



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

# LINIOVÁ STAVBA V RÁMCI ŽIVOTNÍHO CYKLU Z POHLEDU BIM

LINE CONSTRUCTION WITHIN THE LIFE CYCLE FROM THE PERSPECTIVE OF BIM

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

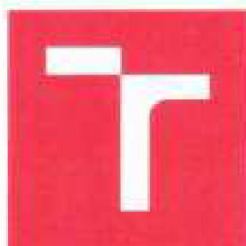
**Bc. Veronika Vacková**

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**Ing. Pet Aigel, Ph.D.**

**BRNO 2017**



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T038 Management stavebnictví (N)
PRACOVNÍŠTĚ	Ústav stavební ekonomiky a řízení

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Veronika Vacková
NÁZEV	Liniová stavba v rámci životního cyklu z pohledu BIM
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Petr Aigel, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

  
.....  
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Tichá A., Marková L., Puchýř B.: Ceny ve stavebnictví I, ÚRS, s.r.o., Brno, 1999
2. Tichá A., Marková L., Vystavil R.: Ceny ve stavebnictví II-vzorový rozpočet, ÚRS s.r.o., Brno, 2000
3. Černý, M.; Pospíšilová, B.; Vyhnaněk, R.; Tomanová, Š.; Jiráč, M.; Lubas, A.; VANĚK, P. BIM příručka. 1. 1. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, 80 s. ISBN: 978-80-260-5297- 5.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Cílem práce je analyzovat liniovou stavbu ve vybraných částech životního cyklu z pohledu BIM

1. Náklady, ceny, rozpočty a kalkulace
2. Problematika BIM
3. Možnosti vazeb nákladů a cen na BIM
4. Analýza liniové stavby z pohledu BIM

Požadovaným výstupem je provedená analýza liniové stavby z pohledu BIM.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

**VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:**

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



**Ing. Petr Aigel, Ph.D.**

Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Cílem práce bylo využití systému BIM v rámci zajištění kompletní výstavby, včetně provozní části u liniových staveb. V první části diplomové práce jsem se zabývala náklady na celkovou životnost liniové stavby, životním cyklem liniové stavby, jaký je rozdíl mezi BIM modelem a klasickým projektováním, účastníky BIM modelu a jaké jsou v BIM úrovně. V praktické části jsem se zabývala dvěma úrovněmi BIM modelování, ve kterých jsem si stanovila celkovou cenu zkoumané stavby, které jsem následně porovnávala. Závěrečnou kapitolou diplomové práce bylo i stanovení provozních nákladů, které jsou nedílnou součástí nákladů na celkovou dobu životnosti.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Životní cyklus, náklady, rozpočet, kalkulace, BIM, provozní náklady, letní a zimní údržba komunikací, nejnákladnější části liniové stavby.

## **ABSTRACT**

The aim of the work was the usage of the Building Information Modelling system to ensure the complete building-up, including the working part of the line constructions. In the first part of my thesis I was dealing with the costs of the total life of the line construction, the line construction life-cycle, with the difference between the Building Information Modelling model and traditional projecting, with the participants participants of the Building Information Modelling model and which levels in the Building Information Modelling exist.

In the practical part I was dealing with two levels of the Building Information Modelling designing, in which I set the total price of the building researched and then I was comparing them. In the final chapter of the thesis working expenses were set which are involved in the expenses of the total life.

## **KEYWORDS**

Life-cycle, expenses, budget, calculation, Building Information Modelling (BIM), working expenses, summer and winter maintenance of thoroughfares, the most expensive parts of the line construction

## **BIBLOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Veronika Vacková *Liniová stavba v rámci životního cyklu z pohledu BIM*. Brno, 2017. 97 s., 15 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Petr Aigel, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 1.2.2017

.....

Bc. Veronika Vacková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Aiglovi, Ph.D. za cenné rady při zpracování a jeho strávený čas. Také děkuji za psychickou podporu od mého přítele a mé rodiny.

