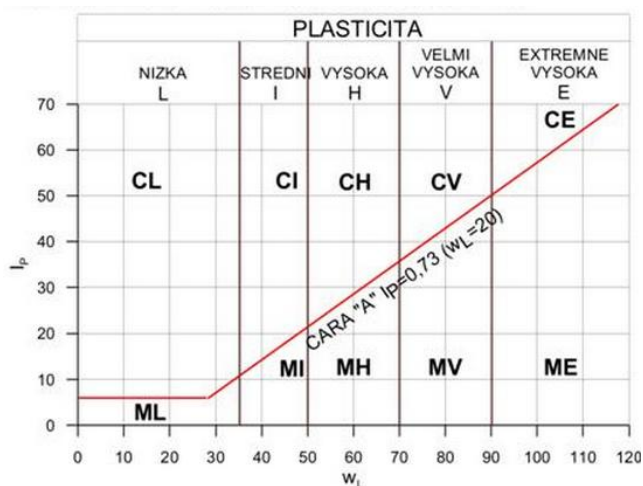
Obrázek 1: Trojúhelníkový diagram zrnitosti



[Zdroj: [http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/6\\_CSN%20normy/6\\_CSN%20normy\\_5do.htm](http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/6_CSN%20normy/6_CSN%20normy_5do.htm)]

Podrobnější rozdělení jemnozrnných zemín, tj. stanovení, zda se jedná o hlínu nebo jílu, se provádí podle zrnitosti a *diagramu plasticity* (viz. obrázek č. 2).

Obrázek 2: Diagram plasticity jemnozrnných zemín



[Zdroj: [http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/6\\_CSN%20normy/6\\_CSN%20normy\\_5do.htm](http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/6_CSN%20normy/6_CSN%20normy_5do.htm)]

Mez tekutosti je definována jako vlhkost  $w_L$ , při které se v Casagrandeově přístroji dvě poloviny koláčku zkoušené zeminy slíjí na délku 12,5 mm po 25 úderech misky dopadající z výšky 10 mm. Před údery se v zemině, po jejím urovnání do roviny rovnoběžné s podkladní deskou, vyřízne vyřezávacím nožem uprostřed misky rýha, která rozdělí koláček zeminy na dvě poloviny.

Mez plasticity je definována jako vlhkost  $w_p$ , při níž je zemina ve stavu plastickém až polopevném, tj. má takovou vlhkost, že váleček o průměru 3 mm vyválený ze zkoušené zeminy se začíná drobit na kousky 8 až 10 mm dlouhé.

Číslo plasticity  $I_p$  je pak definováno jako rozdíl vlhkosti zeminy na mezi tekutosti a mezi plasticity, tj.  $I_p = w_L - w_p$ . Je-li provedeno zatřídění zeminy, lze provést zařazení podle vhodnosti podloží. Zeminy jsou zařazeny do skupin a vhodnost zeminy klesá se stoupajícím číslem skupiny.

Aktivní zóna je horní vrstva na násypu i v zářezu, do níž zasahují vlivy klimatu a zatížení. Její tloušťka je cca 0,5 m pod zemní pláň, tj. pod plochu uzavírající zemní těleso. Aktivní zóna tak tvoří podloží vozovky. Je-li podloží vozovky ze zemin, požadovaná únosnost zemin tvořících aktivní zónu musí splňovat podmínku, že poměr únosnosti  $\text{CBR} > 15\%$ . Splňují-li zeminy podloží vozovky tento požadavek, není nutné provádět v aktivní zóně úpravu zemin. Povrch zemního tělesa před vytvořením aktivní zóny je označován jako para pláň.

### **Namrzavost zemin<sup>8</sup>**

Důležitou vlastností zemin, které tvoří podloží, je jejich namrzavost. Orientačně lze určit namrzavost zeminy podle zrnitostního kritéria. Přesné stanovení namrzavosti zemin anebo stanovení namrzavosti upravených zemin, popílků apod. se provádí na základě laboratorní zkoušky, která simuluje účinek mrazu při konstantním vodně teplotním režimu. U zemin zlepšených příměsí pojiva lze počítat s tím, že mírně namrzavá je ta upravená zemina, která má hodnotu  $\text{CBR} > 10\%$ . Je-li hodnota  $\text{CBR} > 47\%$ , jedná se o nenamrzavou zeminu. Hodnota kalifornského poměru únosnosti se v tomto případě zjišťuje na saturovaném vzorku. Je-li u zlepšené zeminy hodnota  $\text{CBR} > 25\%$ , doporučuje se míru namrzavosti stanovit přímou zkouškou.

#### **1.3.3. Kontrolní zkoušky při provádění zemních prací<sup>9</sup>**

Kontrolní zkoušky jsou zkoušky zajišťované zhotovitelem za účelem prokázání požadovaných vlastností, rozměrů a tvaru zemního tělesa. Při těžbě zeminy pro násyp a do aktivní zóny podloží se kontroluje shoda vlastností zeminy s předpoklady dokumentace stavby a kontroluje se zejména:

- vlhkost zeminy,

<sup>8</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 64.

<sup>9</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 66.



- objemová hmotnost zeminy,
- zhutnitelnost zeminy,
- zrnitost,
- meze plasticity.

Před zahájením sypání násypu se kontroluje na zhutněném podloží vlhkost a objemová hmotnost ke stanovení míry zhutnění, druh a četnost zkoušek. Při ukládání zeminy do násypu se sleduje vlhkost a objemová hmotnost (míra zhutnění), zrnitost, meze plasticity a případně maximální a minimální ulehlost. Nejmenší četnost zkoušek je stanovena podle druhu sypaniny a v závislosti na typu zkoušky.

Míra zhutnění jemnozrnných zemin na konstrukční pláni, v tělese násypu a podloží násypu je vyjadřována součinitelem zhutnění  $D$ , což je poměr objemové hmotnosti suché zeminy dosažené na stavbě a maximální objemové hmotnosti zjištěné Proctorovou standardní, případně modifikovanou zkouškou.

#### **1.3.4. Dokončovací zemní práce<sup>10</sup>**

Dokončovací práce zahrnují:

- úpravu pláně a svahů,
- úpravu dna a stěn příkopů,
- humusování, osetí a vegetační úpravy

Pláň nejméně do hloubky tzv. aktivní zóny podloží má být nenamrzavá a má vykazovat požadovanou hodnotu CBR. Pláň musí mít dostatečný sklon pro odvedení vody – min 3 %, má být pokud možno nepropustná a dobře odolávající provozu stavebních strojů a vozidel. Vzhledem k těmto požadavkům je poslední vrstva násypu nebo i zemní pláň v zářezu budována ze zemin nejvhodnějších pro podloží nebo ze zemin upravených.

Úprava svahů zemního tělesa se provádí často dozery – podle platných bezpečnostních předpisů lze svahy od sklonu 1:1,5 až do 1:3 upravovat pouze dozerem, zabezpečeným shora proti překocení lanem. Vhodnými mechanismy pro úpravu svahů jsou hydraulická rypadla typu Gradal případně UDS (univerzální dokončovací stroj na automobilovém podvozku). Při nízkých svazích, tj. do 2,0 až max. 4,0 m lze úpravy svahů provádět grejdrem. Dlouhé svahy s úzkými lavičkami jsou nevhodné pro mechanizované svahování.

---

<sup>10</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 71 – 72.

Skalní svahy v zářezích z pomalu větrajících hornin se obvykle neupravují. U větrajících svahů se jejich ochrana zajišťuje pozinkovanými nebo umělohmotnými sítěmi.

Konečná ochrana svahů zemního tělesa se provádí ohumusováním a osetím. Rozprostření ornice na svahu, případně její zhutnění se provádí stejnými prostředky jako svahování. Ihned po ohumusování následuje osetí travním semenem.

#### 1.4. Silniční ochranná pásma<sup>11</sup>

K ochraně dálnic, silnic a místních komunikací a provozu na nich mimo území zastavěné nebo určené k souvislému zastavění slouží silniční ochranná pásma. V silničních ochranných pásmech je zakázána nebo omezena činnost, která by mohla ohrozit dálnice, silnice nebo místní komunikace, jejich údržbu nebo provoz na nich. Z tohoto zákazu povoluje výjimky v odůvodněných případech příslušný správní orgán.

Podle zákona o pozemních komunikacích z roku 1997 tvoří hranice silničních ochranných pásem svislé plochy vedené ve vzdálenosti a do výše:

- 100 m od osy vozovky přilehlého jízdního pásu dálnice a rychlostní silnice pro motorová vozidla,
- 50 m od osy vozovky, popř. přilehlého jízdního pásu silnice I. třídy,
- 25 m od osy vozovky silnice II. třídy a přilehlého jízdního pásu rychlostní místní komunikace pro motorová vozidla,
- 20 m od osy vozovky silnice III. třídy,
- 15 m od osy vozovky místní komunikace I. a II. třídy, pokud se na ně nevztahuje ustanovení o rychlostních místních komunikacích pro motorová vozidla.

V okolí úrovněvého křížení silnic s jinými pozemními komunikacemi a s drahami jsou hranice silničních ochranných pásem určeny svislými plochami, jejichž plocha je dána stranami rozhledových trojúhelníků podle zvláštních předpisů. Jestliže by však takto určené silniční pásmo bylo užší než pásmo určené podle shora uvedených zásad, platí i pro okolí úrovněvých křížení předchozí ustanovení.

V silničních ochranných pásmech je **zakázáno**:

- provádět jakoukoliv stavební činnost vyžadující ohlášení stavebnímu úřadu nebo povolení stavby,
- na objektech a zařízeních postavených před vznikem silničního ochranného pásma provádět úpravy směřující k prodloužení jejich životnosti,

---

<sup>11</sup> KAUN, Miroslav. *Základy dopravních staveb 1*. ČVUT Praha, 1996, s. 28 – 29.

- provádět jakékoliv zemní úpravy, jimiž by se úroveň terénu snížila nebo zvýšila ve vztahu k niveletě vozovky komunikace,
- zřizovat zpevněné i nezpevněné skladištní a letištní plochy,
- hospodařit v lesích způsobem odporujícím zásadám předem dohodnutým s vlastníkem komunikace,
- umisťovat a provozovat obchodní, reklamní, sportovní, kulturní a podobné předměty a zařízení,
- v okolí úrovnňových křížení a na vnitřní straně oblouku silnic o poloměru 500 m a menším pěstovat takové kultury, které by svým vzrůstem rušily potřebný rozhled.

Uvedená omezení se nevztahují na součásti a příslušenství pozemních komunikací, na označníky zastávek, zastávky a čekárny hromadné veřejné dopravy, na čerpací stanice pohonných hmot apod.

Silniční správní orgán může nařídit vlastníku nemovitosti, aby v silničním ochranném pásmu byla odstraněna nebo upravena stavba anebo jiné zařízení, stromy, keře nebo jiné porosty, popř. aby byl upraven povrch půdy.

#### **1.4.1. Silniční pozemek<sup>12</sup>**

Silniční pozemek tvoří těleso dálnic, silnic a místních komunikací a silniční pomocné pozemky. Těleso je ohraničeno zvýšenou obrubou chodníků, příp. zelených pásů, vnějšími hranami silničních nebo záchytných příkopů a rigolů, svahů silničních násypů a zářezů nebo vnějšími hranami paty opěrných zdí a tarasů nebo vnějšími hranami koruny obkladních a zárubních zdí, popř. vnějšími hranami zářezů nad těmito zdmi.

Silniční pomocné pozemky jsou pruhy přilehlých pozemků v šíři 0,60 m, jsou ve vlastnictví vlastníka komunikace a slouží k účelům správy a údržby. Hranice silničního pozemku se osazují mezníky.

Součástí komunikací jsou všechna zařízení, stavby, objekty a díla, která jsou s nimi pevně spojena, jichž je třeba k úplnosti, zabezpečení a k ochraně těchto komunikací a k zajištění bezpečného, rychlého, plynulého a hospodárneho provozu na nich. Příslušenstvím jsou věci, které náležejí vlastníkovu komunikace, nejsou však s těmito komunikacemi pevně spojeny, ale slouží ke stejným účelům jako součásti těchto komunikací.

Součástí komunikací jsou např. konstrukční vrstvy vozovek a krajnic, mosty (nadjezdy), propustky, tunely, opěrné, zárubní, obkladní a parapetní zdi, tarasy, silniční svahy,

---

<sup>12</sup> KAUN, Miroslav. *Základy dopravních staveb 1*. ČVUT Praha, 1996, s. 29 – 30.

silniční pomocné pozemky, příkopy a ostatní povrchová odvodňovací zařízení, zábradlí, odrazníky, svodidla, pružidla, směrové sloupky, staničníky a mezníky, silniční stromoví a ostatní silniční zeleň, odpočívací, odstavné pruhy a plochy pro zastávky hromadné veřejné dopravy, dopravní značky a zařízení atd.

Jestliže konstrukci vozovky (krajnice) tvoří strop podzemní stavby (metra, haly, garáže apod.), patří mezi součásti pouze mostní vozovka. Kanalizace, včetně úprav k odvádění vody, jsou součástí jen tehdy, slouží-li výhradně k odvádění povrchových vod z komunikace. Součástí komunikací nejsou zejména hráze vodních nádrží, rybníků a břehů vodních toků po nichž komunikace probíhá, přejezdy na sousední nemovitosti, zastávky a čekárny hromadné veřejné dopravy, autobusové nádraží, úrovněvé přejezdy drah bez závor do vzdálenosti 2,5 m od osy krajní koleje a úrovněvé přejezdy drah se závorami ve vzdálenosti mezi závorami. Příslušenstvím komunikací jsou přenosné dopravní značky a přenosná dopravní zařízení, zásněžky, zásobníky a skládky údržbových hmot.

## 1.5. Kamenivo<sup>13</sup>

Kamenivo je základním stavivem při stavbě i údržbě vozovek silnic, dálnic, místních komunikací a při stavbě železnic pro vytvoření kolejového lože. Je to přírodní nebo umělý materiál anorganického původu.

### 1.5.1. Rozdělení kameniva<sup>14</sup>

Podle vzniku zrn rozdělujeme kamenivo na:

*Drcené* – kamenivo získané drcením kusového kamene, popř. jiných anorganických látek,

*Těžené* – kamenivo vzniklé přirozeným rozpadem horniny, se zrný zaoblenými přirozeným způsobem, získané těžením, které může obsahovat rovnoměrné přimísený podíl zrn, získaných předrcením oblázků, menší než 40 % hmotnosti kameniva,

*Těžené předrcené* – těžené kamenivo, v němž rovnoměrně přimísený podíl zrn, získaných předrcením oblázků, je nad 40 % hmotnosti kameniva.

Podle velikosti a původu zrn rozdělujeme kamenivo na:

*Drobné* – jeho zrna projdou kontrolním sítem se čtvercovými oky velikosti 4,

*Hrubé* – kamenivo o velikosti zrna 4 až 125 mm,

<sup>13</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 77.

<sup>14</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 77.

*Štěrkopísek* – přírodní směs těžného kameniva drobného i hrubého, omezená horním kontrolním sítem 63,

*Štěrkodrt'* – směs drceného přírodního kameniva drobného i hrubého, omezená horním kontrolním sítem 90,

*Kamenná moučka* – přírodní kamenivo vzniklé mletím větších zrn nebo odsáváním kamenného prachu, omezená horním kontrolním sítem 125,

*Výsivky* – odpad z výroby drceného kamene, bez zaručení ukazatelů jakosti kameniva a velikosti zrn.

Vhodnost kameniva pro použití v jednotlivých technologiích silničního stavitelství se posuzuje laboratorními zkouškami kameniva. Jednou ze základních zkoušek je síťový rozbor kameniva, neboť množství podsítného a nadsítného je rovněž rozhodující pro zařazení kameniva do příslušné kvalitativní třídy. Souhrn všech zrn, zadržovaných horním sítem frakce, vyjádřený v procentech hmotnosti kameniva, je nadsítné. Nadsítné vzniká při průmyslovém třídění kameniva. Všechna zrna propadající dolním kontrolním sítem frakce, vyjádřená v procentech hmotnosti kameniva tvoří podsítné. Vzniká též při průmyslovém třídění kameniva, kdy dochází k tzv. zahlcování síta. Pochopitelně, že důležité jsou i zkoušky, jimiž se stanovuje např. mrazuvzdornost kameniva, otlukovost, odladitelnost, trvanlivost apod. Podle dosažených parametrů je možno zařadit drobné kamenivo do kvalitativních tříd A až D, hrubé kamenivo do tříd A až E. Štěrkopísek se třídí na třídy A až C. Možnost použití jednotlivých kvalitativních tříd kameniva v konstrukci pak předepisují příslušné technologické normy a předpisy.

Součástí každé dodávky kameniva jsou i průvodní doklady, které obsahují osvědčení o jakosti, druhu a frakci kameniva, množství dodaného kameniva, název výrobního podniku a výroby, místo určení dodávky, číslo a datum vyhotovení a datum odeslání kameniva.

## **1.6. Silniční pojiva**

### **1.6.1. Asfaltová pojiva<sup>15</sup>**

Asfaltovými pojivy nazýváme směsi přírodních uhlovodíků a jejich nekovových derivátů, které mohou být plynné, kapalné, viskózní nebo tuhé, ale jsou vždy úplně rozpustné v sirouhlíku. V silničním stavitelství se používají *asfalty přírodní* a *asfalty ropné*, výjimečně i živice orogenetické dehty.

---

<sup>15</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 79.

### 1.6.2. Přírodní asfalty<sup>16</sup>

Mezi známé přírodní asfalty patří asfalt *bermudský*, *venezuelský*, *trinidadský* a u nás se ojediněle setkáváme s asfaltem *Selenica*. Posledně jmenovaný je asfalt horninový z Albánie a za normální teploty se chová jako pevná hmota, těží se po hornicku, ale i v otevřených lomech. Používá se většinou k zušlechtování ropných asfaltů.

### 1.6.3. Ropné asfalty<sup>17</sup>

Ropný silniční asfalt se získává rafinací surové ropy, jež je směsí nejrůznějších kapalných, plynných i tuhých uhlovodíků a jejich kyslíkatých, siřných a dusíkatých sloučenin. Z hlediska výrobního můžeme rozdělit asfalty:

- asfalty vyráběné vakuovou destilací (tyto asfalty se označují A)
- asfalty získané kontinuální oxidací vakuového zbytku nebo směsi vakuového zbytku s dalšími složkami (asfalty polofoukané označované AP).

Základní zkouškou pro hodnocení asfaltů je penetrační zkouška, jejímž výsledkem je hloubka vniknutí penetrační jehly za dobu 5 sekund. Hloubka se udává v desetinách milimetru. Zkoušku je možno provádět při různých teplotách vzorku, nejčastěji však při 25 °C.

Další ze zkoušek je stanovení bodu měknutí KK. Je to teplota, při níž působením zvyšované teploty změkne asfalt natolik, že ocelová kulička průměru 9,5 mm, položená na vrstvě asfaltu tloušťky 6,4 mm, ji protáhne do hloubky 25 mm.

Bod lámavosti je teplota, při níž vrstva vzorku nanesená na ocelovém plíšku při prohýbání a ochlazování za stanovených podmínek praskne nebo popraská. Zkouškou se zjišťuje chování asfaltu při nižších teplotách a z výsledku lze usuzovat na nejvyšší teplotu v oblasti záporných teplot, při níž se stává asfalt křehkým. Tato teplota udává též dolní hranici oboru plasticity.

Duktilita je vyjádřením tažnosti měřené délkou vlákna v okamžiku přetržení, na kterou lze vzorek protáhnout, je-li umístěn ve vodní lázni a má tvar ležaté osmičky.

Mezi další zkoušky lze zařadit zkoušku tepelné stálosti asfaltu, rozpustnost v benzenu, bod vzplanutí, ztrátu zahříváním atd.

Pro silniční práce mají prvořadý význam:

- asfalty silniční ropné A 200 a A 80,

<sup>16</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 79.

<sup>17</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 80.

- asfalty silniční polofoukané, které při normální teplotě jsou polotuhé až tuhé látky neobsahující vodu ani mechanické nečistoty,
- AP 15, AP 25, AP 45 jsou vhodné pro výrobu litého asfaltu, AP 45 pak i pro obalované směsi,
- AP 65, AP 80 jsou vhodné pro obalované směsi, AP 65 v některých případech i pro výrobu litého asfaltu,
- AP 130 je vhodný k přípravě obalovaných směsí, zejména při nižších klimatických teplotách a pro penetrace,
- Parafalt AP 180S je vhodný pro penetrace a výrobu obalovaných směsí pro lehké a velmi lehké dopravní zatížení.

Číslo v označení udává hodnotu průměrné penetrace.

#### **1.6.4. Ředěné silniční asfalty<sup>18</sup>**

Asfalty ředěné jsou stejnorodé hmoty vyráběné ze silničního ropného asfaltu s přídavkem nebo bez přídavku přísady zlepšující přilnavost asfaltu ke kamenivu. Jako ředidla se používá při výrobě rychle tuhoucích ředěných asfaltů benzinové frakce, při výrobě normálně tuhoucích asfaltů pak petrolejové frakce. Silniční ředěné asfalty jsou hořlavé kapaliny II. třídy nebezpečnosti.

#### **1.7. Vozovka a její konstrukce<sup>19</sup>**

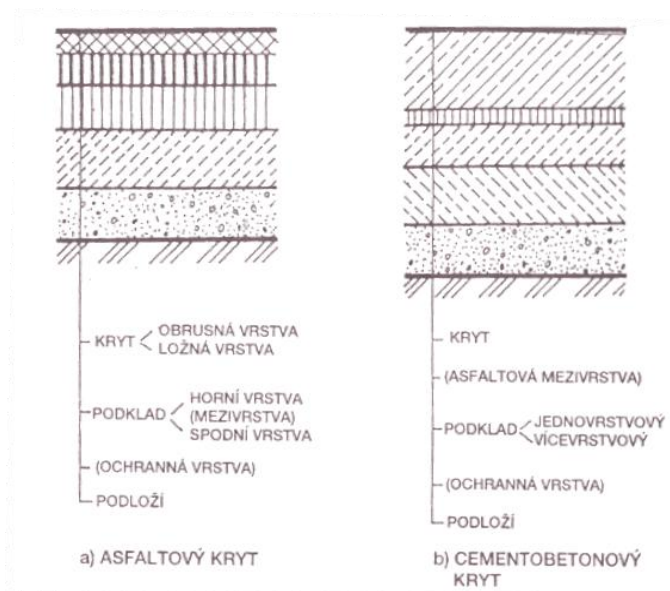
Vozovka je konstrukce jízdní dráhy spočívající na pláni zemního tělesa a umožňující svou únosností a rovným povrchem hospodárnou a bezpečnou dopravu (viz. *obrázek č. 3*). Konstrukce vozovky se skládá z několika vrstev, jejichž únosnost směrem k podloží, na kterém spočívá, klesá.

---

<sup>18</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 80.

<sup>19</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 86.

**Obrázek 3:** Schéma konstrukce vozovky



[Zdroj: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana 86]

### 1.7.1. Podloží<sup>20</sup>

Podloží je část silničního tělesa, na níž přímo spočívá vozovka. Horní plocha podloží se nazývá zemní pláň. Podloží je tedy vrstva nasypané nebo rostlé, upravené nebo neupravené zeminy. Podle původu nebo druhu zeminy se rozlišuje rostlé podloží a násypové podloží. Zvláštním případem podloží je skalní podloží, na kterém se do konstrukce vozovky navrhuje obvykle stmelené vrstvy. Požadavky na podloží můžeme shrnout do následujících bodů:

- pláň musí vykazovat požadovanou únosnost,
- musí být dodržena požadovaná míra zhutnění,
- nesmí být překročena přípustná tolerance požadovaných rozměrů pláně a mezní odchylky od jejich výšek,
- rovnost povrchu zemní pláně musí být s přípustnými tolerancemi dodržena v podélném i příčném směru,
- pláň musí mít zajištěno odvodnění,
- podloží musí být zajištěno proti účinkům promrzání, a to v závislosti na namrzavosti zeminy, vodním režimu podloží a tloušťce vozovky z nenamrzavých materiálů.

<sup>20</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 86.



### 1.7.2. Ochranná vrstva<sup>21</sup>

Ochranná vrstva ochraňuje vozovku před vlivy promrzání podloží a je to tedy spodní vrstva vozovky na styku s podložím. Velmi často zastává tuto funkci podsypná vrstva ze štěrkopísku. V progresivnějších technologiích je pak štěrkopísková podsypná vrstva nahrazena např. vrstvou mechanicky zpevněného kameniva, která je v určitých případech výhodnější a má podobné vlastnosti z hlediska únosnosti jako vrstva štěrkopísku.