Poděkování také patří SÚS Jihomoravského kraje za poskytnutí programu ASPE, za poskytnutí dokumentace ke stavbě a potřebných dat.

Taktéž panu Ing. Romanovi Ševčíkovi za odbornou konzultaci a cenné rady.

# OBSAH

ÚVOD .....	10
<b>1. ŽIVOTNÍ CYKLUS LINIOVÉ STAVBY .....</b>	<b>11</b>
1.1 ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY .....	11
1.2 FÁZE ŽIVOTA PROJEKTU .....	12
1.2.1 Předinvestiční fáze .....	13
1.2.2 Investiční fáze .....	13
1.2.3 Provozní fáze.....	13
1.2.4 Likvidační fáze.....	14
<b>2. NÁKLADY NA CELKOVOU ŽIVOTNOST LINIOVÉ STAVBY.....</b>	<b>15</b>
2.1 SLOŽENÍ CELKOVÝCH NÁKLADŮ (WLC) .....	15
2.2 SLEDOVÁNÍ CELKOVÝCH NÁKLADŮ .....	16
2.3 ANALÝZA NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU DOPRAVNÍCH STAVEB .....	17
2.3.1 Metoda kalkulace LCC : NPV .....	20
2.3.2 Deterministický přístup ke kalkulaci LCC.....	20
2.3.3 Stochastický přístup ke kalkulaci LCC.....	21
<b>3. TEORIE NÁKLADŮ A CEN .....</b>	<b>22</b>
3.1 TEORIE CEN .....	22
3.1.1 Typy cen .....	22
3.1.2 Funkce cen .....	23
3.1.3 Druhy cen .....	24
3.2 TEORIE NÁKLADŮ .....	24
3.2.1 Členění nákladů .....	24
<b>4. ROZPOČET A KALKULACE .....</b>	<b>28</b>
4.1 KALKULACE.....	28
4.2 ROZPOČET.....	29
4.2.1 Rozdělení rozpočtu stavebního objektu .....	31
<b>5. BUILDING INFORMATION MODEL (BIM) .....</b>	<b>35</b>
5.1 ROZDÍLY MEZI BIM MODEL A KLASICKÝM PROJEKTOVÁNÍM .....	36
5.2 PŘECHOD NA BIM A ÚČASTNÍCI PROCESU .....	37
5.2.1 Přechod na BIM.....	37
5.2.2 Účastníci BIM na procesu výstavby liniové stavby.....	38
5.3 INFORMACE.....	41
5.3.1 Informace 2D a 3D model .....	41
5.3.2 4D – časové informace.....	42
5.3.3 5D – cenové informace .....	43
5.3.4 6D – facility management.....	43
5.3.5 nD.....	43
5.4 INDUSTRIAL FOUNDATION CLASSES – DATOVÝ MODEL.....	44
<b>6. MOŽNOSTI VAZEB NÁKLADŮ A CEN NA BIM .....</b>	<b>46</b>
6.1 MNOHO CEST Z BIM DO KALKULACE .....	46
6.1.1 Application Programming Interface (API).....	46
6.1.2 Open Database Connectivity (ODBC).....	46
6.1.3 Výstupy do Excelu .....	46
6.2 ÚROVEŇ PODROBNOSTI BIM MODELU (LOD).....	47



6.2.1 Level of Development .....	47
<b>7. ANALÝZA LINIOVÉ STAVBY Z POHLEDU BIM.....</b>	<b>49</b>
7.1 LEVEL OF DETAIL LOD 100 A ROZPOČTOVÉ UKAZATELE.....	49
7.2 LEVEL OF DETAIL LOD 200 A ROZPOČTOVÝ PROGRAM ASPE .....	53
7.2.1 Zemní práce .....	53
7.2.2 Základy.....	55
7.2.3 Komunikace .....	56
7.3 NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU LINIOVÉ STAVBY .....	61
7.3.1 Analýza nejnákladnějších částí liniové stavby.....	61
7.3.2 Letní a zimní údržba silnic II. třídy.....	71
7.3.3 Stanovení nákladů na celkovou dobu životnosti komunikace.....	75
7.3.3 Výpočet LCC pomocí deterministického přístupu ke kalkulaci .....	83
<b>8. ZÁVĚR .....</b>	<b>85</b>
<b>9. SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>87</b>
<b>10. SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍSPĚVKŮ.....</b>	<b>88</b>
<b>11. SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>90</b>
<b>12. SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>92</b>
<b>13. SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>94</b>
<b>14. SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>97</b>