Pro tuto vrstvu je možno použít zeminy zpevněné mechanicky nebo hydraulickým pojivem, např. cementovou stabilizací kvality III., ale i tzv. podsypu ze štěrkopísku nebo nestmelenou vrstvu ze štěrkočrti.

Podsyp plní podle okolností následující funkce nebo jen některou z nich:

- brání pronikání podloží zeminy do podkladních vrstev (filtrační účinek),
- odvádí vodu ze silniční konstrukce a z povrchu podloží (drenážní účinek),
- přerušuje vztlínání vody do podkladních vrstev a provzdušňuje je, tj. umožňuje vysychání nadbytečné vlhkosti v podloží (přerušovací a provzdušňovací účinek),
- zvětšuje tloušťku nenamrzavé konstrukce.

Pokud by podsyp měl být použit pouze ke zvýšení tloušťky nenamrzavé konstrukce, považuje se za základní podkladní vrstvu a jako takový se posuzuje. V tomto případě je vhodné jej nahradit stmelenou vrstvou (cementem zpevněnou zeminou, případně asfaltem obaleným místním materiálem), která je z tepelně technického hlediska výhodnější než štěrkočrta, protože má větší tepelný odpor.

Pro podsypy vozovek silnic, dálnic a místních komunikací má být použito pouze nenamrzavých materiálů. Pro podsypy se užívá štěrkočrta do velikosti zrna 63 mm. Lze užít i jiných materiálů, které vyhovují předepsaným kritériím.

Nejmenší přípustná tloušťka podsypu ve ztuhlém stavu je 150 mm, za kapilárního vodního režimu 200 mm. Tloušťka podsypu se navrhuje taková, aby přerušovala vztlínání. Má-li podsyp působit jako plošné odvodňovací zařízení a má mít přerušovací účinek, musí se řádně odvodnit podélným trativodem v zářezu nebo se musí vyústit v celé délce do svahu min. 0,3 m nad úroveň terénu. Podsypy se ztuhují v celé tloušťce vibračními válci nebo vibračními deskami. Minimální požadovaná hodnota modulu přetvárnosti z druhého zatěžovacího cyklu statické zatěžovací zkoušky je pro ochrannou vrstvu  $E_{\text{def},2} = 120 \text{ MPa}$ .

---

<sup>21</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 87.

### 1.7.3. Podkladní vrstvy<sup>22</sup>

Podklad je základní konstrukční částí vozovky. Jeho funkce spočívá v roznesení tlaku na takovou plochu, aby napětí nezpůsobilo nadměrné deformace podloží. Horní vrstvy podkladu musí mít také potřebnou pevnost nejen v tlaku, ale i v tahu ohybem a v tahu a nesmí docházet k plastickým deformacím jeho vrstev. Podklady mohou být jak ze stmelených, tak i z nestmelených materiálů. S ohledem na zatížení a mechanicko-fyzikální vlastnosti vrstev se doporučuje horní podkladní vrstvy provádět ze stmelených materiálů a u silně zatížených konstrukcí pak i spodní podkladní vrstvy.

Podle materiálů, jichž bylo ke zřizování podkladních vrstev použito, a podle vlastností těchto vrstev při zatížení, rozdělujeme podklady na stmelené a nestmelené. Spodní podkladní vrstvy bývají stmelené i nestmelené, tj. spojené i nespojené pojivem, ať organickým nebo anorganickým. Počítáme k nim i ochrannou vrstvu. Vrchní podkladní vrstvy bývají zpravidla stmelené, jelikož se od nich vyžaduje vyšší únosnost než od spodních podkladních vrstev. Z uvedeného schématu existují i výjimky, jako celostmelené a celoasfaltové vozovky.

### 1.7.4. Kryt<sup>23</sup>

Kryt je horní část konstrukce vozovky a může být jako jednovrstvový v případě cementobetonových krytů, anebo se skládá z ložní a obrusné vrstvy v případě asfaltových krytů. Kryt je přímo vystaven účinkům kol vozidel, bezprostřednímu působení atmosférických vlivů a změnám teploty. Za všech podmínek by měl splňovat kritéria zabezpečující rychlou, plynulou, pohodlnou a bezpečnou jízdu vozidel. Jeho kvalita má vliv nejenom na dopravní náklady, ale i na náklady na údržbu, a proto musí být výstavbě krytu věnována mimořádná péče, použity kvalitní materiály, dodrženy požadované technologické postupy a kvalitativní ukazatele nejen na zvlášť namáhaných úsecích (křižovatky, zastávky autobusů, stoupací pruhy), ale na celé trase pozemní komunikace či celé zpevněné letištní ploše.

S kvalitou krytu velmi úzce souvisí i tzv. povrchové vlastnosti vozovek, k nimž se řadí drsnost (protismykové vlastnosti), rovnost, světelná odrazivost a hlučnost. Tyto vlastnosti nabývají na významu v souvislosti se vzrůstající intenzitou silniční dopravy a rostoucí rychlostí silničních vozidel. Jsou významnými faktory vyjadřujícími technický stav krytu vozovky a jeho vliv na bezpečnost, plynulost, pohodlí a hospodárnost silniční dopravy.

Vozovky podle krytu můžeme rozdělit na:

---

<sup>22</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 88.

<sup>23</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 94.

- asfaltové,
- cementobetonové,
- dlážděné,
- šterkové,
- ze stabilizovaných zemin,
- zvláštní.

Podle deformačních vlastností krytu pak můžeme vozovky rozdělit na:

- *tuhé vozovky*, tj. vozovky opatřené tuhými kryty, které dobře odolávají tlaku, prostému tahu, tahu ohybem a které se pod zatížení dopravou nepatrně pružně deformují. Tuhé vozovky si můžeme představit jako tuhé pružné desky, jejichž tuhost je značně odlišná od tuhosti podkladu, na němž spočívají. Teorie jejich výpočtu je teorií pružných desek na pružném podkladě. Typickým představitelem tuhých vozovek je vozovka z cementového betonu.
- *netuhé vozovky* jsou vícevrstvé konstrukce, které poměrně málo odolávají namáhání v tahu ohybem. Netuhé vozovky mohou mít značné pružné i plastické deformace, které přenášejí na podloží. Vyznačují se schopností sledovat deformace podloží a rozdíl mezi tuhostí jednotlivých vrstev vozovky je poměrně malý. Do této skupiny patří pochopitelně všechny druhy asfaltových vozovek.

### 1.8. Odvodnění komunikací<sup>24</sup>

Celé těleso silniční komunikace, zejména aktivní zóna podloží, pláň zemního tělesa, konstrukce vozovky i okolní pozemky musí být chráněny před možnými škodlivými účinky povrchové i podzemní vody.

Přítomnost většího než odpovídajícího a laboratorně stanovitelného množství vody v zemině tělesa a jeho podloží vede ke ztrátě únosnosti a v případném rozbrzdění zeminy, může vést i ke svahovým sesuvům. Týká se to i vody v konstrukčních vrstvách vozovky, kde se velmi nepříznivě projevují účinky mrazu. Objemové změně vyvolané zmrznutím vody vedou k nežádoucím zdvihům vozovky a k rozrušování zejména stmelených konstrukčních vrstev. Při odměku pak nedokonalé odvodnění silniční pláně a jejího těsného podloží vede k rozsáhlým výmrazkům a tím opět k velmi vážným poruchám vozovky. Špatný či pomalý odtok vody z povrchové plochy (krytu) vozovky zvyšuje riziko aquaplaningu vozidel, za

<sup>24</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

mrazu vede k vytváření ledových ploch a tím ke zvýšení nehodovosti. Snížení komfortu jízdy a k rozstříkávání vody do okolí, což je velmi nepříznivé zejména u městských komunikací či obecně všude tam, kde je předpokládán těsný souběžný provoz chodců a cyklistů.

Základem odvodňovacího zařízení vozovky je příčný sklon pláň (min. 3%) a krytu (min. 2,5%, výjimečně 2%). Jak povrchová dešťová voda, tak i voda z pláň, jsou příčným sklonem svedeny mimo silniční korunu buď do terénu, nebo do podélného odvodňovacího zařízení.

Druhy odvodnění rozdělujeme:

a) podle situování k ose komunikace na:

- plošné
- podélné
- příčné

b) podle polohy vůči terénu na:

- povrchové
- podpovrchové

### **1.8.1. Plošné odvodnění povrchové – odvodnění povrchu vozovky<sup>25</sup>**

Základem odvedení povrchové (dešťové) vody z krytu vozovky či dopravní plochy, včetně případných navazujících nezpevněných krajnic je normou požadovaný minimální výsledný sklon plochy. Z technického hlediska se uvažuje, že voda odtéká z kvalitně zpevněných ploch (cementový beton, litý asfalt, apod.) při min. spádu 0,3 % (tj. při výškovém rozdílu 3 mm na 1 m délky). Použití této hodnoty je však krajně nevhodné a riskantní. Jakákoliv porucha v rovinatosti vede ke snížení a mnohdy i k obrácení sklonu. ČSN 73 6101 proto povoluje tento sklon jen jako zcela výjimečný a za základ minimálního výsledného sklonu uvažuje hodnotu  $m = 0,5 \%$ . Výsledný sklon je pak v podstatě vektorový součet sklonu příčného a podélného. Pro směrové přímé úseky či kružnicové části směrových oblouků stanovuje ČSN 73 6101 minimální tzv. základní příčný sklon vozovky  $p_0$  v závislosti na kvalitě krytu – např. pro nejkvalitnější úpravy z AB, CB, LA aj. je stanoven  $p_{0,\min} = 2,5 \%$  (výjimečně 2,0 %). Pro úpravy penetrační s nátěry pak cca 3-4 % a např. pro kalené šterkové kryty až 5 %. U nezpevněných krajnic, kde se předpokládá jednak zarůstání trávou a hromadění posypových materiálů, by neměl příčný sklon klesnout pod 8 %. Zde pozor – nezpevněné krajnice jsou vždy klopeny od osy komunikace či jízdních pásů směrově rozdělených komunikací, a to i při

<sup>25</sup> ODVDNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

jednostranném (obvykle dostředném) sklonu vozovky, např. ve směrových obloucích. Nejčastější chybou v otázce odvodnění krytu vozovky bývá v projekčním řešení nedodržení minima požadovaného výsledného sklonu ( $m = 0,5 \%$ , výjimečně  $m = 0,3 \%$ ), v kombinaci směrové inflexe a klasického vrcholového či údolnicového zaoblení nivelety. Ve směrové inflexi nebo v její blízkosti dochází díky překlápění příčného sklonu k tomu, že celá vozovka (např. při klopení kolem osy) či její polovina (klopení kolem vnitřní hrany) má v jisté délce příčný sklon  $0 \%$  nebo menší jak  $0,5 \%$ , resp.  $0,3 \%$ . U klasických výškových oblouků, kde dochází ke změně znaménka podélného sklonu stran výškového polygonu, je opět v jednom bodě (příčném řezu) podélný sklon  $0 \%$  a v určité délce je podélný sklon menší jak  $0,5 \%$ , resp.  $0,3 \%$ . V těchto úsecích je potřeba velmi podrobně sledovat hodnoty výsledného sklonu a obecně se pak vyhýbat řešení s kombinací směrové inflexe v oblasti vrcholů klasických výškových oblouků. V plochých krajinách, kde hodnoty podélného sklonu jsou  $0 \%$  či pod  $0,5 \%$ , se nabízí řešení, kdy lze použít tak velké poloměry směrových oblouků, které již nevyžadují dostředný sklon.

### **1.8.2. Plošné podpovrchové odvodnění – odvodnění povrchu pláně<sup>26</sup>**

Obdobné, ale upravené pravidlo, platí i pro plošné odvodnění pláně pozemní komunikace. Zde však ČSN 73 6101 nepřikazuje minimální výsledný sklon, ale pouze minimální příčný sklon pláně  $3 \%$ . Pravidlo normy dále říká, že příčný sklon pláně je minimálně  $3 \%$ , ale ne méně než je sklon krytu. Znamená to např., že pokud bude sklon krytu, buď díky jeho kvalitě (dlažby, penetrace, šterkové vozovky aj.), či z důvodů požadovaného dostředného sklonu ve směrových obloucích, větší jak  $3 \%$ , je pláň klopená ve sklonu shodném s krytem. Odvedení vody z pláně zajišťuje především podkladní (ochranná) vrstva, která musí mít drenážní účinek. Její min. tloušťka je  $0,15 \text{ m}$  a musí být natolik mezerovitá, aby umožnila odtok vody. Prakticky vždy je používán šterkopísek. Šlo by samozřejmě použít i např. drtě, ale použití je silně omezeno vysokou cenou drtí oproti šterkopískům. Poměrně často jsou používány, zejména v oblastech, kde není v zájmové oblasti šterkopísek dostupný, šterkodrtě, tj. kamenivo cenově výhodnější jak čisté drtě. Plošné odvodnění pláně plní svou funkci zejména při výstavbě, kdy je celá konstrukce vozovky zcela otevřená pro vnik dešťové vody. Po uzavření konstrukce vodonepropustným krytem se význam plošného odvodnění pláně výrazně sníží. U otevřených krytů však plošná drenáž plní svou funkci i po ukončení stavby. V každém případě však tato drenážní vrstva plní i druhou a neméně důležitou funkci a to i

<sup>26</sup> ODVDNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

ochranu pláně proti účinkům mrazu. Mezerovitá vrstva štěrkopísku či štěrkodrtě přerušuje případné vzlínání vody a zvyšuje tepelný odpor konstrukce proti promrzání. Proto je dnes používán pro tuto podkladní vrstvu termín „ochranná vrstva“.

### 1.8.3. Podélné odvodnění<sup>27</sup>

#### a) Podélné odvodňovací zařízení

Při volbě druhu odvodňovacího podélného zařízení se kromě funkce musí zohlednit zejména nárok na zábor půdy a nároky na rozsah zemních prací. V posouzení vhodnosti je nutno zvážit i náročnost údržby. Samostatnou skupinu odvodňovacího zařízení tvoří zařízení upravující původní vodní režim podloží, např. hloubkové trativody, studně, plošné odvodnění aj. a tyto zařízení se navrhují na základě hydrogeologického průzkumu. Zachycená voda pak musí být podélně odvedena povrchovým odvodňovacím zařízením - příkopem či rigolem. Pro převedení vody pod silniční komunikací slouží i různé objekty, jako např. propustky, mosty a shybky.

#### Příkopy

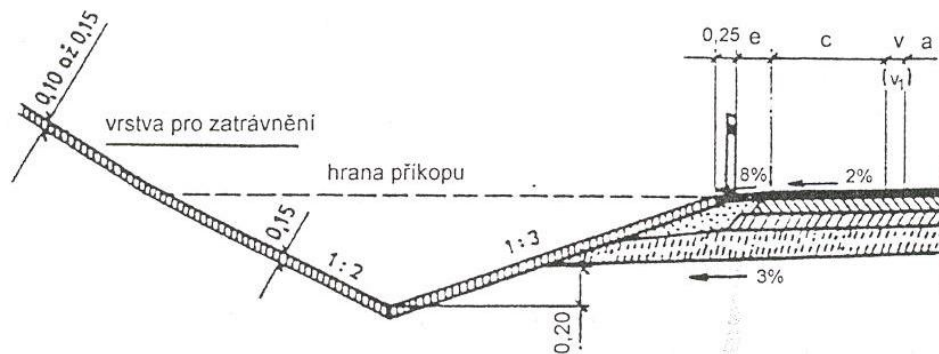
Příkopy se zřizují:

- v základním tvaru trojúhelníkovém se sklony svahů nejvíce 1:2,5 (viz. *obrázek č. 4*)
  - ve tvaru lichoběžníkovém se šířkou dna nejméně 0,30 m a sklony svahů nejvíce 1:2,5 v odůvodněných případech
  - ve tvaru lichoběžníka s větším sklonem svahu než 1:2,5, jestliže je příkop oddělen od koruny silničního (dálničního) tělesa a na úsecích silnic s nejvyšší dovolenou rychlostí do 60 km/h.
- Hloubka příkopu je min. 0,30 m od hrany příkopu (tj. vodorovnou rovinou proloženou hranou silniční komunikace, nebo nižší hranou mezi příkopem a stávajícím terénem) a zároveň jeho dno musí být umístěno nejméně 0,20 m pod úrovní přilehlé pláně. Příkopy, jejichž dno leží nad úrovní pláně zemního tělesa, musí být vždy zpevněny a doplněny podélnou drenáží (pokud však půdní poměry umožňují odvodnění konstrukčních vrstev vozovky, lze od návržení drenáže upustit). Podélný sklon příkopů nesmí být menší jak 0,5 %, výjimečně u zpevněných příkopů 0,3 %. Největší přípustný sklon závisí na podélném sklonu nivelet komunikace, půdních poměrech nebo druhu zpevnění příkopu a množství a rychlosti převáděné vody. Největší podélný sklon nezpevněného příkopu nemá zpravidla přestoupit

<sup>27</sup> ODVDNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

hodnotu 3 %, u příkopů zpevněných 5-6%. Při větších spádech je nutno snížit podélný spád stupni.

**Obrázek 4:** *Trojúhelníkový příkop*



[Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M3/predn3/trojuh.jpg>]

### **Nadsvahové (záchytné) příkopy**

Zvláštním typem příkopů jsou nadsvahové (záchytné) příkopy zřizované nad svahy zářezů ohrožených vodou stékající z přilehlého terénu směrem ke komunikaci. Vyhlobí se nad temenní čarou zářezu v takové vzdálenosti a s takovým zpevněním, aby bylo vyloučeno podmáčení přilehlého svahu. Obvyklá min. vzdálenost od temenní čáry je kolem 3,00 m, je-li nadsvahový příkop umístěn nad zárubní zdí, pak od rubu zdi min. 5,00 m.

### **Rigoly**

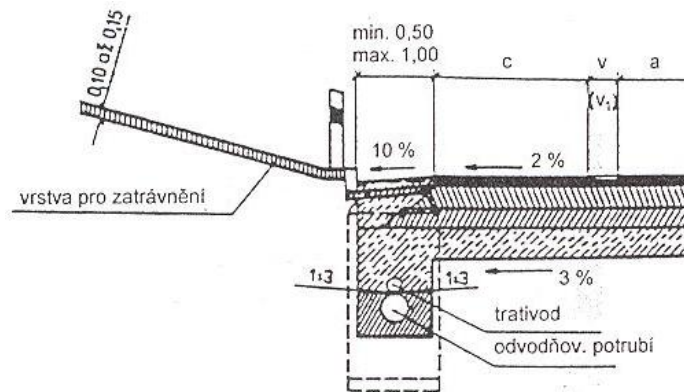
Rigoly mají obdobnou funkci jako příkopy. Jejich hloubka od hrany je však max. 0,30 m. Rigoly musí být vždy zpevněny a doplněny podélnou drenáží (pokud však půdní poměry umožňují odvodnění konstrukčních vrstev vozovky, lze od navržení drenáže upustit).

### **Rigoly se navrhují:**

- v zářezech pro úsporu zemních prací a záboru pozemků
- v zelené části středního dělicího pruhu směrově rozdělených komunikací podél vnitřního vodícího proužku, pokud dostředný sklon vozovky klesá směrem ke střednímu dělicímu pruhu. Obdobná úprava může být použita i v případě vnějších dělicích pruhů (např. u kolektorových pásů či obslužných komunikací vedených za dělicím vnějším pruhem souběžně s hlavní komunikací aj.)
- na dopravních plochách, které nelze odvodnit do okolního území

Podélný sklon rigolů nesmí být menší jak 0,5 %, výjimečně 0,3 %.

**Obrázek 5:** Rigol s travivodem a odvodňovacím potrubím



[Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M3/predn3/RigSObr.jpg>]

## Skluzy

Skluzy jsou povrchová odvodňovací zařízení typu příkopu či rigolu, která svádí vodu značně velkým sklonem po spádnicí svahů zemního tělesa či blízko spádnicí přilehlého terénu. Jedná se např. o napojení nadsvahových (záchytných) příkopů na příkopy komunikace v zářezu, propojení příkopů či rigolů dvou komunikací v mimoúrovňovém křížení či křižovatce, svedení vody do níže položené vodoteče. Navrhují se vždy jako zpevněné. Problematické je obvykle místo zaústění, zejména pokud je svahový rigol zaústěn do níže položené příkopy. Vysoká rychlost vody a tím i její velká kinetická energie může vést k situaci, že voda se přes příkop, do níž je skluz zaústěn, přelije až na vozovku (vhodně se tedy doplní vývary, horskými vpustěmi apod.).

## Odvodňovací proužky

Za odvodňovací proužky se považuje ta část vozovky nebo krajnice, která slouží k odvedení vody. Navržení pojízdného obrubníku u okraje vozovky (zpevněné krajnice, přídatného pruhu apod.) umožní zachycení vody z vozovky a její soustředěný odtok mimo korunu silniční komunikace do jiného odvodňovacího zařízení. Tento návrh je vhodný pro oddělení odtoků znečištěné dešťové vody z vozovky od vody čisté z ostatních ploch a pro zabránění eroze násypových svahů v případě velkého odtoku dešťové vody z větších zpevněných ploch.



## b) Kryté podélné odvodňovací zařízení

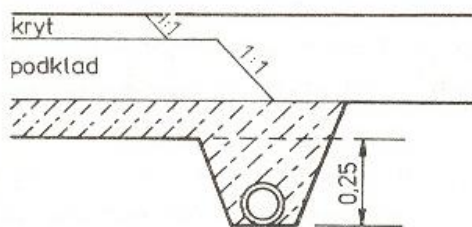
### Trativody (drenáže)

Podélné trativody se navrhují:

- v zářezech,
- v násypch podél patních příkopů, jejichž dno leží nad úrovní rostlé pláně
- v zelené části středního dělicího pruhu směrově rozdělených komunikací.

V zářezech se trativod (drenáž) umísťuje do prostoru mezi dnem příkopu nebo rigolu a zpevněnou krajnicí, a to tak, aby byla umožněna prohlídka a údržba trativodu bez nutnosti vybourání konstrukce vozovky či zpevnění příkopu či rigolu. Dno rýhy trativodu musí ležet minimálně 0,25 m pod rostlou plání, ale vždy v takové hloubce, aby horní hrana drenážních trubek ležela minimálně 0,10 m pod úrovní pláně. V každém případě však musí být dno umístěno až v nezámrazné hloubce. Nejmenší profil trativodních trubek z pálené hlíny je  $\Phi$  100 mm, jsou-li použity perforované trativody z umělé hmoty je minimální  $\Phi$  80 mm. Podélný sklon trativodů nesmí být menší jak 0,5 %. Voda z podélných trativodů se vyvádí buď příčnými trativody do násypového svahu a odtud skluzem do přilehlého terénu nebo do odvodňovacího potrubí, případně do kanalizace. V místech náhlého odbočení trativodu, tj. v místech směrových zlomů trativod, se zřídí drenážní revizní šachta. Vzdálenost vyústění trativodů se určí hydrotechnickým výpočtem.

**Obrázek 6:** Detail mělkého podélného trativodu



[Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M3/predn3/odvodneni.jpg>]

### Odvodňovací potrubí

V případech, kdy není možnost vyústit podélný trativod do podélného povrchového odvodňovacího zařízení či do násypového svahu zemního tělesa a v daném úseku komunikace není kanalizace, je nutné pro odlehčení drénu navrhnout odvodňovací potrubí. Pod odvodňovacím potrubím si lze představit jednoúčelovou mini kanalizaci, tj. betonové potrubí

s minimální světlostí 300 mm (trubek z plastů lze jako minimální světlost použít 250 mm), uložené pod podélnou drenáží. Odvodňovací potrubí působí jako odlehčení podélných trativodů a případně pro možnost zaústění pod vozovkové příčné trativody. Pod podélnou drenáží je navržena nepropustná vrstva (např. jílové těsnění, fólie) a podélný trativod je do odvodňovacího potrubí obaleného těsnícím materiálem zaústěn ve vypočtených vzdálenostech. Z ekonomického hlediska je však ve velké většině případů vhodnější použít hloubkovou drenáž s vystýlkou drenážní rýhy nepropustnou fólií na úrovni předpokládaného odvodňovacího potrubí. Obdobně jako u podélných trativodů je nutno do směrových ostrých lomů či i u přímých nebo plynule zakřivených úseků po vzdálenostech cca 50-100 m umístit revizní šachty. Revizní šachty se zásadně neumísťují do zpevněné části koruny. Pokud je revizní šachta situována v nezpevněné krajnici v profilu volné šířky komunikace, je nutné ji dimenzovat na přejezd těžkého nákladního vozidla.