## ÚVOD

Toto téma diplomové práce mě zaujalo a z tohoto důvodu jsem se rozhodla o tom dozvědět něco víc. Slyšela jsem o BIM modelování poprvé, a to pouze jen v souvislosti s pozemním stavitelstvím. Jelikož se zajímám o dopravní stavitelství, které tvoří velkou část stavebního průmyslu a do budoucna bych se chtěla tomuto odvětví věnovat, tak jsem chtěla zjistit na jaké úrovni je BIM modelování u liniových staveb.

Úroveň, na které je BIM modelování u dopravního stavitelství si můžeme povšimnout i u odborné literatury, která se věnuje BIM modelování. Literatura je zaměřena na pozemní stavitelství a u nás BIM model na liniové stavby není příliš využíván.

V dopravním stavitelství jsou doposud nejčastěji využívány 2D výkresy, vytvořené v AutoCADU, v některých případech je využíváno i 3D modelování liniových staveb. Takto vytvořený model liniové stavby se od BIM modelování liší tím, že neposkytuje informace o dané stavbě, které jsou potřebné pro její ocenění. A dalším významným rozdílem je to, že v rámci BIM modelování mají přístup všichni účastníci a mohou sledovat vývoj liniové stavby.

BIM modelování nám do projektování vnáší komplexní pohled na danou problematiku. Snahou vytvořeného BIM modelu je usnadnění komunikace a propojení všech účastníků, kteří se podílejí na realizaci projektu, a to již od záměru provést danou stavbu, její naprojektování, realizaci výstavby, provoz a údržbu až po její likvidaci.

V praktické části bude vysvětlen BIM model na dvou úrovních modelování, a to v úrovni LOD 100 a LOD 200. V úrovni LOD 100 bude stavba oceněna pouze pomocí dvou zvolených informací, a to JKSO a konstrukčně materiálovou charakteristikou. Cena z této úrovně nebude tak přesná jako u druhé úrovně kde si stanovíme více informací k dané stavbě, a to specifikaci jednotlivých vrstev a přidružených konstrukcí vozovky. Využitím těchto informací nám umožní ocenění konkrétní liniové stavby. Závěrem této kapitoly je porovnání ocenění stavby na úrovni LOD 100 a LOD 200.

Jak již bylo uvedeno výše BIM model poskytuje informace jednotlivým účastníkům o provozu stavby, proto je potřeba se věnovat i této kapitole, která je nedílnou součástí komplexního pohledu na danou liniovou stavbu. Z hlediska provozní části budou řešeny nejnákladnější části liniové stavby, letní a zimní údržba. Shrnutím veškerých výdajů, které nám vzniknou od vytvoření projektu až po celkové provozní náklady získáme informace o tom, jaká bude cena životního cyklu liniové stavby.

## 1. Životní cyklus liniové stavby

Životní cyklus stavebního díla je časové období od vzniku první myšlenky na stavbu, která vede k provedení záměru, k projektování, realizaci a pozdějšímu užívání až po likvidační část.



Obr. 1 Životní cyklus stavby [11]

### 1.1 Životní cyklus stavby

Životní cyklus stavby započne v investiční fázi životního cyklu projektu a končí likvidací. Doba trvání životního cyklu stavby velice úzce souvisí s *technickou životností*.

#### **Technická životnost**

Je to období, po které nám stavba poskytuje nezávadný užitek. Délka technické životnosti závisí nejen na jakostně prováděné realizaci, ale také je ovlivnitelná kvalitou údržby a prováděných oprav vozovky. [5]

Definice životnosti stavby dle Směrnice EHS [6] je taková: „Životnost stavby je doba, během níž ukazatele vlastností stavby budou udrženy na úrovni slučitelné s plněním základních požadavků“.

#### **Ekonomická životnost**

Je to období, po které můžeme stavbu hospodárně využívat bez velkých nákladů. Toto období bývá většinou kratší než u technické životnosti, a to z důvodů, že se hodnota nesnižuje pouze užíváním, ale také s vývojem nových inovací a změnou náhledu na uživatelský standard. [5]

Ekonomicky přiměřená životnost podle Směrnice EHS [6] je přiměřená životnost stavby za předpokladu, že budou uvažována všechna příslušná hlediska, jako jsou: náklady na projekt, stavbu a užívání, náklady vznikající z provozních překážek, rizika a následky poruchy stavby během její životnosti a náklady na pojištění k pokrytí těchto

rizik, plánovaná částečná obnova, náklady na kontrolní prohlídky, údržbu a opravy provozní a správní náklady, odstranění, hlediska ochrany životního prostředí.

### **Požadovaná životnost**

S požadovanou životností se můžeme setkat u krátkodobých projektů. Jedná se o dočasnou stavbu s nižšími požadavky. [5]

### **Zbytková životnost vozovky**

Stanovení zbytkové životnosti vozovky se provádí z důvodů usnadnění rozhodnutí, zda se bude provádět oprava nebo údržba vozovky.

Zbytkovou životnost vypočítáme pomocí vzorce: [7, str.22]

$$t_z = N_{lim} / N_{rd}$$

kde

$t_z$  je zbytková doba životnosti vozovky, roky,

$N_{lim}$  je mezní počet přejezdů návrhových náprav, návrhové nápravy,

$N_{rd}$  je počet přejezdů návrhových náprav v průměrném roce návrhového období podle tabulek P5.1A, B nebo podle rovnice (P5.3) v příloze 5, návrhové nápravy/rok,

Pokud je zbytková doba životnosti vozovky stanovená výpočtem vyšší jak 25 let, v hodnocení vždy uvádíme maximálně 25 let, tyto hodnoty pak vstupují do vyhodnocení průměrné doby životnosti posuzovaného úseku vozovky.

Tabulka 1: Požadovaná klasifikace zbytkové doby životnosti vozovky [7, str.22]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
Zbytková doba životnosti vozovky $t_z$	25 <sup>1</sup>	20 – 24	10 – 19	5 – 9	< 5
Požadovaná zbytková doba životnosti v době se použije	při uvedení vozovky do provozu	v záruční době	při provádění běžné údržby a údržby povrchu vozovky		při provedení opravy vozovky

Poznámka

<sup>1</sup> Pro nové konstrukce vozovky se podle TP 170 požaduje návrhová doba životnosti 25 let.

## **1.2 Fáze života projektu**

Etapy životního cyklu představují na sebe navzájem navazující fáze:

- předinvestiční
- investiční
- provozní (operační)
- ukončení provozu a likvidace

### 1.2.1 Předinvestiční fáze

Je prvním důležitým krokem ke správnému investičnímu projektu a jeho realizaci. V této fázi je nutné identifikovat všechny možné investiční projekty a ty méně vhodné jsou vyloučeny. Základním dokumentem této fáze je tzv. prováděcí studie (studie proveditelnosti). Úkolem je zajistit všechny relevantní technické, obchodní a finanční informace, které jsou rozhodující pro vyhodnocení projektu z hlediska realizace nebo odmítnutí.