## **Kanalizace**

Nejkapacitnější podpovrchové podélné (ale může být samozřejmě i příčné) odvodnění představuje kanalizační potrubí. Je zcela běžnou součástí odvodnění místních (zejména) městských komunikací. V extravilánových úsecích je jeho použití díky vysokým ekonomickým nárokům na stavbu, ale i údržbu a opravy, spíše výjimečné.

### **1.8.4. Příčné odvodnění<sup>28</sup>**

Příčné odvodnění je u pozemních komunikací zajišťováno zejména příčným sklonem zemní pláňe a koruny (viz výše - plošné odvodnění). Z ostatního odvodňovacího zařízení sem spadají např. příčně pojížděné rigoly, skluzy, které jsou však navrhovány podle výše uvedených kapitol. Samostatnou skupinu vytváří pouze příčné hloubkové trativody, které se ve velké většině případů navrhuje individuálně, buď pro snížení hladiny podzemní vody pod tělesem silniční komunikace, nebo pro zachycení pramenů. Jejich použití v zářezových svazích formou svahových žeber může sloužit i ke zvýšení stability svahů. Hloubková drenáž, zejména svahová, však svou pracností nepříznivě ovlivňuje ekonomické ukazatele stavby a jejich použití je spíše výjimečné.

---

<sup>28</sup> ODVDNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

## Dimenzování odvodňovacích zařízení

Pro povrchové i podpovrchové vody musí odvodňovací zařízení vyhovovat pro odtokové množství srážkových vod z povodí odvodňované plochy.

Dimenzování se provádí na základě hydrotechnického výpočtu:

$$Q = P \cdot q_{15} \cdot j$$

Q - největší očekávané průtokové množství [ $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

P - plocha povodí [ha]

$q_{15}$  - intenzita 15-ti minutového deště (návrhové srážky) [ $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ ]; pro orientační výpočty se uvažuje  $100 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$

j - odtokový součinitel pro různé druhy povrchu, zohledňuje vsakování

### 1.9. Bezpečnostní zařízení<sup>29</sup>

Pod bezpečnostním zařízením si můžeme v širokém pojetí představit veškerá zařízení zvyšující jakýmkoliv způsobem bezpečnost provozu na pozemních komunikacích. Celá řada těchto prvků je však vedena v jiných kapitolách norem pro projektování silničních a městských komunikací (ČSN 73 6101, ČSN 73 6110) a nejsou vedeny jako samostatné bezpečnostní zařízení. Do této kapitoly spadají vodorovné a svislé dopravní značky - vedené jako dopravní značení, různé druhy světelné signalizace, zvýšené obrubníky, odrazky či bílé pruhy na lemujících stromech, sněhové tyče a mnoho dalšího. Bezpečnostní zařízení na pozemních komunikacích se navrhují v místech, kde hrozí zvýšené nebezpečí úrazu sjetím vozidla, cyklisty nebo pádem chodce z tělesa komunikace, popř. střetnutí motorového vozidla s jiným účastníkem silničního provozu (např. s jiným vozidlem, chodcem).

ČSN 73 6101 podle účelu rozeznává pouze dva druhy bezpečnostního zařízení:

- a) záchytná
- b) vodící

---

<sup>29</sup> ODVDNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

### 1.9.1. Záchytná bezpečnostní zařízení<sup>30</sup>

Záchytná bezpečnostní zařízení se navrhují jako svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí nebo tlumiče nárazu.

#### 1.9.1.1 Svodidla<sup>31</sup>

Silniční svodidla jsou bezpečnostní zařízení, která snižují nárazovou energii vozidel a brání vozidlům vyjet z vymezeného dopravního pásu. V dnešní přibývajícím hustotě dopravy jsou svodidla nutná ve všech prudkých obloucích, strmých násypech a dalších nebezpečných místech a také ve středních dělicích páslech směrově rozdělených komunikacích. Svodidlo se osazuje v nejkratší nutné délce, nejméně však v minimální spolupůsobící délce své konstrukce podle ČSN 73 6101. Používat se smí pouze konstrukce svodidel odpovídající předpisům a technickým podmínkám vydaným Ministerstvem dopravy a spojů České republiky (ústřední úřad státní správy ve věcech dopravy) – v současné době se používá již několik druhů schválených typů svodidel, zábradlí nebo zábradelních svodidel. Mezi progresivní druhy svodidel patří nové typy ocelových, betonových a lanových svodidel.

#### Použití svodidel u násypů

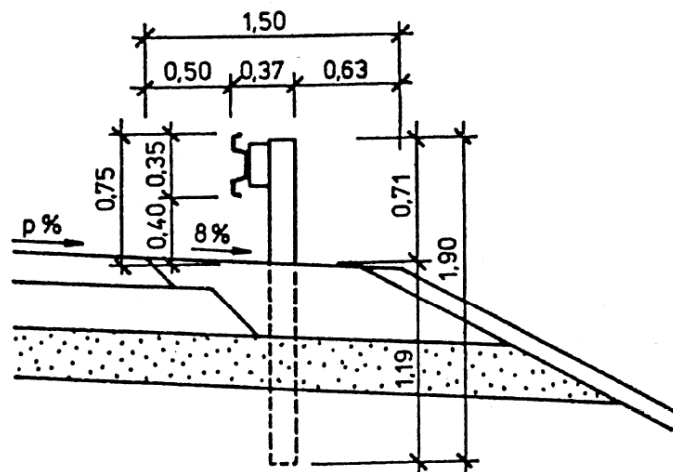
- podél všech příkopů, jejichž hloubka přesahuje 1,5 m pod hranu koruny i pod úroveň terénu v případě nejvyšší dovolené rychlosti nad 60 km/h,
- podél všech příkopů, jejichž tvar neodpovídá základním typům a to v úrovni terénu i zářezu (trojúhelníkový a lichoběžníkový tvar do šířky 0,30 m) - neplatí v případě úseků silnic s nejvyšší rychlostí max. 60 km/h,
- podél všech vodních toků a nádrží, pokud je horní hrany břehu od hrany koruny silniční komunikace menší než 10 m pro kategorie typu D a R a 7,5 m pro kategorie typu S:
  - s normální hloubkou vody větší než 1,0 m, a současně s výškovým rozdílem dna větším než 2,00 m (od hrany koruny silniční komunikace)
  - s nebezpečným tvarem koryta

<sup>30</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

<sup>31</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

- podél všech souběžných pozemních komunikací nebo železničních tratí, je-li vzdálenost mezi jejich okraji menší než 10,0 m (D a R) a 7,5 m (S) a leží-li níže než 1,50 m nad hranou koruny silniční komunikace
- podél všech pevných překážek vzdálených od okraje zpevnění méně než největší rozhodující vzdálenost  $z_{1max}$  resp.  $z_{2max}$  - neplatí v případě úseků silnic s nejvyšší rychlostí max. 60 km/h.

**Obrázek 7:** Osazení jednostranného svodidla do násypu



[Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M3/predn11/BezpZarKRA.htm>]

### Lanová svodidla

Lanové svodidlo se skládá ze čtyř (tří) lan, která jsou podporována sloupky v osově vzdálenosti 2,4 m (s výjimkou středních dělicích pásů šířky menší než 3 m, strmých směrových odklonů a míst s menší vzdáleností překážky od líce svodidla než 1,5 m). Lana jsou na koncích kotvena, přičemž vzdálenost kotev je maximálně 1385 m. Je-li svodidlo delší než 1385 m, osazují se mezilehlé kotvy. Mezi kotvami jsou lana napnuta napínacími šrouby podle teploty při osazování (při + 10 °C je každé lano napnuto na 25 kN). Každé lano se skládá ze tří pramenů po sedmi drátech. Každý drát přeneše na mezi přetržení sílu větší než 10 kN. Sloupky mají nahoře vybrání a na bocích háky pro vedení lan. Lana však nejsou ke sloupkům připevněna. Náraz probíhá tak, že se lana zatlačí do karosérie vozidla a jak mu dále uhýbají, vysouvají se ze sloupků. Sloupky vlivem malé tuhosti ve směru nárazu jsou vozidlem přejety. Jakmile dojde k rovnováze mezi příčnou silou, kterou vozidlo působí na svodidlo, a silou, kterou působí lana zpět na vozidlo (v okamžiku největšího příčného průhybu lan),

začnou lana vracet vozidlo zpět do vozovky. Oprava spočívá ve výměně poškozených sloupků a dopnutí lan.

**Obrázek 8:** Lanové svodidlo



[Zdroj: [http://www.icmn.cz/aktuality/opet-kauxa-lanova-svodidla\\_360.clanek](http://www.icmn.cz/aktuality/opet-kauxa-lanova-svodidla_360.clanek)]

### **Ocelová svodidla**

Svodidla se skládají ze svodnice, sloupku a trubkové spojky. Ocelová svodidla mají čtyři druhy úrovně zadržení (nízké úhlové, běžné, vyšší a velmi vysoké zadržení). Úroveň zadržení svodidla je ověřená velikost bočního nárazu vozidlem, kterému je schopno svodidlo vzdorovat, aniž by došlo k jeho překonání vozidlem při zajištění požadované hodnoty prudkosti nárazu a přijatelnosti chování svodidla. Úrovně zadržení svodidel uvádí ČSN EN 1317-2 (73 7001). Ocelová svodidla se používají na pozemních komunikacích i na mostních konstrukcích.

**Obrázek 9:** Ocelové svodidlo NH4



[Zdroj: <http://www.svodidla.cz/nh4/jsnh403.jpg>]

## Betonová svodidla

System betonových svodidel tvaru New Jersey s táhlem a volným zámekem po propojení pomocí zasunutých spojek vytváří v principu předepjatý článkový řetěz, který vytváří deformační zónu, a tudíž i při těžkých nárazech nedojde k prolomení svodidla. Při nárazech pod malým úhlem nedochází k žádnému kontaktu s karoserií, vozidlo zůstává ovladatelné a svodidlo se nepoškodí. Při silných nárazech je vozidlo smýkáno podél svodidla a není vrženo zpět do jízdní dráhy. Všechny typy svodidel byly podrobeny nárazovým testům podle EN 1317 - díl 1,2. Při povodních v roce 2002 se ukázala další doplňková dobrá vlastnost těchto svodidel. Při utěsnění odvodňovacích žlábků a spojů mohou posloužit zároveň jako protipovodňová zábrana, která odolává též nárazům plovoucích předmětů. Svodidla jsou vyráběna ve 3 výškách: 80 cm, 100 cm a 120 cm. Svodidla jsou schválena Ministerstvem dopravy pro použití na pozemních komunikacích v různých úrovních zadržení - podle jednotlivých typů. Betonová svodidla jsou zhotovena z betonu třídy C 35/45 XF4, materiál je mrazuvzdorný a odolný proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek. Ocelová táhla jsou z oceli BSt 550.

**Obrázek 10:** *Betonové svodidlo*



[Zdroj: <http://www.mabaprefa.cz/prefabrikaty/reference/silnicni-a-dopravni-stavitelstvi/12/>]

### 1.9.1.2 Zábradelní svodidla<sup>32</sup>

Zábradelní svodidla se navrhují k ochraně chodců místo jednostranných svodidel, není-li zřízen chodník: na mostech, opěrných zdech a propustcích bez přesypávky, nejmenší výška horní hrany zábradelního madla je 1,10 m nad přilehlým povrchem, k ochraně cyklistů se doporučuje 1,30 m.

### 1.9.1.3 Zábradlí<sup>33</sup>

Zábradlí schválených typů se navrhuje v místech, kde je ho třeba k ochraně chodců před pádem z tělesa pozemní komunikace nebo k zabránění jejich vstupu do jízdniho pásu.

Navrhuje se:

a) **ochranné (mostní) zábradlí**

- na mostech, lávkách pro pěší nebo cyklisty,
- na opěrných zdech a propustcích bez přesypávky,

b) **dopravně – bezpečnostní (silniční) zábradlí**

- na římsy mostů, lávek pro pěší nebo cyklisty, opěrných zdí a propustků s přesypávkou, je-li výška římsy nad terénem výše než 1,50 m
- na vnější okraje veřejných chodníků a stezek pro chodce a cyklisty s násypem (břehem) ve sklonu 1:1 a strmějším, je – li výškový rozdíl mezi patou násypu a chodníkem (stezkou) větší nebo rovný 2,00 m
- na vnější okraje veřejných chodníků a stezek pro chodce a cyklisty podél všech toků nebo vodních nádrží s normální hloubkou vody nad 1,00 m a výškovým rozdílem dna větším než 2,00 m měřeným od hrany koruny, se sklonem svahu násypu nebo břehu strmějším než 1:2,5 a pokud je pata násypu blíže než 2,00 m od hrany břehu,
- do míst, kde je nutné zabránit vstupu chodců do jízdniho pásu nebo k usměrnění chodců na úrovnový přechod apod.

Nejmenší výška horní hrany zábradelního madla je 1,10 m nad přilehlým povrchem, k ochraně cyklistů se doporučuje 1,30 m. Při šířce zábradlí nejméně 0,35 m lze výšku zábradlí snížit až na 1,00 m (resp. při šířce 0,50 m až na 0,90 m).

---

<sup>32</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

<sup>33</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>



#### 1.9.1.4 Tlumiče nárazu<sup>34</sup>

Tlumiče nárazu se navrhnu v místech, kde je třeba zamezit nárazu osobního automobilu do pevné překážky. Jejich funkcí je zadržení nebo přesměrování vozidla. Pro navrhování tlumičů nárazu platí zvláštní předpis.

Obrázek 11: Tlumič nárazu SNOLINE TAU



[Zdroj: <http://www.ppspraha.cz/tlumice.htm>]

#### 1.9.2. Vodicí bezpečnostní zařízení<sup>35</sup>

Vodicí bezpečnostní zařízení slouží pro orientaci řidiče, pokud jde o směr a šířku pozemní komunikace. Funkci vedení vozidel plní vodicí proužky a směrové sloupky, kterými se vybavují všechny silniční komunikace.

##### Vodicí proužky

Vodicí proužky se funkčně považují za součást trvale nepojížděné plochy, k níž přiléhají, tj. zpevněné části krajnice, středního (popř. postranního) dělicího pásu a dopravního ostrůvku. Vodicí proužky, mající též příčný sklon a stavební konstrukční vrstvy jako přilehlý pruh, umísťují se dle příslušné kategorie typu silnice nebo dálnice.

##### Směrové sloupky

Směrové sloupky se umísťují tam, kde nejsou jiná bezpečnostní zařízení. Osazují se v nezpevněné části krajnice nebo ve středním dělicím pásu na hranici volné šířky (kategorie)

<sup>34</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

<sup>35</sup> ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

komunikace. Jsou vysoké 1,05 m u směrově rozdělených silničních komunikací a 0,80 m u ostatních silnic a mají mít obrysovou plochu o šířce 0,10 až 0,13 m. Používat se smí pouze směrové sloupky schválených typů, z ohebných nebo lehce destruatelných hmot, vybavených oranžovými a bílými odrazkami.

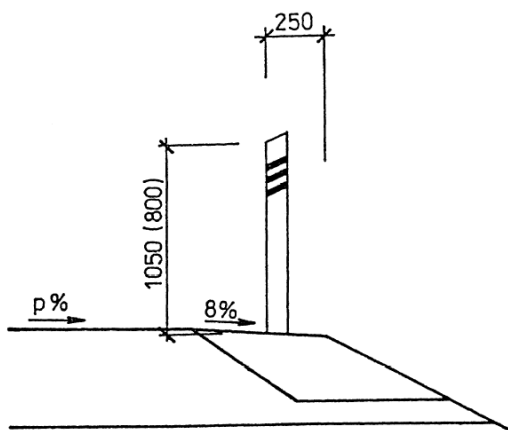
Osazují se vstřícně, tj. v témže příčném řezu. Vzájemná vzdálenost směrových sloupků je:

- v přímé a ve směrovém oblouku o poloměru  $R_0 \geq 1\,250\text{ m}$  50 m
- ve směrových obloucích s hodnotami poloměřů
 

$1\,250\text{ m} > R \geq 850\text{ m}$	40 m
$850\text{ m} > R \geq 450\text{ m}$	30 m
$450\text{ m} > R \geq 250\text{ m}$	20 m
$250\text{ m} > R \geq 50\text{ m}$	10 m
$> R < 50\text{ m}$	5 m

Vzájemná vzdálenost směrových sloupků se měří vždy v ose jízdního pásu. V úsecích s častým výskytem mlh se doporučuje podle ČSN 73 6101 největší dovolené vzájemné vzdálenosti snížit.

**Obrázek 12:** Umístění směrového sloupku na krajnici



[Zdroj: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M3/predn11/BezpzarKRA.htm>]

## 1.10. Křižovatky

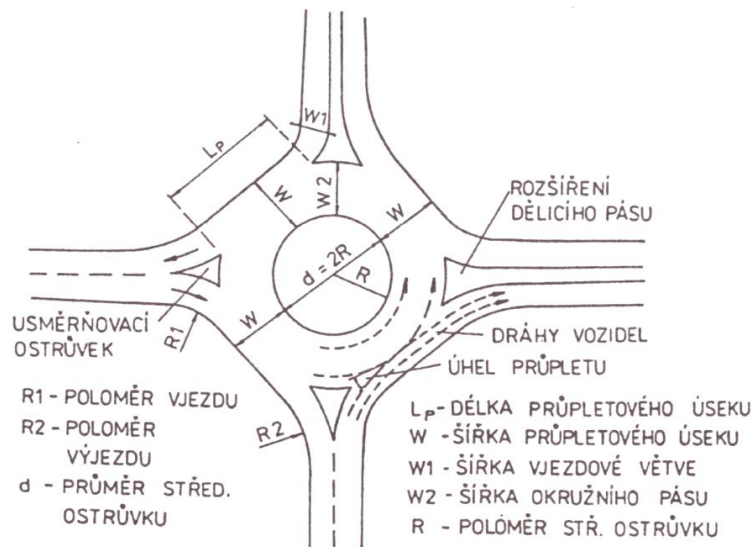
### 1.10.1. Okružní křižovatky<sup>36</sup>

**Okružní křižovatky velké** (klasické, s krátkými průletovými úseky) jsou křižovatky, na kterých je zajištěno proplétání vozidel, tj. návazné připojování a odbočování, popřípadě křižování vozidel pod malým úhlem a při relativně stejné rychlosti. Podle této zásady jsou

<sup>36</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 152.

určovány rozměry jednotlivých geometrických prvků. Délka průpletového úseku  $L_p$  se doporučuje nejméně 30 až 40 m, lépe 60 až 80 m. Doporučená šířka průpletového úseku  $w$  pro dva jízdní pruhy činí 9 až 10 m. Při více pruzích 12 až 14 m, větší šířky vedou k nevhodným úhlům průpletu, stejně jako nepravidelný tvar křižovatky. Úhel průpletu by neměl přesáhnout hodnotu 15 až 20 °, pro jeho zjištění je třeba, aby poměr šířky k délce  $w/L_p$  nepřesáhl hodnotu 0,3 a mimo město 0,2 až 0,25.

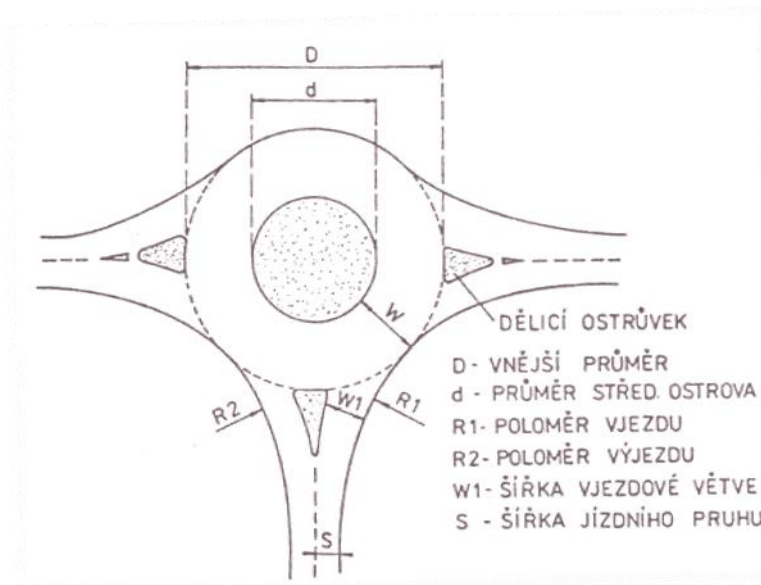
**Obrázek 13:** Prvky velké okružní křižovatky



[Zdroj: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana152]

**Okružní křižovatky malé** neumožňují průplet vozidel. Proto je vhodné výrazně redukovat rozměry křižovatky, především vnější průměr ( $D < 40$  m) a vjezdové pruhy směřovat k okružnímu pásu nejlépe kolmo. Tím se zřetelně zdůrazní potřeba snížit rychlost vjezdu do křižovatky a každý vjezd je pak uvažován jako jednosměrný vjezd do stykové křižovatky s předností na jednosměrném okružním pásu. Současně se tak výrazně snižuje nárok na plochu křižovatky. Doporučují se průměry  $D = 25$  až  $35$  m, vjezd lépe jednopruhový než dvoupruhový, šířka 4m, vjezdový poloměr 8 až 12 m, výjezdový 10 až 15 m.

**Obrázek 14:** Prvky malé okružní křižovatky



[Zdroj: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana 153]

Rozměry a umístění středního ostrova a šířky okružního pásu spolu s ostatními prvky křižovatky nesmí umožňovat přímý průjezd křižovatkou (vhodný poloměr stopy vozidla je 50 m, nejvíce však 100 m) a současně musí umožnit průjezd i rozměrným vozidlům, nazývá se jako malá okružní křižovatka s částečně pojižděným středním ostrovem. Poloha a rozměry středního ostrova mají zamezovat přímému a rychlému průjezdu okružní křižovatkou. Jsou-li malé a křižovatkou by bylo možné projet přímo, zejména z pravého pruhu dvouproutového vjezdu, je třeba navrhnout tyto úpravy, popřípadě jejich kombinace:

- Zúžit vjezd na jeden (vnitřní, levý) pruh
- Záměrnou nerovností krytu vozovky v prstenci (2 až 3 m) kolem středního ostrova nutit řidiče ke snížení rychlosti buď přejezdem nerovného povrchu prstence, nebo jeho objetím v malém poloměru.

Vhodnou povrchovou úpravou středního ostrova, umožňující průjezd i rozměrným vozidlům, znázorňuje příčný řez (viz. obrázek č. 15)

**Obrázek 15:** Příčný řez částečně pojižděného středního ostrůvku

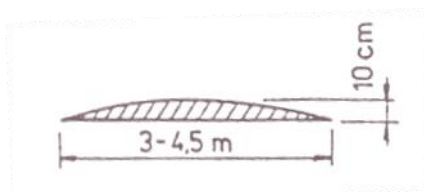


[Zdroj: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana 154]

### 1.10.2. Miniokružní křižovatka<sup>37</sup>

Nelze dodržet minimální rozměry malé okružní křižovatky, je možné v odůvodněných případech omezit ojedinělý průjezd rozměrných vozidel buď zákazem jejich vjezdu, nebo střední ostrov úplně vypustit a vyznačit způsob kruhového objezdu osobních vozidel a současně zamezit jejich přímému průjezdu zvýšenou kruhovou plochou, tzv. plně pojižděným středním ostrovem pro výjimečný průjezd rozměrných vozidel, která přes zvýšený a nerovný ostrov mohou přejet pomalou rychlostí. Užíváme rozměry:  $14\text{ m} < D < 22\text{ m}$ , průměr  $d$  plně pojižděného ostrůvku je třeba odvodit z dispozice křižovatky tak, aby malá vozidla nemohla projet přímo (viz. obrázek č. 16).

**Obrázek 16:** Příčný řez plně pojižděného středního ostrůvku



[Zdroj: [František Lehovec, Miroslav Kaun] Pozemní komunikace [1998] strana 155]

Okružní křižovatky, zamezují rychlému a přímému průjezdu křižovatkou, jsou především vhodné na místních sběrných a obslužných komunikacích a na přechodu z extravilánu (silnice) do intravilánu (místní komunikace) a na průtazích silnic II. a III. třídy obcemi.