Studie se skládá:

- souhrnný přehled výsledků
- zdůvodnění a vývoj projektu
- materiálové vstupy
- lokalizace prostředí
- technický projekt
- organizační projekt
- pracovní síly
- časový plán realizace
- finanční a ekonomické vyhodnocení, včetně hodnocení rizika [13]

### 1.2.2 Investiční fáze

Investiční fáze je ze všech nejpracnější a nejnákladnější. Obsahuje větší počet činností, které tvoří náplň vlastní realizace projektu. Základem k zahájení investiční fázi je vytvoření právního, finančního a organizačního rámce pro realizaci projektu (zajištění financování projektu, vytvoření projektového týmu, odkoupení nezbytných pozemků potřebných k výstavbě, uzavření důležitých smluv apod.)

Investiční fázi můžeme rozdělit do následujících etap:

- zpracování zadání stavby
- zpracování úvodní projektové dokumentace projektu pro územní rozhodnutí, resp. stavební povolení
- zpracování realizační projektové dokumentace
- realizace výstavby
- příprava uvedení do provozu, uvedení do provozu a zkušební provoz
- aktualizace dokumentace a systémů [10]

### 1.2.3 Provozní fáze

Provozní fáze je započata předáním stavby provozovateli. Provozní fázi můžeme posuzovat jak, z krátkodobého tak z dlouhodobého hlediska. Krátkodobé hledisko většinou závisí na počátečním období provozu projektu. V krátkodobém hledisku se mohou objevit řady problémy, které se týkají výrobních metod, činností zařízení u výrobních projektů apod. nápravná opatření k těmto problémům v podstatě přísluší investiční fázi. Dlouhodobé hledisko se týká provozních nákladů a příjmů, popřípadě předpokládaných prospěchů na straně druhé. V případě, že by byly nedostatky odhaleny až v provozní fázi tak potom musíme očekávat, že nápravná opatření budou velmi nákladná a drahá. Všechny potenciální nedostatky, rizika a nejistoty by měly být ošetřeny v předinvestiční fázi v kvalitně zpracované v studii proveditelnosti. [5]

Provozní fáze obsahuje z pohledu projektu stavby sledování veškerých činností a nákladů na opravy a údržbu, plánované rekonstrukce a modernizace. [5]

#### 1.2.4 Likvidační fáze

Představuje závěrečnou fázi života projektu. Likvidační fáze je taková fáze, ve které se projekt už neprovozuje, ale stavební objekt může vykazovat příjmy nebo výdaje spojené s jeho likvidací. Může dojít k tomu, že úplná likvidace je nahrazena změnou účelu stavby. [5]

Při hodnocení ekonomické výhodnosti projektu musíme brát ohled i na náklady spojené s ukončením provozu. Jedná se zejména o potenciální likvidační náklady. Likvidační fáze obsahuje zejména činnosti, jako jsou demontáž objektů, sanace lokality aj. Rozdíl příjmů a výdajů z likvidace projektu představuje tzv. **likvidační hodnotu projektu**. Tato hodnota tvoří součást peněžního toku projektu v posledním roce života. [10]