## 2. Technické řešení komunikací

Společnosti AF – CITYPLAN s.r.o. poskytla vybrané vzorky pro diplomovou práci, včetně kompletní projektové dokumentace. Podklady se týkají dvou komunikací, **rychlostní komunikace R35 a silnice II. třídy – Obchvat města Lány (II. etapa)**. Vybrané komunikace jsou detailně popsány po technické a technologické stránce v kapitole 2.1. a 2.2.

### 2.1. Rychlostní silnice R35<sup>38</sup>

Jedná se o rychlostní komunikaci R35 mezi Opatovicemi nad Labem a Časy. Celková délka stavby činí 12,610 km, pro diplomovou práci byl vybrán úsek komunikace 10,540 – 16,800 km. Rychlostní komunikace je kategorie R 25,5/120, což znamená šířku komunikace

<sup>37</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 154.

<sup>38</sup> *Rychlostní komunikace R35* [online]. 2010 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.r35.eu/stavebni-useky/hradec-kralove%E2%80%93mohelnice/opatovice-casy/description>

25,5 m a maximální rychlost na komunikaci 120 km za hodinu. Tunely na této trase komunikace nejsou.

Připravovaná stavba řeší novou čtyřpruhovou, směrově rozdělenou komunikaci se dvěma mimoúrovňovými křižovatkami. Mimoúrovňové křížení je navrženo se silnicemi II/298 – MÚK Rokytno a I/36 – MÚK Časy. Křížení R35 s ostatními komunikacemi je vždy mimoúrovňové, a to navrženými mostními objekty. Další mostní objekty jsou navrženy v místech křižujících vodotečí. Nejvýznamnějším mostním objektem je 1060 metrů dlouhá estakáda přes Labe a jeho inundační území.

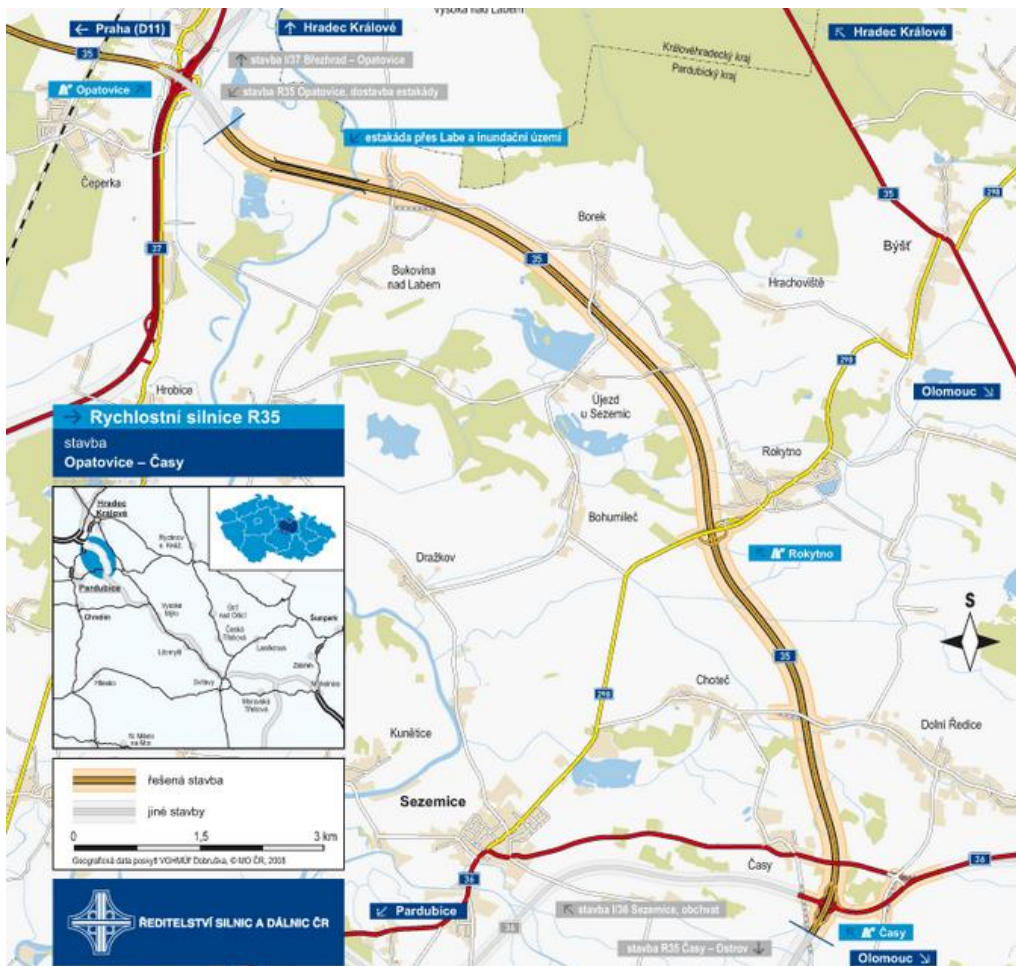
Na začátku, v km 4,190, navazuje na dokončenou stavbu R35 Sedlice – Opatovice a na konci, v km 16,800, na připravovanou stavbu R35 Časy – Ostrov. Rychlostní silnice R35 za estakádou přes MÚK Opatovice pokračuje naspem k estakádě přes Labe a jeho inundační území, severně míjí Bukovinu nad Labem. Trasa prochází jižně od Borku a stáčí se na jih. Západně od Rokytna je navržena MÚK Rokytno se silnicí II/298. Odtud pokračuje mezi obcemi Choteč a Dolní Ředice, východně míjí Časy. Stavba končí za MÚK Časy s přeložkou silnicí I/36. Navrhovaná trasa rychlostní silnice R35 je vedena mimo stávající zástavbu převážně po zemědělské půdě, lesními porosty prochází v nezbytném rozsahu u obcí Rokytno a Časy. Na konci prochází trasa v délce přibližně 400 metrů podél vymezené ptačí oblasti Komárov.

Z pohledu stavby se jedná o území bezproblémové s podmínkami obvyklými pro stavbu. Stavba bude realizována na etapy. Etapizaci vyvolává snaha o maximální ponechání stávající dopravy v provozu a minimalizace uzavírek.

Stavba bude rozdělena na 3. etapy. Z důvodu převádění dopravy pro uvolnění staveniště budou v 1. etapě realizována provizoria, a sice: provizorní přeložka silnice II/298 – v oblasti MÚK Rokytno a provizorní přeložka silnice I/36 – v napojení na silnici I/36 směr Holice. V 1. etapě budou dále realizovány přeložky stávajících inženýrských sítí. Ve 2. etapě bude realizována rychlostní silnice R35 v plném rozsahu mimo úseky, kde dochází ke křížení komunikací s ponecháním provozu. Realizovány budou v této etapě také nosné konstrukce všech mostů. Ve 3. etapě dojde ke kompletnímu dokončení stavby.

Na stavbu byla dokončena dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR). Ukončení územního řízení se předpokládá v červnu roku 2015.

Obrázek 17: Rychlostní silnice R35 Opatovice nad Labem - Časy



[Zdroj: <http://www.r35.eu/stavebni-useky/hradec-kralove%E2%80%93mohelnice/opatovice-casy/>]

### 2.1.1. Použité sklony komunikace a ostatních vrstev

Výškový návrh vychází v začátku a konci úpravy z nivelety navazujících staveb. V trase je návrh nivelety proveden s ohledem na křížení s přeložkami stávajících komunikací, vodotečí a migračních koridorů. Poloměry zakružovacích oblouků jsou navrženy vypuklé o poloměrech  $R=15000$  m a vyduté o poloměrech  $R=10000$  m a  $R=12000$  m. Minimální podélné sklony jsou 0,5%, maximální podélný sklon je 1,35%. Niveleta dálnice je umístěna do kraje středního dělicího pásu (tj. 1,50 m od osy silnice) a je pro obě poloviny stejná. Výjimku tvoří úsek km 11,394 – 12,954, kde dochází k výškovému snížení levé strany komunikace o 0,44 m a změně klopení z hrany středního pruhu do vnější hrany oblouku, z důvodu dodržení sklonu vzestupnice a současně udržení výšky levé i pravé hrany středního dělicího pásu na stejné úrovni, umožňující osazení svodidel v krajní poloze na dotčené mostní objekty. Klopení je tedy ve většině trasy navrženo kolem hrany středního dělicího pruhu a odpovídá požadavkům normy ČSN 73 6101 a ustanovení dle čl. 8.10.1, kdy norma umožňuje v území rovinatém a

mírně zvlněném použít hodnoty o 0,5% nižší. Maximální příčný sklon je ve směrovém oblouku  $R=1250$  m v hodnotě 4,5%.

### 2.1.2. Odvodnění komunikace

Povrchové odvodnění vozovky je zajištěno příčným a podélným vyspádováním přes odvodňovací žlaby do silniční kanalizace, kanalizace je zaústěna do DUN, z které je voda odvedena do recipientů stávajících vodotečí. Odvodnění pláně je zajištěno příčným a podélným vyspádováním pláně s následným vyvedením buď přes vrstvu štěrku do svahu silničního násypu či příkopu, nebo s vyvedením do podélných trativodů, které jsou zaústěny do silniční kanalizace nebo přímo do svahu silničního násypu či příkopu. Trubní propustky jsou navrženy jako železobetonové se zkosenými čely s odlážděním kolem zkosených konců trub (viz. obrázek č. 18). Použité trouby musejí mít vyhovující únosnost ve vrcholovém tlaku pro komunikace tř. A (kolový tlak návrhového vozidla dle ČSN 73 6202), aby nebylo nutno realizovat celoobvodové obetonování potrubí.

**Obrázek 18:** *Trubní propustek*



[Zdroj: [www.griv.cz/reference.php#prettyPhoto\[ref13\]/0/](http://www.griv.cz/reference.php#prettyPhoto[ref13]/0/)]

### 2.1.3. Bezpečnost dopravy

Silnice je vybavena standardní bezpečnostní výbavou, jako jsou svodidla (ocelová a betonová), směrové sloupky, odrazné knoflíky. Z důvodu zajištění dostatečného rozhledu pro zastavení v obloucích  $R=1250$ m,  $R=1750$ m,  $R=1800$ m jsou v úsecích vždy 100 m před a 100 m za příslušným obloukem umístěna svodidla v SDP v krajní poloze. Svodidla v SDP jsou navržena na úroveň zadržení H3, doplněné o nástavce směrových sloupků.



**Obrázek 19:** *Oboustranné sloupové svodidlo*



[Zdroj: <http://www.znacky-plzen.cz/cz/nabizene-sluzby/svodidla-zabradli.htm>]

**Obrázek 20:** *Betonové svodidlo*



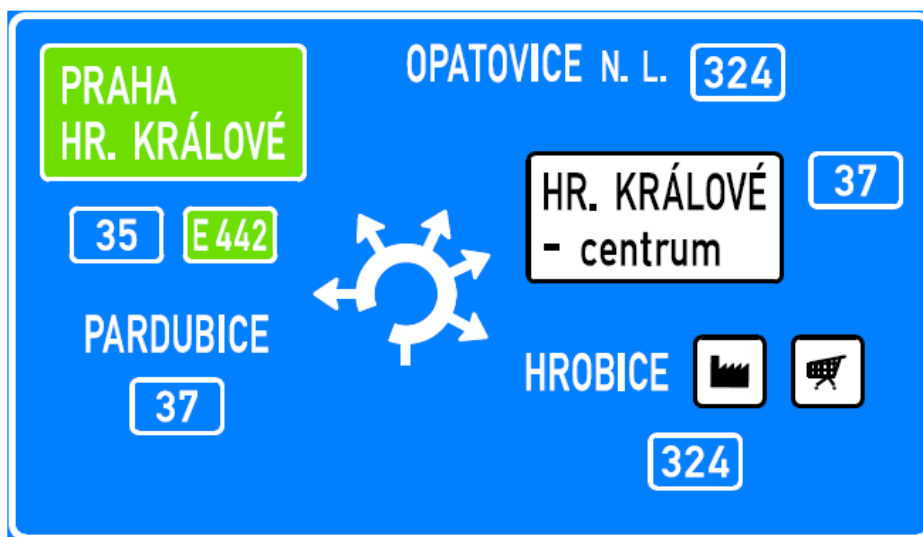
[Zdroj: <http://www.svodidlo-betonove.cz/obr/svodidla01.jpg>]

#### **2.1.4. Dopravní značení**

Svislé dopravní značky na hlavních trase silnice R35 a souvisejících rampách budou provedeny ve zvětšené velikosti v retroreflexním provedení s fólií třídy R3. Standardní svislé dopravní značky na ostatních komunikacích budou v základním rozměru dle ČSN EN 12 899-1, činná plocha značek u silnic I. třídy bude navržena z retroreflexní fólie třídy R2 a u silnic II. a III. třídy z třídy R1. Všechny standardní značky se provedou lisované s dvojitým ohybem z pozinkovaného plechu s plnými rohy. Spojovací materiál bude nekorodující. Objímky mohou zůstat z Al slitin. Sloupky standardních značek se provedou z ocelových žárově zinkovaných trubek. Součástí dokumentace jsou také výkresy velkoplošných značek, vztahujících se k jednotlivým MÚK. MÚK Opatovice n. L. a MÚK Sedlice jsou křižovatky

typu II, u kterých se značky ODZ umísťujú nad vozovku pomocí portálů a poloportálů, zatímco MÚK Rokytno a MÚK Časy jsou křižovatky typu I, u kterých jsou značky ODZ umístěny vedle vozovky. Výjimku u křižovatek typu I činí velkoplošné značky umístěné u protihlukových a zárubních zdí. Dopravní značky umístěné vedle vozovky se provedou z ocelových pozinkovaných lamel, VLKP umístěné nad vozovkou se mohou provést i z protahovaných lamel z Al slitiny. Činná plocha u velkoplošných značek bude provedena z retroreflexní fólie třídy R3. Nové portály ani poloportály nebudou nasvíceny.

**Obrázek 21:** Ukázka velkoplošné značky



[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

Vodorovné dopravní značení bude provedeno ve dvou etapách. V první etapě se na nový koberec položí kompletní dopravní značení pouze jako hladké jednosložkovou barvou. Po stabilizování vlastností povrchu vozovky (vyprchání těkavých látek), případně po uplynutí zimního období se provede druhá etapa. V jejím rámci bude VDZ provedeno definitivně z dlouho životných materiálů – z dvousložkového hladkého plastu za studena, typu II (dle TP 70, TKP 14).

### 2.1.5. Skladby vozovky

V této kapitole jsou popsány jednotlivé typy skladeb komunikací, které se nachází na rychlostní komunikaci R35. Skladby obsahují všechny vrstvy tělesa komunikace bez zemních prací (zářezy, násypy). Skladba vozovky hlavní trasy rychlostní komunikace R35 je v tabulce č. 2. Jedná se o stavební SO 101.3 – Rychlostní silnice R35. Celková skladba komunikace se skládá z šesti hlavních vrstev. Největší mocnost mají podkladní vrstvy šterkodrtí a

mechanicky zpevněného kameniva, které tvoří základ celé komunikace. Celková tloušťka hlavní trasy je 620 mm.

**Tabulka 2: SO 101.3 – Rychlostní komunikace R35**

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Asfaltový koberec mastixový střednězrný modifikovaný</b>	<b>SMA 11S</b>	<b>40</b>
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-
<b>Asfaltový beton velmi hrubý modifikovaný</b>	<b>ACL 22S</b>	<b>80</b>
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-
<b>Obalované kamenivo hrubé</b>	<b>ACP 22S</b>	<b>70</b>
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-
<b>Obalované kamenivo hrubé</b>	<b>ACP 22S</b>	<b>80</b>
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-
Infiltrační postřík asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 150 Mpa</b>	<b>MZK 0/32 Gc</b>	<b>200</b>
<b>Štěrkodrt' E<sub>def,2</sub>=min. 90 Mpa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>150</b>
<b>Celkem</b>		<b>620</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

Skladby u sjezdů z rychlostní komunikace se nachází v *tabulkách* č. 3, 4 - mají stejné složení. Jedná se o stavební objekt SO 112 – Mimoúrovňová křižovatka Rokytno a SO 113 – Mimoúrovňová křižovatka Časy. Celková tloušťka komunikace je 560 mm a obsahuje pouze pět vrstev. Od hlavní trasy se liší tím, že chybí jedna vrstva obalovaného kameniva, tato vrstva činí rozdíl 90 mm. Asfaltové vrstvy mají u dané skladby menší mocnost, ale zároveň má tato skladba větší tloušťku podkladní vrstvy, v tomto případě štěrkodrti o 50 mm. Od hlavní trasy se celková tloušťka komunikace liší 60 mm. Tabulky se liší modulem přetvárnosti E<sub>def,2</sub> u podkladních vrstev, konkrétně u mechanicky zpevněného kameniva a štěrkodrti. Menší modul přetvárnosti je použit z důvodu menšího zatížení komunikace (menší provoz) oproti hlavní trase.

**Tabulka 3: SO 112 – Mimoúrovňová křižovatka Rokytno**

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Asfaltový koberec mastixový</b>	<b>SMA 11+</b>	<b>40</b>
Spojovací postřik emulzní 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Asfaltový beton hrubý</b>	<b>ACL 16+</b>	<b>60</b>
Spojovací postřik emulzní 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo střednězrné</b>	<b>ACP 16+</b>	<b>60</b>
Infiltrační postřik asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 150 MPa</b>	<b>MZK 0/32 Gc</b>	<b>200</b>
<b>Štěrkodrt' E<sub>def,2</sub>=min. 90 MPa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>200</b>
<b>Celkem</b>		<b>560</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

**Tabulka 4: SO 113 – Mimoúrovňová křižovatka Časy**

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Asfaltový koberec mastixový</b>	<b>SMA 11+</b>	<b>40</b>
Spojovací postřik emulzní 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo střednězrné</b>	<b>ACL 16+</b>	<b>60</b>
Spojovací postřik emulzní 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo střednězrné</b>	<b>ACP 16+</b>	<b>60</b>
Spojovací postřik emulzní 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
Infiltrační postřik asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 130 MPa</b>	<b>MZK 0/32 Gc</b>	<b>200</b>
<b>Štěrkodrt' E<sub>def,2</sub>=min. 80 MPa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>200</b>
<b>Celkem</b>		<b>560</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

## 2.2. Obchvat města Lány – silnice II. třídy (II. etapa)

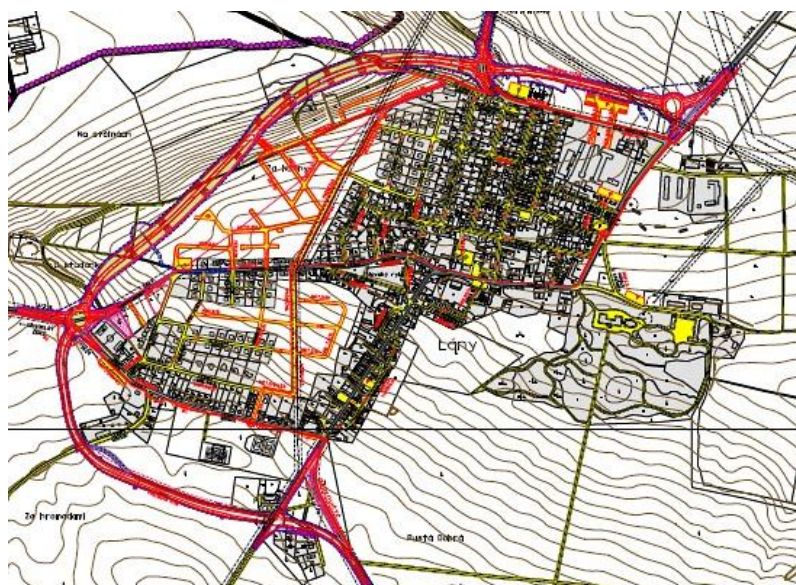
Jedná se o obchvat silnice II/236 mezi okružními křižovatkami II. a III. nebo mezi silnicemi III/23623 a II/236. Výstavba začíná na křižovatce II. a končí na křižovatce III. Celková délka stavby činí 1 420,722 m, pro diplomovou práci byl vybrán celý úsek. Silnice II. třídy je kategorie S 9,5/60, což znamená šířku komunikace 9,5 m a maximální rychlost na komunikaci 60 km za hodinu. Tunely na této trase komunikace nejsou. Trasa obchvatu je převážně vedena po poli na pozemcích ZPF.

Trasa obchvatu v tomto úseku překonává výrazné výškové rozdíly maximálním dovoleným podélným sklonem (6%). Trasa vychází z křižovatky II. v zářezu, který se ve směru staničení prohlubuje až do místa, kde trasa překonává nejvyšší místa terénu (km 0,447

49). Zde zářez dosahuje hloubky cca 8m. Následuje klesání do údolíčka před křižovatkou III., kde těleso násypu dosahuje výšky cca 8m.

Na obchvat je zhotoveno napojení stávající polní cesty u garáží v obou směrech v km 0,276 5, dále je zde založena jedna budoucí křižovatka s obslužnou komunikací pro obytnou zástavbu podle územního plánu v km 0,709 60. V křižovatce je navržen pruh pro levé odbočení, který bude do doby zprovoznění obslužné komunikace přeznačen šikmými rovnoběžnými čarami V 13a a je zde založeno křižovatkové rameno v rozsahu podélných příkopů obchvatu. Další napojení na obchvat je před okružní křižovatkou III., kde je zhotoven hospodářský sjezd na pole vpravo v km 1,360 50. Sjezd bude sloužit také pro příjezd k retenční nádrži.

**Obrázek 22:** *Obchvat města Lány*



[Zdroj: <http://www.r35.eu/stavebni-useky/hradec-kralove%E2%80%93mohelnice/opatovice-casy/>]

### **2.2.1. Použité sklony komunikace a ostatních vrstev**

Příčný sklon třetího úseku komunikace začíná pravostranným příčným sklonem velikosti 2,50% (dle podélného sklonu okružní křižovatky číslo II., ze které vychází) a na prvních dvaceti metrech přechází v základní střechovitý příčný sklon vozovky 2,50%.

### **2.2.2. Odvodnění komunikace**

Odvedení povrchových dešťových vod z povrchu vozovky prvního úseku je zajištěno příčným a podélným sklonem přes krajnici do oboustranných příkopů a navazujících podélných příkopů podél stávající silnice II/23623. Navazující úsek za nejvyšším bodem trasy

je odvodněn do retenční nádrže se zadržovacím zařízením a pomocí nové dešťové kanalizace odveden do nové dešťové kanalizace v obci. Odvedení dešťových vod v místě vysokého násypu je navrženo pomocí podélných betonových žlabovek (viz. *obrázek č. 23*), umístěných za zpevněnou krajnicí, a dále pomocí skluzů do zpevněného příkopu.

**Obrázek 23:** *Betonová žlabovka*



[Zdroj: <http://katalog.betonservis.cz/26-prikopova-zlabovka-tbm-16533>]

Tím je zabráněno erozi silničního násypu. Odvodnění silniční pláň je zajištěno jejím 3% příčným sklonem do svahu silničního tělesa a do příkopu.

### **2.2.3. Bezpečnost dopravy**

Pro zajištění bezpečnosti dopravy je navržen střední ostrůvek na vjezdu do okružní křižovatky. Pro bezpečný příjezd ze směru od Rakovníka/Křivoklátku, kde je podélný spád 6%, budou provedeny na vozovce optické brzdy, bude osazeno výstražné dopravní značení a na ostrůvku křižovatky bude ze směru příjezdu osazena reflexní směrovací deska. V místě silničního násypu nad 4m jsou navržena jednostranná svodidla (viz. *obrázek č. 24*) a v ostatních částech kolem vozovky bude umístěn pouze silniční směrový plastový sloupek s odrazkami (viz. *obrázek č. 25*).

**Obrázek 24:** *Jednostranné sloupcové ocelové svodidlo*



[Zdroj: <http://www.doznac.cz/svodidla/ocelova-svodidla/>]

**Obrázek 25:** *Silniční směrový plastový sloupek*



[Zdroj: <http://www.somaro.cz/cs-stranky-smerove-sloupky.html>]

#### **2.2.4. Dopravní značení**

Před okružní křižovatkou II. bude vzhledem ke značnému podélnému sklonu provedeno vodorovné značení příčné čáry se zmenšující se vzdáleností – „optická psychologická brzda V.18“ a před okružní křižovatkou na všech vjezdech bude osazena výstražná značka A4. Před okružní křižovatkou II. bude vzhledem ke značnému podélnému sklonu provedeno vodorovné značení příčné čáry se zmenšující se vzdáleností – „optická

psychologická brzda V.18“ ( viz. *obrázek č. 26* ) a před okružní křižovatkou na všech vjezdech bude osazena výstražná značka A4 ( viz. *obrázek č. 27* ).