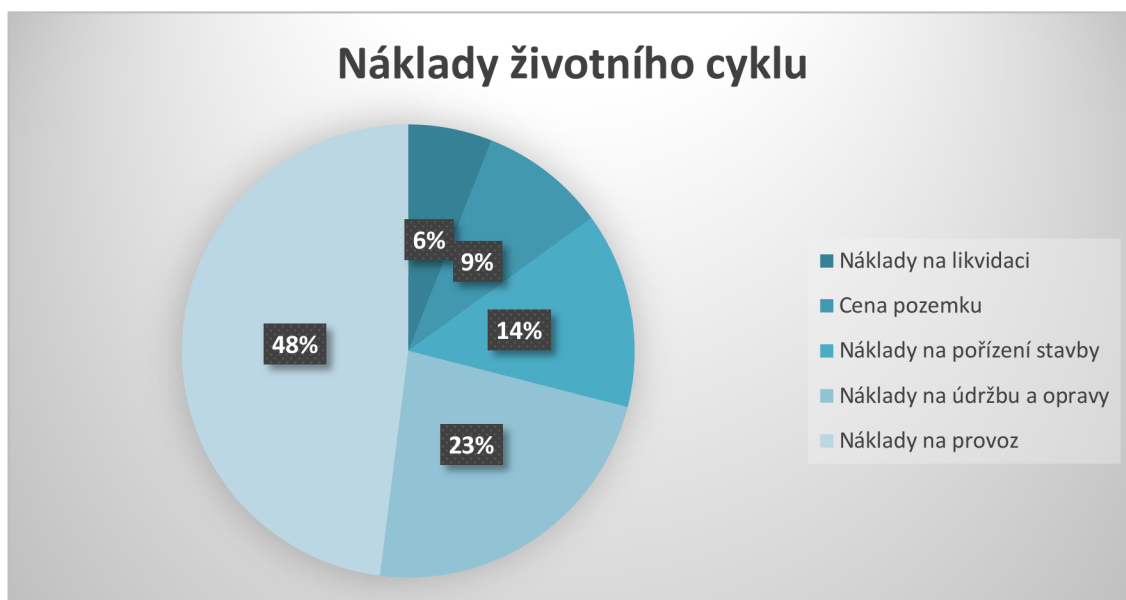
U liniových staveb dochází k likvidaci pouze ve výjimečných případech. Jeden z nejčastějších příkladů představuje provedení přeložky komunikace, která byla na území Jihomoravského kraje provedena, konkrétně u staveb II/387 Bořínov – Nedvědice, most (zde proběhla celá rekultivace vozovky, která se přeložila a kus dál), Lednice zde také byla provedena přeložka silnice apod. Likvidační fáze není tak častá, a to z jednoho hlavního důvodu, že u liniových staveb se častěji provádí rekonstrukce vozovky, než by mělo dojít k likvidaci.

## 2. Náklady na celkovou životnost liniové stavby

U nákladů na celkovou životnost stavby (**Whole life costing – WLC**) se počítá s *návrhovým obdobím* 25 let, což je doba, při níž se nepočítá, že by docházelo k zesílení vozovky nebo s její rekonstrukcí, budou pouze obnovovány parametry provozní způsobilosti (rovnost, protismykové vlastnosti a poruchy běžnou údržbou).

*Analyzované období*, je takové, období, do kterého započítáváme náklady na celkovou nebo částečnou rekonstrukci. Toto období počítáme v délce 40 let.

Náklady na celkovou životnost tato období nerozlišují a používáme termín celková životnost a náklady na celkovou životnost, což nejsou přesné pojmy. Chápeme to tedy tak že, náklady na celkovou životnost jsou náklady za dostatečně dlouhé období (analyzované období), které nám umožní porovnat různé strategie výstavby, údržby, opravy a rekonstrukce vozovky s tím, že tyto cykly mohou libovolně pokračovat. [22]



Obr. 2 Náklady životního cyklu liniové stavby [11]

### 2.1 Složení celkových nákladů (WLC)

Celkové náklady životního cyklu liniové stavby se skládají z:

- počáteční náklady na výstavbu vozovky
- běžná údržba vozovky
- souvislá údržba vozovky
- lokální oprava vozovky
- výměna obrusné vrstvy
- výměna krytových vrstev
- rekonstrukce nebo částečná rekonstrukce vozovky
- náklady (ztráty) uživatelů při omezení dopravy

## 2.2 Sledování celkových nákladů

### Údržba u polotuhých vozovek

To jsou takové vozovky, jejichž krytové vrstvy mají s asfaltem stmelěných směsí a **podkladní vrstvy jsou stmeleny cementem, nebo jinou hmotou**

### Netuhé vozovky

To jsou takové vozovky, jejichž krytové vrstvy jsou z asfaltu a mají asfaltem stmelené podkladní vrstvy nebo jsou s nestmelěnými podkladními vrstvami.

Tyto vozovky špatně odolávají tlaku a tahu za ohybu.