**Obrázek 26:** *Optická psychologická brzda*



[Zdroj: [http://www.blatrysk.cz/imgs/optickomechanicka%20brzda\\_5260.jpg](http://www.blatrysk.cz/imgs/optickomechanicka%20brzda_5260.jpg)]

**Obrázek 27:** *Výstražná značka pro kruhový objezd A4*



[Zdroj: <http://www.adoz-znacen.cz/e-shop/dopravni-znacky/vystrazne-znacky/67-dopravni-znacka-a4-15.html>]

Dopravní značky a dopravní zařízení používané při DI opatřeních na pracovních místech musí odpovídat ustanovením Zásad a příslušných souvisejících předpisů a norem. Dopravní značky musí být v bezvadném stavu, tj. nepoškozeny a udržovány v čistotě. Dopravní značky musí být správně umístěny a dobře připevněny. Před oběma kruhovými objezdy bude umístěn plastový prosvětlený maják s LED vložkou ( viz. *obrázek č. 28* ).



**Obrázek 28:** *Plastový prosvětlený maják*



[Zdroj: <http://www.dynasig.cz/pic.php?imagesBasePath=&name=data%2Fpics%2Fmaj%C3%A1k%2Fmajak-011.jpg&title>]

### 2.2.5. Skladby vozovky

V této kapitole jsou popsány jednotlivé typy skladby komunikací pro silnici II. třídy. Skladba vozovky hlavní trasy silnice II. třídy obchvatu města Lány (II. etapa) je v *tabulce č. 5*. Jedná se o SO 107 – silnice II/236 mezi okružními křižovatkami II. a III. Celková skladba komunikace se skládá z pěti hlavních vrstev. Největší mocnost má podkladní vrstva štěrkopísku (tl. 250 mm) a asfaltový beton velmi hrubý (tl. 80 mm). Celková tloušťka hlavní trasy je 500 mm.

**Tabulka 5:** *SO 107 – Konstrukce vozovky obchvatu a okružní křižovatky*

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Asfaltový koberec mastixový TŘ. I</b>	<b>AKM I</b>	<b>40</b>
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Asfaltový beton velmi hrubý</b>	<b>ABVH II</b>	<b>80</b>
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo TŘ. I</b>	<b>OK I</b>	<b>60</b>
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo TŘ. II</b>	<b>OK II</b>	<b>70</b>
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>250</b>
<b>Celkem</b>		<b>500</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

V *tabulce č. 6* se nachází skladba vozovky sjezdů z hlavní trasy komunikace. Jedná se o SO 107, který zahrnuje hlavní trasu a všechny její okolní sjezdy. Oproti hlavní trase má konstrukce sjezdů úplně odlišnou skladbu vrstev. Jedná se o sjezdy na polní cesty, proto má skladba sjezdů pouze tloušťku 280 mm. Liší se použitými materiály i jednotlivými tloušťkami daných vrstev.

**Tabulka 6:** SO 107 – Skladba konstrukce sjezdů na polní cesty

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Asfaltový beton střednězrnný</b>	<b>ABS III</b>	<b>40</b>
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Obalované kamenivo jemnozrnné</b>	<b>OKJ II</b>	<b>40</b>
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>200</b>
<b>Celkem</b>		<b>280</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

V *tabulce č. 7* se nachází skladba vozovky pro ostrůvky, které jsou těsně před okružními křižovatkami. Opět se jedná o SO 107. Vozovka je v místě ostrůvku zakončena sníženým obrubníkem s výplní - dlažbou. Ostrůvek je navržen ve střeovitém 10 % sklonu se zaoblením uprostřed. V místě budoucího přechodu pro chodce je u chodníku navržen snížený obrubník s použitím prvků pro nevidomé. Celková mocnost vrstev u skladby ostrůvků je 420 mm.

**Tabulka 7:** SO 107 – Skladba konstrukce středního ostrůvku

Název	Označení	tl. [mm]
<b>Dlažba</b>	<b>DL I</b>	<b>100</b>
<b>Ložní vrstva dlažby</b>	<b>L</b>	<b>30</b>
<b>Obalované kamenivo TŘ. II</b>	<b>OK II</b>	<b>90</b>
Infiltrační postřík asfaltový emulzní 1,2 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>200</b>
<b>Celkem</b>		<b>420</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

### 3. Oceňovací podklady a jejich analýza

Na základě projektové dokumentace předané společností AF-CITYPLAN s.r.o. byly zpracovány výkazy výměr. Pomocí výkazů byly poté vytvořeny položkové rozpočty pomocí software ASPE v cenové úrovni 2009 (základní rozpočtové náklady bez DPH). Pro rozpočtování v programu ASPE byla použita **datová základna 09 – 1 OTSKP** (Oborový třídění stavebních konstrukcí a prací).

#### 3.1. Systém Aspe<sup>39</sup>

Je moderním modulárním systémem, který umožňuje pohodlnou práci s rozpočty - od jejich sestavení, přes oceňování nabídek, po změny v průběhu stavby. Disponuje nástroji pro komunikaci s investory, včetně přehledného sestavení harmonogramů, zjišťovacích protokolů a následné tvorby faktur. Stavebním firmám poskytuje ucelený přehled o realizovaných i připravovaných zakázkách s možností začlenění do výrobního plánu. Díky otevřenosti systému jej lze snadno rozšiřovat dle aktuálních potřeb a promyšlená ergonomie a intuitivnost jej řadí mezi programy s velkým uživatelským komfortem.

Díky spolupráci se všemi účastníky výstavby, tj. investorskými organizacemi, dodavatelskými firmami a v neposlední řadě i projekčními kanceláři, bylo možné definovat jednotný formát pro přenos dat. Standardně je také podporována elektronická výměna dat ve formátu MS Excel, XML, C4 a XC4. Tím je umožněno snadné předávání podkladů k oceňování, vyhodnocování nabídek a následně i všech informací v realizační fázi. Nespornou výhodou je také zabezpečení dat z hlediska výpadku během vykonání operace, která nebyla dokončena. Ke stabilitě a spolehlivosti systému přispívá i technická podpora, včetně organizace školení pro uživatele s možností certifikace. Lokalizace ve slovenštině, angličtině a němčině dělá z Aspe® nástroj využitelný pro stavební firmy, projektanty a investory téměř po celé Evropě.

Náklady na stavbu obsahují základní rozpočtové náklady (ZRN), náklady na umístění stavby (VRN) a náklady na pozemek. Základní rozpočtové náklady **obsahují** pouze hlavní stavební objekty (hlavní trasy), všeobecné konstrukce a práce (geodetické práce), sejmutí ornice, kácení dřevin, skládkovné. Naopak náklady **neobsahují** ostatní stavební objekty, které mohou být na každé dopravní trase individuální. Patří mezi ně například: dešťová kanalizace, retenční nádrž, přeložka vodovodu, venkovní vedení vysokého napětí, protihlukové stěny,

---

<sup>39</sup> *Aspe* *Prospekt* *Moduly* [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/doc/59774254/Aspe-Prospekt-Moduly>

dešťové usazovací nádrže, mosty, polní cesty, provizorní komunikace a další stavební objekty.

### 3.2. Náklady na výkup pozemků

#### 3.2.1. Rychlostní komunikace R35

Rychlostní komunikace R35 prochází přes čtyři katastrální území Pardubického kraje, katastrální území **Rokytno, Choteč, Dolní Ředice a Časy**. Druhy pozemků, které byly vykoupeny a jsou rozděleny na zemědělské pozemky (orná půda, trvalý travní porost), lesní pozemky, pozemky vodní plochy a jiné pozemky (ostatní plochy). Veškeré vykupované pozemky se týkají hlavní trasy komunikace, polních cest, přeložek I., II., III. tříd a místních komunikací. Celková plocha pozemků vykoupená pro rychlostní komunikaci R35 činí **599 761 m<sup>2</sup>**.

**Tabulka 8:** Výkup pozemků pro komunikaci R35

Název	Druh pozemku	Výměra [m <sup>2</sup> ]
KÚ Rokytno	Zemědělský pozemek - orná půda	199 147
KÚ Choteč	Zemědělský pozemek - orná půda	99 278
KÚ Dolní Ředice	Zemědělský pozemek - orná půda	130 885
KÚ Časy	Zemědělský pozemek - orná půda	74 942
KÚ Rokytno	Zemědělský pozemek - trvalý travní porost	1 924
KÚ Choteč	Zemědělský pozemek - trvalý travní porost	2 524
KÚ Dolní Ředice	Zemědělský pozemek - trvalý travní porost	33 914
KÚ Časy	Zemědělský pozemek - trvalý travní porost	17 957
KÚ Rokytno	Lesní pozemek	3 501
KÚ Dolní Ředice	Lesní pozemek	1 623
KÚ Časy	Lesní pozemek	9 356
KÚ Rokytno	Pozemek vodní plochy	3 399
KÚ Choteč	Pozemek vodní plochy	2 785
KÚ Dolní Ředice	Pozemek vodní plochy	1 676
KÚ Časy	Pozemek vodní plochy	1 339
KÚ Rokytno	Jiný pozemek - ostatní plocha	6 506
KÚ Choteč	Jiný pozemek - ostatní plocha	1 112
KÚ Dolní Ředice	Jiný pozemek - ostatní plocha	4 301
KÚ Časy	Jiný pozemek - ostatní plocha	3 592
<b>Celkem</b>		<b>599 761</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: AF-CITYPLAN s.r.o.]

### 3.2.2. Obchvat města Lány

Z technické zprávy byla zjištěna čísla jednotlivých parcel, které byly dále vyhledány na katastru nemovitostí. Obchvat města Lány prochází přes dvě katastrální území, **Lány a Vašírov**. V internetovém vyhledávači katastru nemovitostí byly zjištěny údaje o vlastníkovi, druhu a ploše pozemku. Druhy pozemků, které budou vykoupeny, jsou rozděleny zemědělské pozemky (orná půda, zahrada) a jiné pozemky (ostatní plochy). Celková plocha potřebná pro výkup pozemků Obchvatu města Lány činí **92 276 m<sup>2</sup>**.

**Tabulka 9:** Výkup pozemku pro Obchvat města Lány

Název	Druh pozemku	Výměra [m <sup>2</sup> ]
KÚ města Lány	Zemědělský pozemek - orná půda	50 355
KÚ obce Vašírov	Zemědělský pozemek - orná půda	5153
KÚ obce Vašírov	Zemědělský pozemek - zahrada	286
KÚ města Lány	Jiný pozemek - ostatní plocha	6 730
KÚ obce Vašírov	Jiný pozemek - ostatní plocha	29 752
<b>Celkem</b>		<b>92 276</b>

[Zdroj: vlastní, podklady z katastru nemovitostí]

### 3.2.3. Administrativní metoda ocenění vykupovaných pozemků

Administrativní metoda byla zpracována podle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku). K tomuto zákonu se také váže vyhláška č. 441/2013 Sb. k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění vyhlášky č. 199/2014 Sb. – pracovní úplné znění. Podle **bonitně půdní ekologické jednotky** (BPEJ) se vyhledaly v katastru nemovitostí pětimístné kódy, které vyjadřují hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy a její ekonomické ohodnocení. První číslice kódu BPEJ značí příslušnost ke klimatickému regionu (0 - 9), druhá a třetí číslice vymezuje příslušnost k určité hlavní půdní jednotce (01 - 78), čtvrtá číslice stanoví kombinaci svažitosti a expozice pozemku ke světovým stranám (0 – 9) a pátá číslice určuje kombinaci hloubky půdního profilu a jeho skeletovitosti (0 – 9).

#### **Pro rychlostní komunikaci R35:**

##### **a) Zemědělský pozemek (orná půda, trvalý travní porost)**

Podle paragrafu § 11 byl spočten zemědělský pozemek (orná půda, trvalý travní porost). Cena zemědělského pozemku se určila jako součin výměry ( $m^2$ ) a základní ceny upravené (ZCU) v Kč za  $m^2$ . Základní cena upravená se spočítá jako součin základní ceny pozemku, která je evidovaná v katastru nemovitostí v druhu pozemku orná půda, a koeficientu, který slouží k úpravě přírážkami a srážkami.<sup>40</sup> U zemědělského pozemku byl použit koeficient přírážky  $k = (1+0,2)$  – obce s počtem 2 – 5 tisíc obyvatel (sousední katastrální území) u katastrálních území Dolní Ředice a Časy. U katastrálního území Rokytno, Choteč byl použit koeficient srážky  $k = (1-0,03)$  – jde-li o pozemky, jejichž vzdálenost od nejbližších míst souvisle zastavěné části obce je 2-3 km. Koeficienty byly vyhledány příloze č. 5 vyhlášky č. 199/2014 Sb.

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot k \cdot m^2 = (6,64 \cdot 0,97 \cdot 199147) + (5,7 \cdot 0,97 \cdot 99278) + (7,4 \cdot 1,2 \cdot 130885) + (5,52 \cdot 1,2 \cdot 74942) = \underline{\underline{3\ 490\ 249\ Kč}}$$

Cenu za zemědělský pozemek (trvalý travní porost), který není více než 6 let obhospodařován a jsou na něm trvalé porosty oceňované podle § 43 v nezastavěném území starší než 5 let, ocení se tento pozemek podle paragrafu § 14 odst. 4 a vynásobí se koeficientem  $k = 0,65$ <sup>41</sup>. Ve výpočtu je také uveden index polohy pro zemědělské pozemky,

který se spočítá jako  $I_p = P_1 \cdot \left(1 + \sum_{i=2}^n P_i\right)$ , kde

$P_i$ ... hodnota kvalitativního pásma  $i$ -tého znaku indexu polohy uvedeného v tabulce č. 4 v příloze č. 3 k této vyhlášce podle sloupce h,

$i$ ... pořadové číslo znaku indexu polohy,

$n$ ... počet znaků indexu polohy,

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot I_p \cdot k \cdot m^2 = (6,64 \cdot 0,648 \cdot 0,65 \cdot 1924) + (5,77 \cdot 0,648 \cdot 0,65 \cdot 2524) + (7,05 \cdot 0,648 \cdot 0,65 \cdot 33914) + (5,13 \cdot 0,648 \cdot 0,65 \cdot 17957) = \underline{\underline{151\ 022\ Kč}}$$

Celkové náklady za zemědělské pozemky, orná půda + trvalý travní porost jsou **3 641 271 Kč**.

## **b) Lesní pozemek**

Podle paragrafu § 12 byl spočten lesní pozemek. Cenu lesního pozemku a nelesního pozemku s lesním porostem jsem určil jako součin výměry a základní ceny upravené v Kč za

<sup>40</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

<sup>41</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

$m^2$ . Cena lesního pozemku je součtem cen jeho částí v jednotlivých porostních skupinách<sup>42</sup>. Cena se po-té upraví srážkami, u těchto lesních pozemků se žádná srážka nepoužila. Lesní pozemky se nacházejí pouze ve třech oblastech (katastrálních území) – Rokytno, Dolní Ředice a Časy.

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot m^2 = (5,2 \cdot 3501) + (5,04 \cdot 1623) + (2,23 \cdot 9356) = \underline{\underline{47\,249\,Kč}}$$

### c) Pozemek vodní plochy

Pozemek vodní plochy se řídí podle paragrafu § 13 vyhlášky č. 199/2014 Sb. Cena pozemku vodní plochy se určí jako součin jeho výměry a základní ceny upravené. Základní cena upravená pozemku nebo jeho části umělé vodní nádrže a koryta vodního toku, které nejsou stavbou, jakož i základní cena upravená přírodní vodní nádrže a přírodního vodního toku, se určí podle § 3 a vynásobí se koeficientem 0,07<sup>43</sup>. Výpočet ceny jsem pak spočítal podle následujících čtyř vztahů:

$$ZC = ZC_v \cdot O_1 \cdot O_2 \cdot O_3 \cdot O_4 \cdot O_5 \cdot O_6, I = I_T \cdot I_O \cdot I_P, ZCU = ZC \cdot I, CN = ZCU \cdot m^2 \cdot k$$

**Tabulka 10:** Výpočet ceny pozemku vodní plochy

			Rokytno	Choteč	D. Ředice	Časy
Základní cena vodního pozemku Kč/m <sup>2</sup>	ZC <sub>v</sub>	=	1120	1120	1120	1120
Koeficient velikosti obce	O <sub>1</sub>	=	0,65	0,50	0,65	0,50
Koeficient hospodářsko-správního významu obce	O <sub>2</sub>	=	0,60	0,60	0,60	0,60
Koeficient polohy obce	O <sub>3</sub>	=	0,80	0,80	0,80	0,80
Koeficient technické infrastruktury v obci	O <sub>4</sub>	=	0,70	0,70	0,70	0,70
Koeficient dopravní obslužnosti obce	O <sub>5</sub>	=	0,80	0,80	0,80	0,80
Koeficient občanské vybavenosti v obci	O <sub>6</sub>	=	0,90	0,95	0,95	0,90
<b>Základní cena stavebního pozemku Kč/m<sup>2</sup></b>	<b>ZC</b>	<b>=</b>	<b>176,12</b>	<b>143,00</b>	<b>185,90</b>	<b>135,48</b>
Index trhu $I_T = P_5 \cdot \left(1 + \sum_{i=1}^4 P_i\right)$	I <sub>T</sub>	=	0,93	0,96	0,96	0,93
Index omezující vliv pozemku $I_O = 1 \sum_{i=1}^6 P_i$	I <sub>O</sub>	=	0,99	0,99	0,99	0,99
Index polohy $I_P = P_1 \cdot \left(1 + \sum_{i=2}^4 P_i\right)$	I <sub>P</sub>	=	1,39	1,39	1,39	1,39
Index cenového porovnání $I = I_T \cdot I_O \cdot I_P$	I	=	1,28	1,32	1,32	1,28

<sup>42</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

<sup>43</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

ZCU stavebního pozemku Kč/m <sup>2</sup>	ZCU	=	225 Kč	189 Kč	245 Kč	173 Kč
Plocha vodních pozemků	m <sup>2</sup>	=	3399	2785	1676	1339
Koeficient	k	=	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Celková cena pozemku vodní plochy</b>	<b>CN</b>	<b>=</b>	<b>53 550 Kč</b>	<b>36 776 Kč</b>	<b>28 771 Kč</b>	<b>16 215 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady: oceňovací věstník]

Celkové náklady za pozemky vodní plochy jsou **135 312 Kč**.

#### d) Jiný pozemek (ostatní plocha)

*Ostatní plochy (jiné pozemky) se řídí podle paragrafu § 13 vyhlášky č. 199/2014 Sb. Cena jiného pozemku se určí jako součin jeho výměry a základní ceny upravené. Základní cena upravená nezastavěného pozemku, na který bylo vydáno rozhodnutí o změně využití území pro terénní úpravy, pro těžební a jim obdobné činnosti nebo s nimi souvisejícími pracemi na zemském povrchu<sup>44</sup>. Koeficient pro úpravu ceny je  $k = 0,6$  – v obcích s počtem do 5000*

obyvatel. Index polohy obce se spočte jako:  $I_p = P_1 \cdot \left(1 + \sum_{i=2}^n P_i\right)$ .

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot I_p \cdot k \cdot m^2 = (9,91 \cdot 0,648 \cdot 0,6 \cdot 6506) + (8,02 \cdot 0,648 \cdot 0,6 \cdot 1112) + (10,08 \cdot 0,648 \cdot 0,6 \cdot 4301) + (6,64 \cdot 0,648 \cdot 0,6 \cdot 3592) = \underline{\underline{54\,664\,Kč}}$$

$$\text{Celkem} = 3\,641\,271 + 47\,249 + 135\,312 + 54\,664 = \underline{\underline{3\,878\,496\,Kč}}$$

Celkové náklady pozemků pro rychlostní komunikaci R35 stanovené administrativní metodou jsou **3 878 496 Kč bez DPH**.

#### Pro obchvat města Lány:

##### a) Zemědělský pozemek (orná půda, zahrada)

*Zemědělské pozemky (orná půda, zahrada) se řídí podle paragrafu § 11 vyhlášky č. 199/2014 Sb. Cenu zemědělského pozemku jsem určil jako součin výměry (m<sup>2</sup>) a základní ceny upravené (ZCU) v Kč za m<sup>2</sup>. Základní cena upravená se spočítá jako součin základní ceny pozemku, která je evidovaná v katastru nemovitostí v druhu pozemku orná půda a koeficientu, který slouží k úpravě přírážkami a srážkami<sup>45</sup>. U katastrálního území Lány, Vašírov byly použity koeficienty srážky  $k = (1-0,03)$  – jde o pozemky, jejichž vzdálenost od nejbližších*

<sup>44</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

<sup>45</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>



míst souvisle zastavěné části obce je 2-3 km. Koeficienty byly vyhledány příloze č. 5 vyhlášky č. 199/2014 Sb.

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot k \cdot m^2 = (5,94 \cdot 0,97 \cdot 37445) + (6,94 \cdot 0,97 \cdot 11346) + (8,11 \cdot 0,97 \cdot 3866) + (4,79 \cdot 0,97 \cdot 2918) = \underline{\underline{336\ 100\ Kč}}$$

#### **b) Jiný pozemek (ostatní plocha)**

*Ostatní plochy (jiné pozemky) se řídí podle paragrafu § 13 vyhlášky č. 199/2014 Sb. Cena jiného pozemku se určí jako součin jeho výměry a základní ceny upravené. Základní cena upravená nezastavěného pozemku, na který bylo vydáno rozhodnutí o změně využití území pro skládky, skladové, odstavné a manipulační plochy, přírodní sportoviště, rekreační plochy, těžební a jim obdobné činnosti, nebo pozemku takto již užívaného<sup>46</sup>.*

$$CN = ZCU \cdot m^2 = ZC \cdot I_p \cdot k \cdot m^2 = (6,94 \cdot 0,648 \cdot 0,6 \cdot 36482) = \underline{\underline{98\ 438\ Kč}}$$

$$\text{Celkem} = 336\ 100 + 98\ 438 = \underline{\underline{434\ 538\ Kč}}$$

Celkové náklady pozemků pro obchvat města Lány (silnice II. třídy) stanovené administrativní metodou jsou **434 538 Kč bez DPH**.

### **3.2.4. Zrychlené výkupy pozemků**

*Podle zákona č. 416/2009 Sb., o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury, ve znění pozdějších předpisů.*

*Podle paragrafu § 3b zákona č. 416/2009 Sb.*

*Znalecký posudek, který je podkladem pro navržení výše kupní ceny v návrhu kupní smlouvy, stanoví cenu ve výši obvyklé ceny pozemku nebo stavby<sup>48</sup>, včetně všech jejich součástí a příslušenství. Ocenění se provede podle oceňovacího předpisu účinného ke dni odeslání návrhu kupní smlouvy a cena pozemku nebo stavby se ve znaleckém posudku určí vždy podle jejich skutečného stavu a účelu užití k tomuto dni; přitom se nepřihlédne k jejich zhodnocení nebo znehodnocení v souvislosti s tím, že jsou určeny k uskutečnění stavby dopravní infrastruktury.<sup>47</sup>*

<sup>46</sup> Oceňovací vyhláška [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-199>

<sup>47</sup> Zákon o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury [online]. 2009 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-416>

**Tabulka 11: Náklady výkupů pozemků při rychlém odkupu**

Název	Náklad [Kč]	90 dnů	75 dnů	60 dní
		Náklad [Kč] * 2	Náklad [Kč] * 4	Náklad [Kč] * 8
Rychlostní komunikace R35	3 878 496 Kč	7 756 992 Kč	15 513 984 Kč	31 027 968 Kč
Obchvat města Lány	434 538 Kč	869 076 Kč	1 738 152 Kč	3 476 304 Kč

[Zdroj: vlastní]

Z tabulky č. 11 je patrné, když majitelé pozemků prodají svůj pozemek (zemědělský, lesní, vodní, ostatní) do 60 dnů, mohou si přijít na osminásobek ceny pozemku oproti původní ceně. Když by se výkupní doba prodloužila na 75 dní, majitel si přijde na čtyřnásobek původní ceny. Poslední případ, kdy ministerstvo financí dává navíc oproti původní ceně, je doba 90 dnů. Tato doba by přinesla majiteli pozemku pouze dvojnásobek výkupní ceny.