- údržba u polotuhých vozovek je nejnákladnější bez ohledu na životnost, když porovnáme tuto vozovku s netuhou vozovkou tak tvoří navíc 10 až 15 % celkových nákladů
- po dobu 25 let a s ohledem na skutečnou dopravu jsou celkové náklady na asfaltovou vozovku rozhodně nižší než u cementobetonových vozovek, u některých studií můžeme najít uvedené rozdíly v nákladech až o 20 % více
- u nízkých dopravních zatížení při porovnání tuhých a netuhých vozovek stále hovoříme ve prospěch netuhých vozovek, vyhodnocením diskontovaných celkových nákladů
- ve většině případů, když dojde k porušení cementobetonové vozovky jedná se o pozdější celkovou rekonstrukci vozovky a s tím spojené dlouhodobé ztráty v dopravě [22]

### Rekonstrukce tuhé vozovky

To jsou takové vozovky, které mají hlavní nosnou konstrukci cementobetonovou desku, která může být přímo pojížděna vozidly, nebo může být potažena asfaltem. Tyto vozovky velmi dobře odolávají tlaku a tahu za ohybu.

- rekonstrukce u tuhé vozovky ve většině případů vyžaduje odstranění vozovky, zatímco u rekonstrukce asfaltových konstrukcí lze použít obnovu krytu zesílením
- u silnic s menším provozem, a to mluvíme především o silnicích II. a III. třídy, dáváme z hlediska ekonomických a technických výhod přednost konstrukcím s asfaltovými směsí, tyto konstrukce jsou také výhodné, a to z důvodů snížení hlučnosti
- asfaltová směs je 100 % recyklovatelná a tyto vozovky se mohou stavět po etapách, udržovat po etapách a recyklovat po etapách. Tyto výhody nám pomůžou se vyrovnat s nejistotami budoucnosti
- zabudováním této směsi do konstrukce vozovky a její údržbu v průběhu životnosti vozovky, která je v nějakých případech i 40 let nám zajišťuje větší ekonomické hledisko [22]

### Maximální ovlivnění nákladů z pohledu technických podmínek:

- nedodržení konstrukčních a technologických požadavků (tloušťek vrstev, pracovních teplot, chybné umístění spár a pracovních spojů, vynecháním spojovacích postřiků, infiltračních postřiků apod)



- prováděním nedostatečné běžné údržbě (spár a trhlin, povrchových poruch, odvodnění, apod)
- užíváním s vyšší dopravním zatížením, na které tato vozovka nebyla navrhuta [22]

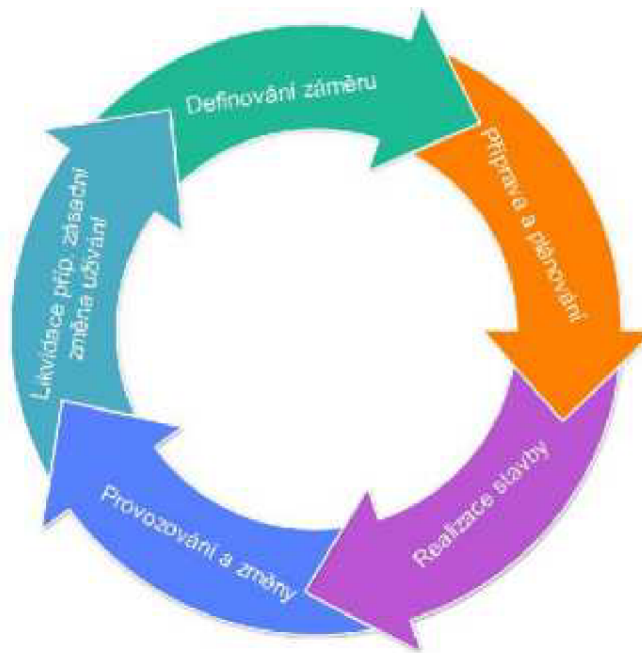
### 2.3 Analýza nákladů životního cyklu dopravních staveb