I když se zdá, že náklad stavby rapidně vzroste a dojde k obrovskému navýšení nákladů stavby, není tomu tak. U rychlostní komunikace R35, kde se celkové stavební náklady bez výkupu pozemků pohybují okolo 1 167 182 611 Kč, tudíž rozdíl mezi tím jestli výkupy budou činit přibližně 4 miliony nebo 31 milionů, je u této veřejné zakázky nepodstatné, protože zakázka je za 1,167 miliardy.

### 3.3. Hlavní trasy komunikací

#### 3.3.1. Rozpočet rychlostní komunikace R35

Jedná se o čtyřpruhovou rychlostní komunikaci R 25,5/120, konstrukce netuhé vozovky je navržena dle TP 170 katalogového listu D0-N-1 pro dopravní zatížení třídy S a návrhovou úroveň porušení D0. Celková tloušťka vozovky činí min 620 mm. Rozpočet pro rychlostní komunikaci R35 byl vytvořen v rozpočtářském programu pro silnice - Aspe. Byly použity směrné ceny z datové základny 09-1 OTSKP (Oborový třídění stavebních konstrukcí a prací). Stavba je rozdělena na pět částí neboli pět stavebních objektů.

**První část** jsou náklady na všeobecné konstrukce a práce (SO 000b), které zahrnují plán organizace výstavby (POV), geodetické práce (vytyčení stavby, zaměření skutečného provedení stavby, oddělovací geometrické plány skutečného provedení, omezníkování stavby), vypracování dokumentace (realizační dokumentace stavby). Pro každou stavbu jsou všeobecné konstrukce a práce individuální, proto byl zvolen náklad 0,5 % ze základních rozpočtových nákladů (ZRN).

**Druhá část** rozpočtu je sejmutí ornice a kácení dřevin (SO 001.2b). Jak už název napovídá, tato část obsahuje položky odstranění křovin, kácení stromů a odstranění jejich pařezů, sejmutí ornice a uložení do násypů nebo na skládku.

**Třetí část** rozpočtu je označena jako vyčištění staveniště od skládek (SO 003), kde se vyklízí staveništní plochy (deponie) a zemina je odvážena na skládku.

**Čtvrtá** nejdůležitější část je trasa hlavní komunikace R35 (SO 101.3). V této nejobsáhlejší části je šest oddílů.

První oddíl se zabývá náklady na zemní práce (1), které obsahují výkopy ze zářezů, násypy, obsypy potrubí, úpravy zemní pláně se zhutněním a v konečné řadě ohumusování a osetí okolních svahů vozovky.

Dalším oddílem jsou náklady na zakládání (2), kde jsou uvedena sanační žebra z drceného kameniva, která se nacházejí ve svahu a slouží k odvodnění, dále trativod, který slouží pro odvodnění ve středu vozovky.

Oddíl (4) vodorovné konstrukce obsahuje podkladní a výplňovou vrstvu z kameniva, která slouží u násypů jako základní vrstva podloží.

Důležitým oddílem je oddíl komunikací (5), který obsahuje skladbu celé vozovky hlavní trasy komunikace. Obsahuje vrchní kryt, spojovací postřiky, podkladní vrstvy z obalovaného kameniva, ochrannou vrstvu, kterou tvoří mechanicky zpevnění kamenivo (MZK) a vrstva štěrkodrti. Pod celou skladbou se ještě nachází štěrkový polštář a tkané geotextilie pro separaci a filtraci zemin.

Oddíl, který následuje po komunikacích, je oddíl potrubí (8). Tento oddíl obsahuje veškeré plastové potrubí potřebné pro odvodnění vody ze středu vozovky a dále kanalizační šachtu umístěnou většinou u kraje vozovky.

Posledním oddílem v hlavní trase jsou ostatní konstrukce a práce (9). Tento oddíl obsahuje zajištění bezpečnosti, tím je myšleno vodorovné a svislé značení, ocelová (betonová) svodidla kolem vozovky a uprostřed směrové sloupky. Obsahuje také položky pro odvodnění, žlaby, rigoly a lapače splavenin.

**Poslední pátou částí** rozpočtu jsou sjezdy z hlavní trasy komunikace (SO 112, 113). Tato část má přibližně podobnou strukturu jako rozpočet hlavní trasy, ale liší se hlavně oddílem ostatních konstrukcí a prací. V oddílu ostatních konstrukcí a prací (8) chybí oboustranná svodidla, propustky z betonových trub, rigoly a další (viz. *příloha č. 1* SO 112, 113).

V následující *tabulce č. 12* je zobrazena rekapitulace rozpočtu rychlostní komunikace R35. Jsou zde uvedeny náklady na výkopy pozemků, stavební náklady potřebné pro výstavbu

komunikace (hlavní trasa + sjezdy) a vlastní rozpočtové náklady, které jsou spočteny jako 1% ze ZRN – vše bez DPH. Stavební náklady rychlostní komunikace R35 Opatovice nad Labem – Časy činí 1 167 239 916 Kč bez DPH. Celá struktura položkového rozpočtu se nachází v příloze č. 1.

**Tabulka 12: Rekapitulace rozpočtu rychlostní komunikace R35**

Rychlostní komunikace R35	Náklady	
	bez DPH	s DPH
<b>Stavební náklady (ZRN) II.část - podmíněná</b>		
SO 000b Všeobecné konstrukce a práce	5 730 562 Kč	6 933 980 Kč
SO 001.2b Sejmутí ornice a kácení dřevin	62 317 413 Kč	75 404 070 Kč
SO 003 Vyčištění staveniště od skládek	7 739 963 Kč	9 365 355 Kč
SO 101.3 Rychlostní komunikace	982 106 122 Kč	1 188 348 407 Kč
SO 112 a 113 Sjezdy z Rychlostní komunikace	93 948 930 Kč	113 678 206 Kč
<b>Celkem stavební náklady II. část</b>	<b>1 151 842 990 Kč</b>	<b>1 393 730 018 Kč</b>
<b>Vlastní rozpočtové náklady (VRN)</b>	<b>11 518 430 Kč</b>	<b>13 937 300 Kč</b>
<b>Výkup pozemků</b>	<b>3 878 496 Kč</b>	<b>4 692 980 Kč</b>
<b>Stavební náklady (ZRN) II.část + pozemek + VRN</b>	<b>1 167 239 916 Kč</b>	<b>1 412 360 299 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o.]

### 3.3.2. Rozpočet obchvatu města Lány

Jedná se o dvoupruhovou silnici II. třídy, kategorie vozovky S 9,5/60. Rozpočet pro obchvat města Lány byl vytvořen stejně jako rychlostní komunikace v rozpočtářském programu pro silnice - Aspe, datová základna 09-1 OTSKP. Rozpočet je rozdělen na čtyři části neboli čtyři stavební objekty.

**První část** jsou všeobecné konstrukce a práce (SO 000b), které zahrnují plán organizace výstavby (POV), geodetické práce (vytyčení stavby, zaměření skutečného provedení stavby, oddělovací geometrické plány skutečného provedení, omezníkování stavby), vypracování dokumentace (realizační dokumentace stavby). Pro každou stavbu jsou všeobecné konstrukce a práce individuální, proto jsem zvolil cenu 0,5 % ze základních rozpočtových nákladů (ZRN).

**Druhá část** rozpočtu je sejmутí ornice a kácení dřevin (SO 001.2b). Jak už název napovídá, tato část obsahuje položky odstranění křovin, kácení stromů a odstranění jejich pařezů, sejmутí ornice a uložení do násypů nebo na skládku.

**Třetí část** rozpočtu je označena jako vyčištění staveniště od skládek (SO 003), kde se vyklízí staveništní plochy a zemina je odvážena na skládku.

**Poslední část** rozpočtu je hlavní trasa obchvatu města Lány a sjezdy (sjezd na polní cesty). Jedná se o stavební objekt SO 107. V této nejrozsáhlejší části je sedm oddílů. Prvním oddílem jsou všeobecné konstrukce a práce (0), kde se nachází položka poplatků za skládku. Druhým oddílem jsou zemní práce (1), které obsahují výkopy ze zářezů, násypy, obsypy potrubí, hloubení rýh, hloubení šachet, úpravy zemní pláně se zhutněním a v konečné řadě ohumusování a osetí okolních svahů vozovky.

Dalšími oddíly jsou svislé konstrukce (3), vodorovné konstrukce (4), kde mám uvedené podkladní a výplňové kamenivo, římsy ze železobetonu, dlažby z lomového kameniva. Důležitým oddílem je oddíl komunikací (5), který obsahuje skladbu celé vozovky hlavní trasy komunikace. Obsahuje vrchní kryt, spojovací postříky, podkladní vrstvy z obalovaného kameniva, ochrannou vrstvu, kterou tvoří štěrkopísek. Pod celou skladbou se ještě nachází štěrkový polštář a tkané geotextilie pro separaci a filtraci zemin.

Oddíl, který následuje po komunikacích, je oddíl potrubí (8). Tento oddíl obsahuje veškeré plastové, železobetonové potrubí a šachty potřebné pro odvodnění vody.

Posledním oddílem v hlavní trase jsou ostatní konstrukce a práce (9). Tento oddíl obsahuje zajištění bezpečnosti, tím je myšleno vodorovné a svislé značení, ocelové jednostranná svodidla kolem vozovky a směrové sloupky. Obsahuje také položky pro odvodnění, žlaby, rigoly, propustky, lapače splavenin.

V následující *tabulce č. 13* je zobrazena rekapitulace rozpočtu obchvatu města Lány. Jsou zde uvedeny náklady na výkupy pozemků, stavební náklady potřebné pro výstavbu komunikace (hlavní trasa + sjezdy) a vlastní rozpočtové náklady (VRN), které jsou spočteny jako 1% ze ZRN – vše bez DPH. Stavební náklady obchvatu města Lány – II. část (silnice II. třídy) činí 145 000 941 Kč bez DPH. Celá struktura položkového rozpočtu se nachází v *příloze č. 2*.

**Tabulka 13: Rekapitulace rozpočtu obchvatu města Lány – II. etapa**

Obchvat města Lány - II. Etapa	Náklady	
	bez DPH	s DPH
Silnice II. třídy		
<b>Stavební náklady II.etapa - podmíněná</b>		
SO 000b Všeobecné konstrukce a práce - II. Etapa	712 115 Kč	861 659 Kč
SO 001.2b Sejmutí ornice a kácení dřevin - II. Etapa	5 384 991 Kč	6 515 839 Kč
SO 003 Vyčištění staveniště od skládek - II. Etapa	782 141 Kč	946 391 Kč
SO 107 III. Úsek - mezi křižovatkami II. a III. - II. Etapa	136 255 806 Kč	164 869 525 Kč
<b>Celkem stavební náklady II. etapa</b>	<b>143 135 052 Kč</b>	<b>173 193 413 Kč</b>
<b>Vlastní rozpočtové náklady (VRN)</b>	<b>1 431 351 Kč</b>	<b>1 731 934 Kč</b>
<b>Výkup pozemků</b>	<b>434 538 Kč</b>	<b>525 791 Kč</b>
<b>Stavební náklady (ZRN) II.etapa + pozemek + VRN</b>	<b>145 000 941 Kč</b>	<b>175 451 138 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o.]

### 3.4. Nákladové porovnání skladeb komunikací

#### 3.4.1. Rychlostní komunikace R35

Z technické zprávy byly vypsány jednotlivé skladby konstrukce vozovky pro rychlostní komunikaci R35. Tato komunikace má tři skladby:

- hlavní trasu SO 101.3
- dvě skladby sjezdů (SO 112, 113) z hlavní trasy na ostatní obslužné komunikace.

Celá skladba konstrukce vozovky **neobsahuje náklady na zemní práce**. Je zde vytvořen nákladový ukazatel skladby na 1 m<sup>2</sup> komunikace. Jednotkové ceny pro ukazatel byly použity ze softwaru Aspe - datová základna 09-1 OTSKP.

Skladba hlavní komunikace SO 101.3 (viz. *tabulka č. 14*) má tloušťku 620 mm a je navržena dle TP 170 katalogového listu D0-N-1 pro dopravní zatížení třídy S s návrhovou úrovní porušení D0. Tomuto dopravnímu zatížení pak odpovídají tloušťky jednotlivých vrstev, nejdůležitější vrstvy jsou ochranná (mechanicky zpevněné kamenivo, šterkodrt') a podkladní (obalované kamenivo hrubé), které tvoří základ skladby hlavní trasy. Celkový náklad hlavní trasy rychlostní komunikace R35 za 1 m<sup>2</sup> vozovky je **1 825 Kč**.

**Tabulka 14: Náklad SO 101.3 – Rychlostní komunikace R35 za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Asfaltový koberec mastixový střednězrný modifikovaný</b>	<b>SMA 11S</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	212,22 Kč	212,22 Kč
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-	m <sup>2</sup>	1,000	13,79 Kč	13,79 Kč
<b>Asfaltový beton velmi hrubý modifikovaný</b>	<b>ACL 22S</b>	<b>80</b>	m <sup>2</sup>	1,000	360,77 Kč	360,77 Kč
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-	m <sup>2</sup>	1,000	13,79 Kč	13,79 Kč
<b>Obalované kamenivo hrubé</b>	<b>ACP 22S</b>	<b>70</b>	m <sup>2</sup>	1,000	348,40 Kč	348,40 Kč
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-	m <sup>2</sup>	1,000	13,79 Kč	13,79 Kč
<b>Obalované kamenivo hrubé</b>	<b>ACP 22S</b>	<b>80</b>	m <sup>2</sup>	1,000	397,67 Kč	397,67 Kč
Spojovací postřík emulzní s modif. asfaltem 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - EP	-	m <sup>2</sup>	1,000	13,79 Kč	13,79 Kč
Infiltrační postřík asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-	m <sup>2</sup>	1,000	15,92 Kč	15,92 Kč
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 150 Mpa</b>	<b>MZK 0/32 Ge</b>	<b>200</b>	m <sup>2</sup>	1,000	318,33 Kč	318,33 Kč
<b>Štěrkožtrť E<sub>def,2</sub>=min. 90 Mpa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>150</b>	m <sup>2</sup>	1,000	116,72 Kč	116,72 Kč
<b>Celkem</b>				<b>620</b>		<b>1 825 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

V tabulce č. 15, 16 jsou vypsány skladby sjezdů z hlavní trasy rychlostní komunikace R35. Tyto skladby mají stejnou tloušťku (560 mm), ale mají různé složení vrstev. Sjezdy se liší podkladními vrstvami, u jednoho sjezdu je asfaltový beton hrubý a u druhé skladby obalované kamenivo střednězrné. Různé složení jedné vrstvy nemá na náklad za 1 m<sup>2</sup> velký dopad, sjezdy se liší o 12 Kč/m<sup>2</sup>. Celkový náklad sjezdu Rokytno je **1 226 Kč/m<sup>2</sup>**.

**Tabulka 15: Náklad SO 112 – Mimoúrovňová křižovatka Rokytno (R35) za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Asfaltový koberec mastixový</b>	<b>SMA 11+</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	201,61 Kč	201,61 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Asfaltový beton hrubý</b>	<b>ACL 16+</b>	<b>60</b>	m <sup>2</sup>	1,000	254,66 Kč	254,66 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo střednězrné</b>	<b>ACP 16+</b>	<b>60</b>	m <sup>2</sup>	1,000	255,48 Kč	255,48 Kč
Infiltrační postřík asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-	m <sup>2</sup>	1,000	15,92 Kč	15,92 Kč
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 150 Mpa</b>	<b>MZK 0/32 Ge</b>	<b>200</b>	m <sup>2</sup>	1,000	318,33 Kč	318,33 Kč
<b>Štěrkožtrť E<sub>def,2</sub>=min. 90 Mpa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>200</b>	m <sup>2</sup>	1,000	159,17 Kč	159,17 Kč
<b>Celkem</b>				<b>560</b>		<b>1 226 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

Druhá skladba sjezdu, která se nachází na trase rychlostní komunikace R35, je mimoúrovňová křižovatka Časy (viz. tabulka č. 16). U této skladby představuje nejvyšší náklad mechanicky zpevněné kamenivo, které stojí **318,33 Kč/m<sup>2</sup>**. Celkový náklad této komunikace za 1 m<sup>2</sup> je **1 238 Kč**.

**Tabulka 16: Náklad SO 113 – Mimoúrovňová křižovatka Časy (R35) za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Asfaltový koberec mastixový</b>	<b>SMA 11+</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	201,61 Kč	201,61 Kč
Spojovací postřik emulzní 0,20 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo střednězrnné</b>	<b>ACL 16+</b>	<b>60</b>	m <sup>2</sup>	1,000	255,48 Kč	255,48 Kč
Spojovací postřik emulzní 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo střednězrnné</b>	<b>ACP 16+</b>	<b>60</b>	m <sup>2</sup>	1,000	255,48 Kč	255,48 Kč
Spojovací postřik emulzní 0,30 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
Infiltrační postřik asfaltový 0,8 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-	m <sup>2</sup>	1,000	15,92 Kč	15,92 Kč
<b>Mechanicky zpevněné kamenivo E<sub>def,2</sub>=min. 130 Mpa</b>	<b>MZK 0/32 Gc</b>	<b>200</b>	m <sup>2</sup>	1,000	318,33 Kč	318,33 Kč
<b>Štěrkodrt' E<sub>def,2</sub>=min. 80 Mpa</b>	<b>ŠDA 0/32 Ge</b>	<b>200</b>	m <sup>2</sup>	1,000	159,17 Kč	159,17 Kč
<b>Celkem</b>			<b>560</b>			<b>1 238 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

### 3.4.2. Obchvat města Lány

Z technické zprávy byly vypsány jednotlivé skladby konstrukce vozovky pro obchvat města Lány. Tato komunikace má tři skladby:

- hlavní trasu SO 107
- polní sjezdy
- skladby před okružními křižovatkami.

Celá skladba konstrukce vozovky **neobsahuje náklady na zemní práce**. U skladby byly použity měrné jednotky m<sup>2</sup> a m<sup>3</sup>, pomocí množství je celkový náklad přepočítán na 1 m<sup>2</sup> komunikace. Je zde vytvořen nákladový ukazatel skladby na 1 m<sup>2</sup> komunikace. Jednotkové ceny pro ukazatel byly použity ze softwaru Aspe - datová základna 09-1 OTSKP.

Skladba hlavní komunikace SO 107 (viz. *tabulka č. 17*) má tloušťku 500 mm a je navržena dle TP 170 katalogového listu DN 501 pro dopravní zatížení V s návrhovou úrovní porušení vozovky D2. Tomuto dopravnímu zatížení pak odpovídají tloušťky jednotlivých vrstev, menší zatížení = menší tloušťky vrstev (oproti R35). Celkový náklad hlavní trasy komunikace obchvatu města Lány za 1 m<sup>2</sup> vozovky je **1 282 Kč**.



**Tabulka 17: Náklad SO 107 – Konstrukce vozovky obchvatu a okružní křižovatky za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Asfaltový koberec mastixový TŘ. I</b>	<b>AKM I</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	201,61 Kč	201,61 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Asfaltový beton velmi hrubý</b>	<b>ABVH II</b>	<b>80</b>	m <sup>2</sup>	1,000	339,55 Kč	339,55 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo TŘ. I</b>	<b>OK I</b>	<b>60</b>	m <sup>2</sup>	1,000	248,79 Kč	248,79 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo TŘ. II</b>	<b>OK II</b>	<b>70</b>	m <sup>2</sup>	1,000	287,35 Kč	287,35 Kč
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>250</b>	m <sup>3</sup>	0,200	689,72 Kč	172,43 Kč
<b>Celkem</b>		<b>500</b>				<b>1 282 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

U sjezdů pro komunikaci II. třídy byly použity pouze tři vrstvy s celkovou tloušťkou **280 mm** navržené dle TP 170 katalogového listu NN 6-5 pro dopravní zatížení V s návrhovou úrovní porušení vozovky D3. Sjezdy slouží pro napojení na polní cesty. Celková skladba sjezdů má pouze tři vrstvy, které pro sjezdy na pole stačí. Celkový náklad skladby komunikace za 1 m<sup>2</sup> je **488 Kč**.

**Tabulka 18: Náklad SO 107 – Skladba konstrukce sjezdů za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Asfaltový beton střednězrný</b>	<b>ABS III</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	159,17 Kč	159,17 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Obalované kamenivo jemnozrné</b>	<b>OKJ II</b>	<b>40</b>	m <sup>2</sup>	1,000	169,79 Kč	169,79 Kč
Spojovací postřík emulzní 0,25 kg/m <sup>2</sup>	PS - E	-	m <sup>2</sup>	1,000	10,61 Kč	10,61 Kč
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>200</b>	m <sup>3</sup>	0,200	689,72 Kč	137,94 Kč
<b>Celkem</b>		<b>280</b>				<b>488 Kč</b>

[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

Na obou koncích, kde se napojuje komunikace na okružní křižovatky je vytvořen střední ostrůvek z dlažebních kostek. Konstrukce středního ostrůvku je navržena dle TP 170 katalogového listu DN 5-1 pro dopravní zatížení VI s návrhovou úrovní porušení vozovky D2. Tato skladba má pouze čtyři vrstvy materiálů a nejdražší je obalované kamenivo TŘ. II (OK II) a vrchní kryt z dlažby. Celková skladba komunikace má tloušťku **420 mm** a celkový náklad za 1 m<sup>2</sup> komunikace činí **1 081 Kč**.

**Tabulka 19: Náklad SO 107 – Skladba konstrukce středního ostrůvku za 1 m<sup>2</sup>**

Název	Označení	tl. [mm]	MJ	Množství	Jednotkový náklad [Kč/MJ]	Celkový náklad [Kč]
<b>Dlažba</b>	<b>DL I</b>	<b>100</b>	m <sup>2</sup>	1,000	498,72 Kč	498,72 Kč
<b>Ložní vrstva dlažby</b>	<b>L</b>	<b>30</b>	m <sup>3</sup>	0,030	285,49 Kč	8,56 Kč
<b>Obalované kamenivo TŘ. II</b>	<b>OK II</b>	<b>90</b>	m <sup>2</sup>	1,000	406,15 Kč	406,15 Kč
Infiltrační postřik asfaltový emulzní 1,2 kg/m <sup>2</sup>	PI - A	-	m <sup>2</sup>	1,000	29,71 Kč	29,71 Kč
<b>Štěrkopísek</b>	<b>ŠP</b>	<b>200</b>	m <sup>3</sup>	0,200	689,72 Kč	137,94 Kč
<b>Celkem</b>		<b>420</b>				<b>1 081 Kč</b>

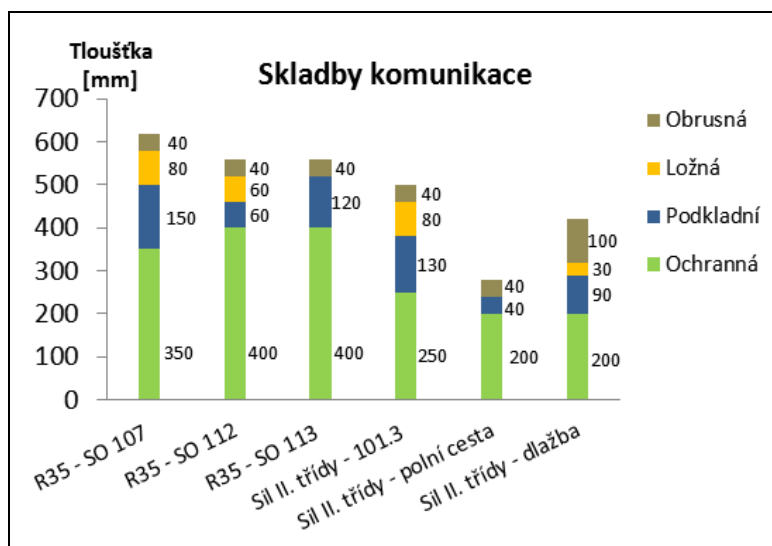
[Zdroj: vlastní, podklady AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

### 3.4.3. Srovnání jednotlivých skladeb konstrukce

V následujícím *grafu č. 1* jsou zobrazeny čtyři vrstvy konstrukce vozovky. Jednotlivé skladby byly rozděleny na **obrusnou, ložnou, podkladní a ochrannou vrstvu**. Jak je z grafu vidět,

- **Obrusnou vrstvu** mají téměř všechny vozovky stejné až na skladbu konstrukce středního ostrůvku, která má jako obrusnou vrstvu uvedenou dlažbu v tloušťce 100 mm, ostatní vozovky mají tloušťku 40 mm.
- Druhá vrstva uvedená v grafech je **ložná vrstva**, tato vrstva není u všech skladeb (R35 – sjezd SO 113, silnice II. třídy – sjezd na polní cesty). Ložnou vrstvu mají v největší mocnosti hlavní komunikace R35 a hlavní trasa silnice II. třídy (důvod je zatížení vozovky).
- Třetí vrstva komunikace je **podkladní vrstva**, která slouží k roznesení tlaku na tahovou plochu vozovky (deformace podloží). Největší mocnosti mají opět hlavní trasy, u R35 150 mm a u silnice II. třídy 130 mm.
- Poslední vrstva je **ochranná vrstva**, která má mnoho důležitých účinků (filtrační, drenážní, přerušovací a provzdušňovací účinek). Tato vrstva má největší mocnosti u všech tří skladeb rychlostní komunikace (350, 400 mm), způsobeno větší plochou komunikace (odvodnění). U silnice II. třídy mají mocnosti zhruba poloviny (250, 200 mm).

**Graf 1: Jednotlivé vrstvy skladby komunikace**

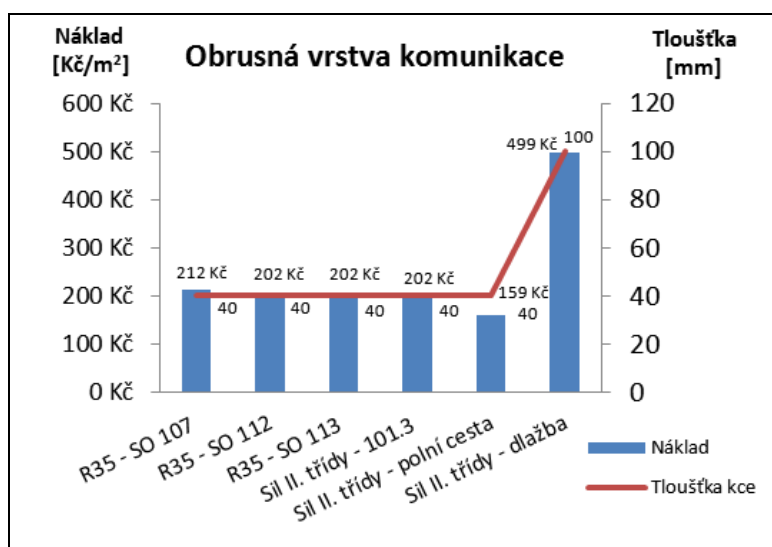


[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

Byly vytvořeny čtyři grafy, které popisují náklad jednotlivé vrstvy za **1 m<sup>2</sup> vozovky** a **tloušťku dané vrstvy** pro všech šest typů skladeb.

V následujícím grafu č. 2 je zobrazena pouze **vrchní obrusná vrstva** komunikace. Náklady i tloušťky vrstev obrusné vrstvy jsou téměř stejné až na vrstvu dlažby. Dlažba má tloušťku vrstvy 100 mm a náklad za 1 m<sup>2</sup> je 499 Kč. Ostatní obrusné vrstvy mají **mocnost 40 mm** a **zprůměrovaný náklad za 1 m<sup>2</sup> je 200 Kč**.

**Graf 2: Obrusná vrstva komunikace**

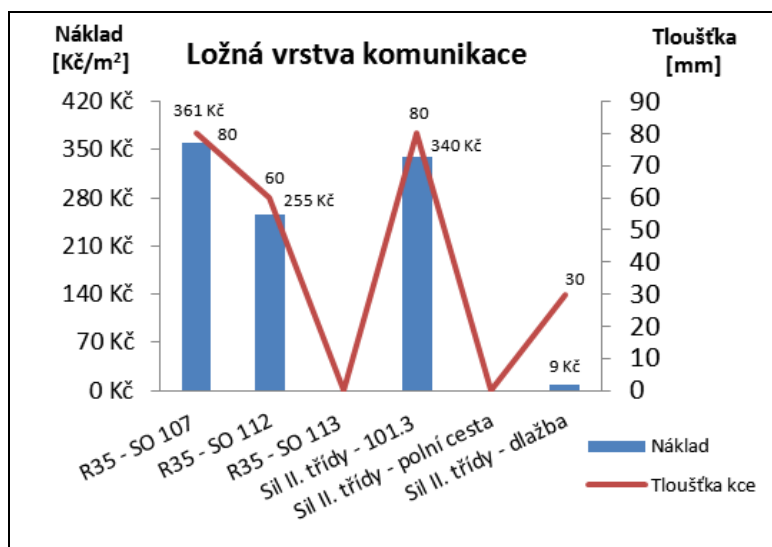


[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

V následujícím grafu č. 3 je zobrazena pouze **ložná vrstva komunikace**, která je **součástí vrchního krytu komunikace**. Z šesti uvedených skladeb je ložná vrstva pouze

v čtyřech případech (vrstva není povinná). U hlavních tras má ložná vrstva mocnost **80 mm a náklad činí přibližně 350 Kč/m<sup>2</sup>**. Ložná vrstva je také použita u jednoho sjezdu z hlavní trasy rychlostní komunikace R35, kde je tloušťka komunikace **60 mm a náklad vrstvy za 1 m<sup>2</sup> je 255 Kč**. Ložná vrstva je také zastoupena ve skladbě před kruhovým objezdem, kde tvoří součást vrchního krytu spolu s dlažbou, vrstva má 30 mm.

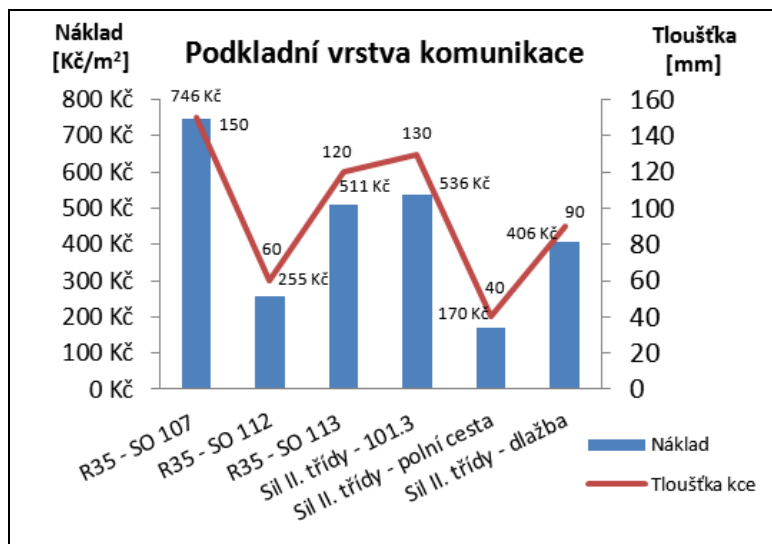
**Graf 3: Ložná vrstva komunikace**



[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

Třetí vrstvou komunikace je **podkladní vrstva** (viz. graf č. 4). Jak už bylo zmíněno, tato vrstva slouží k roznesení tlaku, aby nedocházelo k **nadměrným deformacím podloží**. Největší deformace jsou určité na hlavních trasách komunikací, proto mají také největší mocnosti vrstev (150, 130 mm). **Náklad na 1 m<sup>2</sup> komunikace u hlavních tras vychází 746 Kč u rychlostní komunikace R35 a 536 Kč u obchvatu města Lány.**

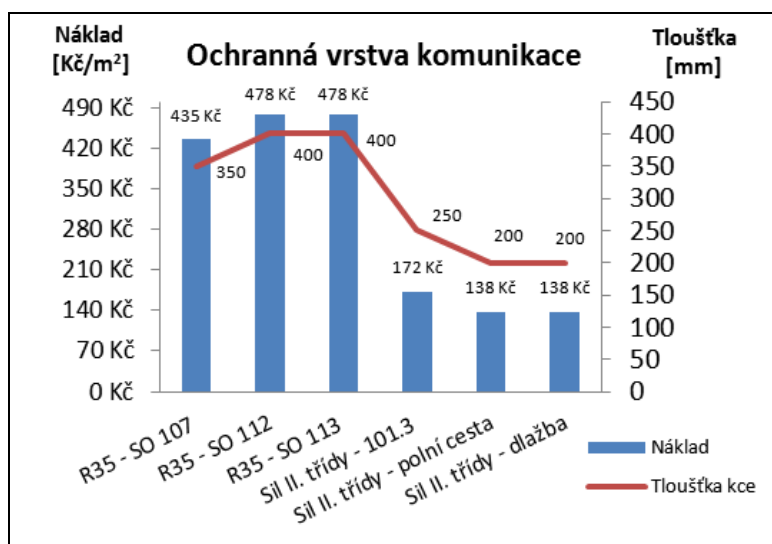
**Graf 4: Podkladní vrstva komunikace**



[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

Poslední vrstva, která je popsána v *grafu č. 5*, je **ochranná vrstva**. Tato vrstva má mnoho funkcí a je pro celou vozovku velice důležitá. Ochranná vrstva má největší zastoupení u rychlostní komunikace R35, kde u hlavní trasy má mocnost 350 mm a náklad 435 Kč/m<sup>2</sup> a u sjezdů z R35 mocnost vrstev 400 mm a náklad 478 Kč/m<sup>2</sup>. U rychlostní komunikace se **ochranná vrstva skládá ze dvou vrstev**: štěrkodrtě a mechanicky zpevněného kameniva (MZK). U silnice II. třídy je mocnost vrstev o polovinu nižší a náklad se pohybuje u hlavní trasy 172 Kč/m<sup>2</sup>. Ochranná vrstva u silnice II. třídy má pouze **jednu vrstvu**, která se skládá ze štěrkopísku.

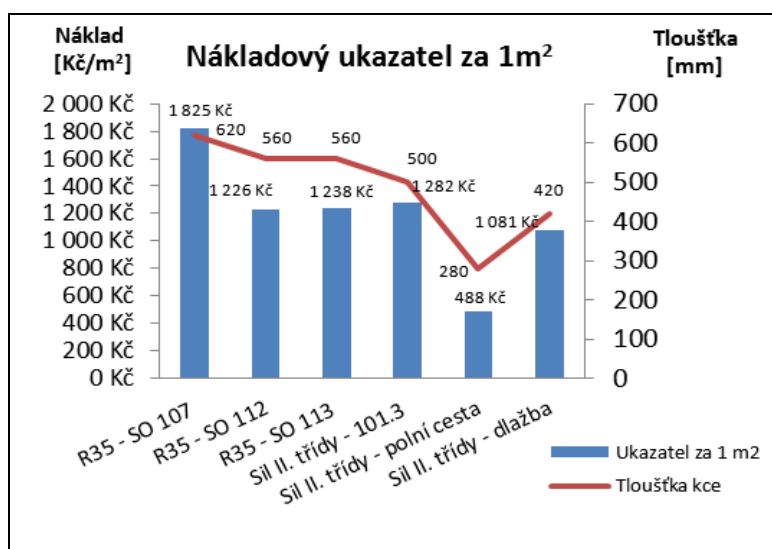
**Graf 5: Ochranná vrstva komunikace**



[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

V následujícím grafu č. 6 jsou znázorněny nákladové ukazatele a tloušťky vozovek pro rychlostní komunikaci a silnici II. třídy. Z grafu je zřejmé, že komunikace R35 má dražší hlavní komunikaci i sjezdy oproti komunikaci obchvatu města Lány. Hlavní komunikace je dražší o **543 Kč/m<sup>2</sup>**, je to způsobené tím, že rychlostní komunikace má o jednu vrstvu (120 mm) ve skladbě komunikace více než je u silnice II. třídy. Co se týče sjezdů z hlavní komunikace, opět má dražší sjezdy rychlostní komunikace R35 (dva typy sjezdů) přibližně o **741 Kč/m<sup>2</sup>** oproti sjezdu silnice II. třídy. U sjezdů je rapidní rozdíl, protože R35 má o dvě vrstvy (280 mm) v komunikaci více než je u obchvatu města Lány. Skladba konstrukce sjezdu u silnice II. třídy slouží pouze k napojení na polní cesty, proto nepotřebuje nijak kvalitní vozovku.

**Graf 6:** Nákladový ukazatel celé skladby vozovky za 1 m<sup>2</sup>



[Zdroj: vlastní, podklady: AF – CITYPLAN s.r.o., ASPE]

## 4. Hodnocení variant tras pozemních komunikací - hodnotová analýza

### 4.1. Metody hodnocení<sup>48</sup>

Pro vzájemné vyhodnocení jednotlivých alternativ pozemních komunikací je užívána metoda porovnání investičních a provozních nákladů, známá též pod názvem „**ekonomicky-provozní hodnocení alternativ**“. Principem ekonomicko-provozního posouzení je vyčíslení provozních nákladů na realizované dopravní trase, vyjádřené nejčastěji hodnotou pohonných hmot spotřebovaných na průjezdu trasou a hodnotou času řidičů a cestujících strávených na trase, někdy zvláště při porovnání kvalitativně odlišných variant i hodnotou následků

<sup>48</sup> KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998, s. 167 – 170.

dopravních nehod. Tyto provozní náklady či nároky variant jsou přičítány k investičním eventuelně k údržbovým nákladům varianty a celkové náklady variant rostoucí v průběhu času pak vzájemně porovnány. Ekonomicky-provozní hodnocení je typickou metodou monetárního vyjádření jednotlivých kritérií, tj. převedení jednotlivých hodnotících hledisek na stejné jednotky (finanční vyjádření hodnoty pohonných hmot a spotřeby času na srovnatelnou bázi s finančním vyjádřením investičních nákladů).

Obvykle se varianta s nižšími investičními náklady (varianta stavebně úsporná) vyznačuje vyššími provozními náklady a naopak stavebně velkorysá varianta, tj. s vyššími investičními náklady, je provozně výhodnější a provozní náklady jsou u ní nižší.

Potom je možné vyčíslit, za jakou dobu (za kolik roků) vyrovnají úspory na provozních nákladech (rozdíl provozních nákladů „velkorysé“ a „úsporné“ varianty) rozdíl v investičních nákladech. Stane-li se tak za relativně krátké období, je výhodnější varianta „velkorysá“, neboť už po uplynutí krátkého času u ní převládají úspory vyplývající z nižších provozních nákladů. Jestliže se rozdíl vyrovná za dlouhé období, pak je výhodnější varianta „úsporná“, protože úspory z rozdílu provozních nákladů se začnou projevovat až po velmi dlouhé době. Problém metody je jednak stanovení meze „krátkého“ a „dlouhého“ období, jednak finanční vyjádření hodnoty času.

Jestliže je investičně nákladnější varianta též nákladnější provozně, k vyrovnání rozdílu v investicích s úspornější variantou nedojde, neboť celkové náklady nákladnější varianty rostou stále rychleji než u druhé úspornější. V takových případech je třeba nákladnější variantu odmítnout, nebo zdůvodnit její realizaci z jiných hledisek (kritérií).

## **4.2. Výpočet normované váhy**

Pro obě varianty komunikací bylo vybráno deset kritérií. Pomocí metody **párového porovnání** a **Saatyho metody** byly spočteny normované váhy.

### **4.2.1. Metoda párového porovnání**

Nejdříve se vypsala jednotlivá kritéria do tabulky (viz. *tabulka č. 20*), ve druhém kroku se párově porovnávala preferovaná kritéria a hodnoty se zapsaly do tabulky. Poté se zjistil počet preferencí jednotlivých kritérií a přiřadilo se pořadí. Spočetla se nenormovaná

váha  $k_i = \frac{f_i}{10}$  s celkovým součtem 4,5. Normovanou váha se spočítala pomocí vztahu

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}, \text{ celkový součet normovaných vah musí dát vždy hodnotu 1.}$$

**Tabulka 20: Metoda párového porovnání**

Č.	Funkce (kritérium)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Počet preferencí [f <sub>i</sub> ]	Na základě pořadí funkcí		
													Pořadí [p <sub>i</sub> ]	Nenormovaná váha [k <sub>i</sub> ]	Normovaná váha [v <sub>i</sub> ]
1	Nehodovost	x	1	1	1	5	1	1	1	1	10	7	3	0,7	0,156
2	Četnost vozidel		x	2	2	5	2	7	2	2	10	5	4	0,5	0,111
3	Šířka komunikace			x	3	5	6	7	3	3	10	3	5	0,3	0,067
4	Návrhová rychlost				x	5	6	7	4	4	10	2	6	0,2	0,044
5	Bezpečnost dopravy					x	5	5	5	5	10	8	2	0,8	0,178
6	Odvodnění						x	6	6	6	10	5	4	0,5	0,111
7	Dopravní značení							x	7	7	10	5	4	0,5	0,111
8	Pozemek (zábor půdy)								x	8	10	1	7	0,1	0,022
9	Skladba vozovky									x	10	0	8	0,0	0,000
10	Cena komunikace										x	9	1	0,9	0,200
<b>Celkem</b>												<b>45</b>		<b>4,5</b>	<b>1,000</b>

[Zdroj: vlastní]

#### 4.2.2. Saatyho metoda

Nejdříve se opět vypsala kritéria do tabulky (viz. tabulka č. 21). V dalším kroku se párově porovnávala kritéria v horním trojúhelníku - výběr preferovaného kritéria z dvojice a zápis velikosti preference do příslušného políčka. Ve třetím kroku se zapsaly převrácené hodnoty do dolní trojúhelníkové matice. Po-té se spočítal geometrický průměr pro každý řádek tabulky (nenormovaná váha). V posledním kroku se spočítala normovaná váha

$$v_i = \frac{geom.}{\sum_{i=1}^n geom.} \text{ pro každé kritérium, celkový součet normovaných vah musí dát vždy hodnotu 1.}$$



**Tabulka 21: Saatyho metoda**

Č.	Funkce (kritérium)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Geomet. průměr	Normovaná váha [v <sub>i</sub> ]
1	Nehodovost	1	3	2	3	3	3	1,5	2	2	0,25	1,732	0,135
2	Četnost vozidel	0,33	1	2	1,5	3	3	2	0,8	0,7	0,20	1,073	0,084
3	Šířka komunikace	0,50	0,50	1	2	0,4	0,5	0,9	0,7	0,9	0,15	0,621	0,048
4	Návrhová rychlost	0,33	0,67	0,50	1	0,3	0,4	0,8	0,9	0,9	0,20	0,529	0,041
5	Bezpečnost dopravy	0,33	0,33	2,50	3,33	1	2	3	4	4	0,18	1,320	0,103
6	Odvodnění	0,33	0,33	2,00	2,50	0,50	1	3	2	4	0,20	1,029	0,080
7	Dopravní značení	0,67	0,50	1,11	1,25	0,33	0,33	1	2	3	0,25	0,774	0,060
8	Pozemek (zábor půdy)	0,50	1,25	1,43	1,11	0,25	0,50	0,50	1	2	0,15	0,671	0,052
9	Skladba vozovky	0,50	1,43	1,11	1,11	0,25	0,25	0,33	0,50	1	0,13	0,510	0,040
10	Cena komunikace	4,00	5,00	6,67	5,00	5,56	5,00	4,00	6,67	7,69	1	4,549	0,355
												<b>12,809</b>	<b>1,000</b>

[Zdroj: vlastní]

#### 4.2.3. Normovaná váha

Pomocí metody párového porovnání a Saatyho metody se dostaly dvě normované váhy, které se následně zprůměrovaly a dostaly průměrnou normovanou váhu z těchto dvou metod (viz. *tabulka č. 22*).

**Tabulka 22: Normované váhy**

Funkce (kritérium)	Párové porovnání	Saatyho metoda	Celkem
Nehodovost	0,156	0,135	0,145
Četnost vozidel	0,111	0,084	0,097
Šířka komunikace (počet pruhů)	0,067	0,048	0,058
Návrhová rychlost	0,044	0,041	0,043
Bezpečnost dopravy	0,178	0,103	0,140
Odvodnění	0,111	0,080	0,096
Dopravní značení	0,111	0,060	0,086
Pozemek (zábor půdy)	0,022	0,052	0,037
Skladba vozovky	0,000	0,040	0,020
Cena komunikace	0,200	0,355	0,278
	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

[Zdroj: vlastní]

#### 4.3. Metoda stanovení stupně splnění funkcí

Pomocí **metody váženého pořadí, bodovací metody a Frechetovy vzdálenosti** bylo zjištěno splnění funkcí a proběhlo vybrání nejlepší varianty komunikace.

### 4.3.1. Metoda váženého pořadí

V této metodě se nejprve přiřadila pořadí variantám v jednotlivých kritériích (viz. *tabulka č. 23*). Tato pořadí se následně pomocí vzorce převedla na body  $h_i^j = m + 1 - p_i^j$ . Výpočet hodnoty variant se spočítal podle vzorce:  $H_j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j$ . Sečtením hodnot variant se dostala celková hodnota variant, podle které se určilo pořadí variant (vyšší hodnota je lepší), tudíž lepší varianta je komunikace R35.

**Tabulka 23:** Metoda váženého pořadí

Č.	Funkce (kritérium)	$v_i$	Varianta			
			R35		Silnice II. třídy	
1	Nehodovost	0,15	1.	0,291	2.	0,145
2	Četnost vozidel	0,10	1.	0,195	2.	0,097
3	Šířka komunikace (počet pruhů)	0,06	1.	0,115	2.	0,058
4	Návrhová rychlost	0,04	1.	0,086	2.	0,043
5	Bezpečnost dopravy (svodidla)	0,14	1.	0,281	2.	0,140
6	Odvodnění	0,10	1.	0,191	2.	0,096
7	Dopravní značení (svislé, vodor.)	0,09	1.	0,172	2.	0,086
8	Pozemek (zábor půdy)	0,04	2.	0,037	1.	0,075
9	Skladba vozovky	0,02	1.	0,040	2.	0,020
10	Cena komunikace	0,28	2.	0,278	1.	0,555
Hodnota		1,00	1,685		1,315	
<b>Pořadí variant</b>			<b>1</b>		<b>2</b>	

[Zdroj: vlastní]

### 4.3.2. Bodovací metoda s vahami

Tato metoda je velice jednoduchá a rychlá. Daným kritériím pouze přiřadíme body, které následně vynásobíme normovanou vahou a dostáváme výsledné hodnoty variant,

$H_j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot b_{ij}$ . Celkové hodnoty sečteme a varianta s nejvyšší hodnotou je na prvním místě.

**Tabulka 24: Bodovací metoda s vahami**

Č.	Funkce (kritérium)	v <sub>i</sub>	Varianta			
			R35		Silnice II. třídy	
1	Nehodovost	0,145	8	1,163	6	0,872
2	Četnost vozidel	0,097	10	0,974	5	0,487
3	Šířka komunikace (počet pruhů)	0,058	10	0,576	5	0,288
4	Návrhová rychlost	0,043	10	0,429	7	0,300
5	Bezpečnost dopravy (svodidla)	0,140	10	1,404	6	0,842
6	Odvodnění	0,096	7	0,670	3	0,287
7	Dopravní značení (svislé, vodor.)	0,086	8	0,686	5	0,429
8	Pozemek (zábor půdy)	0,037	4	0,149	10	0,373
9	Skladba vozovky	0,020	9	0,179	7	0,139
10	Cena komunikace	0,278	3	0,833	10	2,776
Hodnota		1,000	7,0635		6,7945	
<b>Pořadí variant</b>			<b>1</b>		<b>2</b>	

[Zdroj: vlastní]

### 4.3.3. Frechetova vzdálenost

Nejdříve byla vytvořena tabulka se vstupními hodnotami pro Frechetovu vzdálenost (viz. tabulka č. 25). Určila se měrná jednotka, směr preferencí a k daným variantám byly přiřazeny body nebo náklady za jednotlivé varianty.

**Tabulka 25: Vstupní hodnoty pro Frechetovu vzdálenost**

Č.	Funkce (kritérium)	Měrná jednotka	Směr preference	Varianta	
				R35	Silnice II. třídy
1	Nehodovost	body	dolů	7	5
2	Četnost vozidel	body	nahoru	10	7
3	Šířka komunikace (počet pruhů)	body	nahoru	8	5
4	Návrhová rychlost	body	nahoru	10	7
5	Bezpečnost dopravy (svodidla)	body	nahoru	8	5
6	Odvodnění	body	nahoru	9	6
7	Dopravní značení (svislé, vodor.)	body	nahoru	9	8
8	Pozemek (zábor půdy)	Kč	dolů	3 878 496 Kč	434 538 Kč
9	Skladba vozovky	body	dolů	9	6
10	Cena komunikace	Kč	dolů	1 163 361 420 Kč	144 566 403 Kč

[Zdroj: vlastní]

Nejprve si určíme etalon optima a spočítáme směrodatnou odchylku pro každé kritérium. Dále

podle vzorce  $d_j = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i^f - x_i^j|}{s_i} \cdot v_i$  se spočte pro každé kritérium Frechetova vzdálenost. Po

součtu všech hodnot kritérií byla určena nejlepší varianta, ta s nejnižší hodnotou, opět varianta rychlostní komunikace R35 (viz. tabulka č. 26).

**Tabulka 26:** *Frechetova vzdálenost*

Č.	Funkce (kritérium)	$v_i$	Etalon optima	s	Varianta	
					R35	Silnice II. třídy
1	Nehodovost	0,145	10	1,41	0,308	0,514
2	Četnost vozidel	0,097	10	2,12	0,000	0,138
3	Šířka komunikace (počet pruhů)	0,058	10	2,12	0,054	0,136
4	Návrhová rychlost	0,043	10	2,12	0,000	0,061
5	Bezpečnost dopravy (svodidla)	0,140	10	2,12	0,132	0,331
6	Odvodnění	0,096	10	2,12	0,045	0,181
7	Dopravní značení (svislé, vodor.)	0,086	10	0,71	0,121	0,243
8	Pozemek (zábor půdy)	0,037	500 000 Kč	2 435 246	0,052	0,001
9	Skladba vozovky	0,020	10	2,12	0,009	0,038
10	Cena komunikace	0,278	200 000 000 Kč	720 396 865	0,371	0,021
<b>Vzdálenost</b>					<b>1,09</b>	<b>1,66</b>
<b>Pořadí variant dle vzdálenosti</b>					<b>1</b>	<b>2</b>

[Zdroj: vlastní]

#### 4.3.4. Vyhodnocení metod

Pro hodnotovou analýzu byly vybrány tři metody. Prvním metodou byla metoda váženého pořadí, kde byla nejlepší varianta rychlostní komunikace R35. Druhá byla použita metoda - bodovací metoda s vahami, u této metody vyšla nejlépe varianta rychlostní komunikace R35. Poslední metoda byla použita Frechetova vzdálenost, u které opět nejlépe vyšla rychlostní komunikace R35. Výsledné hodnocení je, že po použití všech tří metod jasně vyšla nejlépe rychlostní komunikace R35, kterou bych doporučil.

**Tabulka 27:** *Vyhodnocení metod*

Hodnotící metoda	R35	Silnice II. třídy
Metoda váženého pořadí	1	2
Bodovací metoda s vahami	1	2
Frechetova vzdálenost	1	2
<b>Výsledné hodnocení</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

[Zdroj: vlastní]

## ZÁVĚR

Tématem diplomové práce je porovnání dvou vybraných komunikací společností **AF-CITYPLAN s.r.o.** Na základě hodnotové analýzy vyhodnotit dané komunikace, zároveň porovnat skladby komunikací a vytvořit rozpočtové ukazatele. Společnost AF-CITYPLAN s.r.o. vybrala dvě komunikace, **rychlostní komunikaci R35 a silnici II. třídy – ochvat města Lány.**

V případě **rychlostní komunikace R35** se jedná o **čtyřpruhovou, směrově rozdělenou komunikaci** se dvěma mimoúrovňovými křižovatkami. Tato komunikace je **kategorie R 25,5/120**, což znamená šířku komunikace 25,5 m a maximální povolenou rychlost 120 km/h. Použitý minimální podélný sklon je 0,5 % a maximální podélný sklon 1,35 %. Maximální příčný sklon ve směrovém oblouku může být maximálně 4,5 %. Povrchové odvodnění vozovky je zajištěno příčným a podélným vyspádováním přes odvodňovací žlaby do silniční kanalizace. Odvodnění pláň je zajištěno příčným a podélným vyspádováním s následným vyvedením do podélných trativodů, které jsou zaústěny do silniční kanalizace. Bezpečnost dopravy je zajištěna standardní bezpečnostní výbavou (ocelová, betonová svodidla, směrové sloupky). Po celé délce komunikace je směrově rozdělena oboustrannými ocelovými (betonovými) svodidly a po krajích vozovky jednostrannými svodidly. Dopravní značení vodorovné bude provedeno standardně pomocí hladké jednosložkové barvy a poté z dvousložkového hladkého plastu za studena. Svislé dopravní značení se bude skládat většinou z velkoplošných tabulí. Rychlostní komunikace má v tomto úseku **tři skladby** vozovky, jedna pro hlavní trasu komunikace a dvě skladby pro sjezdy z hlavní trasy (mimoúrovňová křižovatka Rokytno, Časy). **Úsek, který byl vybrán pro srovnání v diplomové práci, měří 6 260 m.**

Jako druhá komunikace byla vybraná **silnice II. třídy – ochvat města Lány (II. etapa)**. Jedná se ochvat silnice II/236 mezi okružními křižovatkami II. a III. Silnice II. třídy je **dvoupruhová, směrově nerozdělená**. Tato komunikace je třídy kategorie S 9,5/60, což znamená šířku komunikace 9,5 m a maximální povolenou rychlost 60 km/h. Trasa ochvatu překonává výrazné výškové rozdíly s maximálním povoleným podélným sklonem 6 %, příčný sklon 2,5 %. Odvedení povrchových dešťových vod z povrchu vozovky je zajištěno příčným a podélným sklonem přes krajnici do oboustranných příkopů. Odvodnění silniční pláň je zajištěno jejím 3 % příčným sklonem do svahu silničního tělesa a do příkopu. Pro zajištění bezpečnosti dopravy jsou navrženy střední ostrůvky u vjezdů do okružních křižovatek. Pro bezpečný příjezd do okružních křižovatek jsou také navrženy optické brzdy na vozovce a

plastové prosvětlené majáky s LED vložkou. V místech silničního násypu jsou navržena jednostranná ocelová svodidla a v ostatních částech komunikace jsou umístěny pouze silniční směrové sloupky s odrazkami. Silnice II. třídy má v tomto úseku **tři skladby** vozovky, jedna pro hlavní trasu, druhá pro sjezdy na polní cesty a třetí, která se nachází před vjezdy na okružní křižovatky. **Pro diplomovou práci byl vybrán celý úsek komunikace, tento úsek měří 1 420,722 m.**

Diplomovou práci můžeme rozdělit na **čtyři části**:

V první části jsou stanoveny náklady na **výkupy pozemků** komunikací. **Rychlostní komunikace R35** potřebuje pro celou délku komunikace vykoupit přibližně **599 761 m<sup>2</sup>** plochy. Plocha byla rozdělena podle katastrálních území na **Rokytno, Choteč, Dolní Ředice a Časy**. Dále byly pozemky rozděleny podle druhu na zemědělské (orná půda, trvalý travní porost), lesní, vodní plochy a jiné pozemky (ostatní plochy). Podle zákona č. 151/1997 Sb., zákon o oceňování majetku a vyhlášky č. 199/2014 Sb. byly podle **administrativní metody** oceněny pozemky podle druhu a katastrálního území. **Celkový náklad za výkupy pozemků** potřebné pro rychlostní komunikaci R35 za celý úsek 6 260 m je **3 878 496 Kč**.

**Pro silnici II. třídy – obchvat města Lány** potřebuje investor vykoupit přibližně **92 276 m<sup>2</sup>** plochy pozemků. Plocha byla rozdělena podle katastrálních území na **Lány a Vašírov**. Pozemky byly opět rozděleny podle druhu na zemědělské (orná půda, zahrada) a jiné pozemky (ostatní plochy). Podle stejného zákona a administrativní metody byly stanoveny celkové náklady za výkup pozemků silnice II. třídy na **434 538 Kč**

Podle zákona č. 416/2009 Sb., o urychlení dopravní výstavby si mohou majitelé pozemků přijít až na **osminásobek původní ceny** pozemku, když se pozemek vykoupí do 60 dnů. V našem případě by to znamenalo, že by se náklady na výkupy pozemků změnily na **31 027 968 Kč u R35 a 3 476 304 u silnice II. třídy**.

V druhé části podle projektové dokumentace předané od společnosti AF-CITYPLAN s.r.o. byly vytvořeny výkazy výměr pro obě komunikace. Pomocí výkazů byly poté vytvořeny položkové rozpočty pomocí **software ASPE** v cenové úrovni 2009 (základní rozpočtové náklady bez DPH). Pro rozpočtování v programu ASPE byla použita **datová základna 09-1 OTSKP** (Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací). Rozpočty obsahují pouze hlavní stavební objekty (hlavní trasy), všeobecné konstrukce a práce (geodetické práce), sejmutí ornice (skládkovné), kácení dřevin a náklady na pozemek. **Stavební náklady vynaložené za rychlostní komunikaci R35** (délka 6 260 m) **bez výkupů pozemků činí 1 163 361 420 Kč**. Z této částky jde přibližně vyjádřit náklad na 1 km rychlostní komunikace, který se skládá pouze ze zemních prací (zářezy, násypy, skládkovné), komunikací (skladby vozovky),

odvodnění a ostatních konstrukcí (vodorovné, svislé značení, svodidla, propustky, žlaby). Tento náklad za 1 km rychlostní komunikace R35 vychází přibližně **185 840 482 Kč**.

**Stavební náklady vynaložené za silnici II. třídy** (délka 1 420,722 m) – **obchvat města Lány (II. etapa) bez výkupů činí 144 566 403 Kč**. Jako u rychlostní komunikace se vyjádřil **náklad za 1 km silnice II. třídy**, tento náklad odpovídá přibližné hodnotě **101 755 588 Kč**. Jak je vidět náklad za 1 km se u těchto dvou komunikací výrazně liší. Je to způsobené několika faktory: šířkou komunikace, návrhovým porušením (různé skladby a tloušťky vrstev), zemními pracemi (různé násypy a zářezy), odvodněním (u R35 propustky), bezpečností na komunikaci (značení vodorovné, svislé, svodidla) a dalšími faktory.

Další částí bylo **nákladové porovnání skladeb vozovek, jejich tvorba ukazatelů na 1 m<sup>2</sup> komunikace a následné rozdělení na čtyři vrstvy**

Byly porovnávány pouze skladby vozovky, bez zemních prací.

Rychlostní komunikace R35 má v celé své délce tři skladby. Tyto skladby rychlostní komunikace jsou navrženy dle TP 170 katalogového listu D0-N-1 pro **dopravní zatížení třídy S s návrhovou úrovní porušení D0**.

- Skladba **hlavní komunikace má tloušťku 620 mm a náklad za 1 m<sup>2</sup> komunikace vychází 1 825 Kč**.
- Další dvě skladby jsou pro sjezdy z hlavní trasy a to pro mimoúrovňovou křižovátku Rokytno a Časy. Tyto skladby mají obě stejnou **tloušťku 560 mm**, ale vrstvy mají různé. Nákladově vycházejí opět podobně **za 1 m<sup>2</sup> okolo 1 230 Kč**.

U silnice II. třídy – obchvat města Lány jsou uvedeny opět tři skladby komunikace. Hlavní trasa je navržena dle TP 170 katalogového listu DN 501 pro **dopravní V s návrhovou úrovní porušení vozovky D2**. Sjezdy na polní komunikace jsou navrženy dle TP 170 katalogového listu NN 6-5 pro **dopravní zatížení VI s návrhovou úrovní porušení vozovky D3**.

- Skladba **hlavní trasy silnice II. třídy má mocnost 500 mm a celkové náklady za 1 m<sup>2</sup> vychází 1 282 Kč**.
- Druhá skladba slouží pro sjezd z hlavní trasy na polní cesty, tato skladba má **mocnost 280 mm (pouze 3 vrstvy)**. Náklad za 1 m<sup>2</sup> vychází **488 Kč**.
- Poslední skladbou uvedenou u silnice II. třídy je skladba vozovky těsně před okružními křižovatkami, kde je vrchní kryt tvořen dlažbou. Tato skladba má **tloušťku 420 mm a náklad za 1 m<sup>2</sup> činí 1 081 Kč**.

Jednotlivé skladby byly ještě rozděleny na čtyři vrstvy: **obrusnou, ložnou, podkladní a ochrannou**.

- Náklady i tloušťky vrstev obrusné vrstvy jsou téměř stejné až na vrstvu dlažby. Dlažba má tloušťku vrstvy 100 mm a náklad za 1 m<sup>2</sup> je 499 Kč. Ostatní obrusné vrstvy mají **mocnost 40 mm a náklad za 1 m<sup>2</sup> okolo 200 Kč.**
- Ložná vrstva je součástí vrchního krytu, ale není ve skladbách povinná, nachází se pouze ve čtyřech skladbách. U hlavních tras má ložná vrstva mocnost 80 mm a náklad činí přibližně 350 Kč/m<sup>2</sup>. Ložná vrstva je také použita u jednoho sjezdu z hlavní trasy rychlostní komunikace R35, kde je tloušťka komunikace 60 mm a náklad vrstvy za 1 m<sup>2</sup> je 255 Kč. Ložná vrstva je také zastoupena ve skladbě před kruhovým objezdem, kde tvoří součást vrchního krytu spolu s dlažbou, vrstva má 30 mm.
- Třetí vrstvou komunikace je podkladní vrstva, tato vrstva slouží k roznesení tlaku, aby nedocházelo k **nadměrným deformacím podloží.** Největší deformace jsou určité na hlavních trasách komunikací, proto mají také největší mocnosti vrstev (150, 130 mm). Náklad na 1 m<sup>2</sup> komunikace u hlavních tras vychází 746 Kč u rychlostní komunikace R35 a 536 Kč u obchvatu města Lány.
- Poslední vrstva, která je popsána je ochranná vrstva. Tato vrstva má mnoho funkcí a je pro celou vozovku velice důležitá. Ochranná vrstva má největší zastoupení u rychlostní komunikace R35, kde u hlavní trasy má mocnost 350 mm a náklad 435 Kč/m<sup>2</sup> a u sjezdů z R35 mocnost vrstev 400 mm a náklad 478 Kč/m<sup>2</sup>. U silnice II. třídy je mocnost vrstev o polovinu nižší a náklad se pohybuje u hlavní trasy 172 Kč/m<sup>2</sup>.

Na závěr skladeb byly vytvořeny **nákladové ukazatele** a tloušťky vozovek pro rychlostní komunikaci a silnici II. třídy. **Nejdražší náklad za 1 m<sup>2</sup> vozovky má hlavní trasa rychlostní komunikace R35 za 1 825 Kč (tloušťka 620 mm).** Přibližně ve stejné cenové relaci se pak nacházejí sjezdy z R35 a hlavní trasa silnice II. třídy. **U sjezdů je cena 1 226 Kč (tloušťka 560 mm), 1 238 Kč (tloušťka 560 mm) a u ochvatu města Lány 1 282 Kč (tloušťka 500 mm) za 1 m<sup>2</sup> vozovky.** Naopak **nejlevnější skladbu** má sjezd ze silnice II. třídy na polní cesty, jeho skladba má pouze **mocnost 280 mm a náklad 488 Kč/m<sup>2</sup>.**

V poslední části je použita hodnotová analýza k vybrání komunikace z hlediska kritérií. Jako kritéria, pomocí kterých se vozovky hodnotily, jsou následující:

- nehodovost,
- četnost vozidel,
- šířka komunikace,
- návrhová rychlost,



- bezpečnost dopravy,
- odvodnění,
- dopravní značení,
- zábor půdy,
- skladba vozovky.

Nejdříve byly stanoveny normované váhy pomocí **metody párového porovnání a Saatyho metody**. Pomocí těchto dvou metod se dostaly dvě normované váhy, které se následně zprůměrovaly (průměrná normovaná váha). Pro hodnotovou analýzu byly vybrány tři metody – **metoda váženého pořadí, bodovací metoda s vahami, Frechetova metoda**. Výsledné hodnocení je, že po použití všech tří metod jasně vyšla nejlépe **rychlostní komunikace R35, kterou bych doporučil investorovi**.

## 5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KAUN, Miroslav a František LEHOVEC. *Pozemní komunikace*. ČKAIT Praha, 1998. ISBN 8090246095
- [2] KAUN, Miroslav. *Základy dopravních staveb 1*. ČVUT Praha, 1996. ISBN 9788001015209
- [3] SLABÝ, Petr a Eva DLOUHÁ. *Dopravní stavby a systémy 20, 30*. ČVUT Praha, 2005. ISBN 8001024539
- [4] LAUDÁT, František. *Dopravní stavby České republiky*. Národní stavební centrum s.r.o., 2008. ISBN 8086905330
- [5] KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ceny, náklady, kalkulace*. ČVUT Praha, 1991. ISBN 8001006913
- [6] MACÍK, Karel. *Kalkulace a rozpočetnictví*. ČVUT Praha, 2008. ISBN 8001039269
- [7] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Oceňování staveb 3*. ČVUT Praha, 2013. ISBN 8001054233
- [8] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta; KREMLOVÁ, Lucie; STŘELCOVÁ, Iveta. *Kalkulace a nabídky 2*. ČVUT Praha, 2008. ISBN 8001040917
- [9] *ODVODNĚNÍ, BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ, SILNIČNÍ OBJEKTY* [online]. 2012 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-14.pdf>

## 6. SEZNAM GRAFŮ, TABULEK, OBRAZKŮ

Graf 1: <i>Jednotlivé vrstvy skladby komunikace</i> .....	69
Graf 2: <i>Obrusná vrstva komunikace</i> .....	69
Graf 3: <i>Ložná vrstva komunikace</i> .....	70
Graf 4: <i>Podkladní vrstva komunikace</i> .....	71
Graf 5: <i>Ochranná vrstva komunikace</i> .....	71
Graf 6: <i>Nákladový ukazatel celé skladby vozovky za 1 m<sup>2</sup></i> .....	72
Tabulka 1: <i>Klasifikace základních frakcí zemin</i> .....	8
Tabulka 2: <i>SO 101.3 – Rychlostní komunikace R35</i> .....	45
Tabulka 3: <i>SO 112 – Mimoúrovňová křižovatka Rokytno</i> .....	46
Tabulka 4: <i>SO 113 – Mimoúrovňová křižovatka Časy</i> .....	46
Tabulka 5: <i>SO 107 – Konstrukce vozovky obchvatu a okružní křižovatky</i> .....	51
Tabulka 6: <i>SO 107 – Skladba konstrukce sjezdů na polní cesty</i> .....	52
Tabulka 7: <i>SO 107 – Skladba konstrukce středního ostrůvku</i> .....	52
Tabulka 8: <i>Výkup pozemků pro komunikaci R35</i> .....	54
Tabulka 9: <i>Výkup pozemku pro Ochvat města Lány</i> .....	55
Tabulka 10: <i>Výpočet ceny pozemku vodní plochy</i> .....	57
Tabulka 11: <i>Náklady výkupů pozemků při rychlém odkupu</i> .....	60
Tabulka 12: <i>Rekapitulace rozpočtu rychlostní komunikace R35</i> .....	62
Tabulka 13: <i>Rekapitulace rozpočtu obchvatu města Lány – II. etapa</i> .....	64
Tabulka 14: <i>Náklad SO 101.3 – Rychlostní komunikace R35 za 1 m<sup>2</sup></i> .....	65
Tabulka 15: <i>Náklad SO 112 – Mimoúrovňová křižovatka Rokytno (R35) za 1 m<sup>2</sup></i> .....	65
Tabulka 16: <i>Náklad SO 113 – Mimoúrovňová křižovatka Časy (R35) za 1 m<sup>2</sup></i> .....	66
Tabulka 17: <i>Náklad SO 107 – Konstrukce vozovky obchvatu a okružní křižovatky za 1 m<sup>2</sup></i> ....	67
Tabulka 18: <i>Náklad SO 107 – Skladba konstrukce sjezdů za 1 m<sup>2</sup></i> .....	67
Tabulka 19: <i>Náklad SO 107 – Skladba konstrukce středního ostrůvku za 1 m<sup>2</sup></i> .....	68
Tabulka 20: <i>Metoda párového porovnání</i> .....	74
Tabulka 21: <i>Saatyho metoda</i> .....	75
Tabulka 22: <i>Normované váhy</i> .....	75
Tabulka 23: <i>Metoda váženého pořadí</i> .....	76
Tabulka 24: <i>Bodovací metoda s vahami</i> .....	77
Tabulka 25: <i>Vstupní hodnoty pro Frechetovu vzdálenost</i> .....	77

Tabulka 26: <i>Frechetova vzdálenost</i> .....	78
Tabulka 27: <i>Vyhodnocení metod</i> .....	78
Obrázek 1: <i>Trojúhelníkový diagram zrnitosti</i> .....	9
Obrázek 2: <i>Diagram plasticity jemnozrnných zemin</i> .....	9
Obrázek 3: <i>Schéma konstrukce vozovky</i> .....	18
Obrázek 4: <i>Trojúhelníkový příkop</i> .....	25
Obrázek 5: <i>Rigol s trativodem a odvodňovacím potrubím</i> .....	26
Obrázek 6: <i>Detail mělkého podélného trativodu</i> .....	27
Obrázek 7: <i>Osazení jednostranného svodidla do násypu</i> .....	31
Obrázek 8: <i>Lanové svodidlo</i> .....	32
Obrázek 9: <i>Ocelové svodidlo NH4</i> .....	32
Obrázek 10: <i>Betonové svodidlo</i> .....	33
Obrázek 11: <i>Tlumič nárazu SNOLINE TAU</i> .....	35
Obrázek 12: <i>Umístění směrového sloupku na krajnici</i> .....	36
Obrázek 13: <i>Prvky velké okružní křižovatky</i> .....	37
Obrázek 14: <i>Prvky malé okružní křižovatky</i> .....	38
Obrázek 15: <i>Příčný řez částečně pojižděného středního ostrůvku</i> .....	38
Obrázek 16: <i>Příčný řez plně pojižděného středního ostrůvku</i> .....	39
Obrázek 17: <i>Rychlostní silnice R35 Opatovice nad Labem - Časy</i> .....	41
Obrázek 18: <i>Trubní propustek</i> .....	42
Obrázek 19: <i>Oboustranné sloupcové svodidlo</i> .....	43
Obrázek 20: <i>Betonové svodidlo</i> .....	43
Obrázek 21: <i>Ukázka velkoplošné značky</i> .....	44
Obrázek 22: <i>Obchvat města Lány</i> .....	47
Obrázek 23: <i>Betonová žlabovka</i> .....	48
Obrázek 24: <i>Jednostranné sloupcové ocelové svodidlo</i> .....	49
Obrázek 25: <i>Silniční směrový plastový sloupek</i> .....	49
Obrázek 26: <i>Optická psychologická brzda</i> .....	50
Obrázek 27: <i>Výstražná značka pro kruhový objezd A4</i> .....	50
Obrázek 28: <i>Plastový prosvětlený maják</i> .....	51

## **7. SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: *Rozpočet rychlostní komunikace R35*

Příloha 2: *Rozpočet obchvatu města Lány (II. etapa)*

## 8. SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>Značka</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>
$w_L$	Mez tekutosti	-
$w_P$	Mez plasticity	-
$I_p$	Číslo plasticity	-
D	Součinitel zhutnění	mm
$L_p$	Délka průpletového úseku	m
w	Šířka průpletového úseku	m
R	Poloměr středního ostrůvku	m
D	Vnější průměr okružní křižovatky	m
d	Průměr středního ostrůvku	m
R 25,5/120	Rychlostní komunikace, šířka/rychlost	m/(km/h)
$E_{def,2}$	Modul přetvárnosti	MPa
MÚK	Mimoúrovňová křižovatka	-
ZRN	Základní rozpočtové náklady	Kč
ZPF	Zemědělský půdní fond	-
BPEJ	Bonitně půdní ekologická jednotka	-
ZCU	Základní cena upravená	Kč
ZC	Základní cena	Kč
k	Koeficient úpravy základních cen zemědělských pozemků	-
S 9,5/60	Šířka komunikace 9,5 m/ návrhová rychlost 60 km/h	m/(km/h)
$v_i$	Normovaná váha	-
$d_j$	Frechetova vzdálenost	-
$H_j$	Celková hodnota j-té varianty	-
$k_i$	Nenormovaná váha	-
OTSKP	Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací	-