#### Formulace WLC (Whole life costing)

Jedná se o metodologii pro systematické ekonomické hodnocení **nákladů** a **výnosů** za celé posuzované období. V *whole life costing* je zahrnuta nejenom životnost, ale také *life cycle costing*. [23]

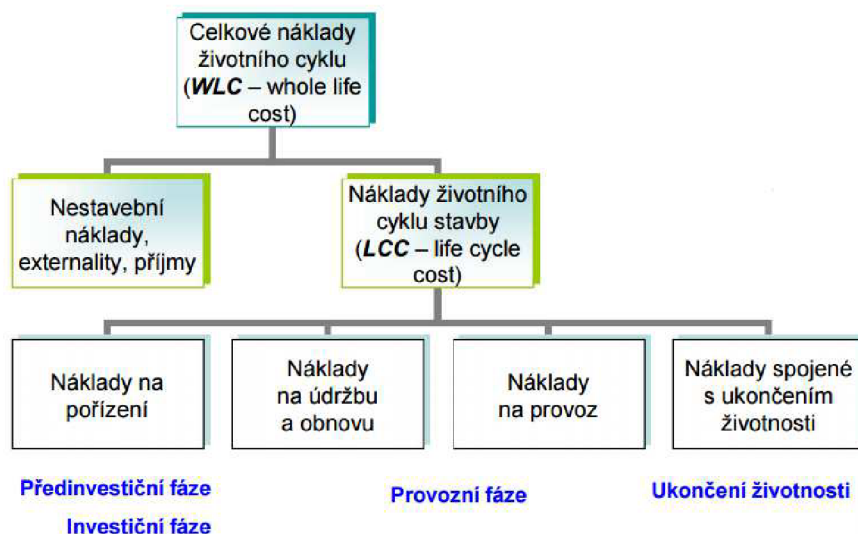
#### Formulace LCC (Life cycle costing)

Jde o techniku, která nám umožňuje vyčíslení srovnatelných nákladů ve vymezeném časovém období s tím, že přihlédneme ke všem relevantním ekonomickým faktorům jak z hlediska prvotních pořizovacích nákladů, tak z hlediska očekávaných provozních nákladů. [23]



Obr. 3 Definice kalkulace LCC [23]

Struktura nákladů životního cyklu odpovídá fázím životního cyklu stavby.



Obr 4. Struktura nákladů liniové stavby [23]

V dalším obrázku si ukážeme fáze projektové dokumentace stavby a na jakých úrovních zde provádíme analýzu LCC (life cycle costing).

DOKUMENTACE STAVBY POZEMNÍ KOMUNIKACE (Project Documents)							
DOKUMENTACE V OBDOBÍ PŘÍPRAVY STAVBY					DOKUMENTACE V OBDOBÍ ZHOTOVENÍ STAVBY		
Zákon č. 183/2006 Sb., vyhl. č. 499/2006 Sb., vyhl. č. 503/2006 Sb., vyhl. MĐ/2007 Sb. Směrnice pro dokumentaci staveb PK			Zákon č. 183 Sb., Zákon č. 137/2006 Sb., Vyhl. MĐ/2007		Zákon č. 183/2006 Sb. a jeho prováděcí vyhlášky Směrnice pro dokumentaci staveb PK		
STUDIE	DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ ÚZEMNÍHO ROZHODNUTÍ	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	DOKUMENTACE STAVBY		REALIZAČNÍ DOKUMENTACE STAVBY	DOKUMENTACE SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ STAVBY	
(Study)	(Preliminary Design)	(Final Design)			(Working Drawings and Documents)	(As built Drawings and attached Documents)	
SI	DUR	DSP	E STAVBY		RDS	DSPS	
	NEBO	NEBO	POZADAVKY A PODMÍNKY PRO ZPRACOVÁNÍ NABÍDKY A NABÍDKOVÉ CENY 1)	3)		SLUŽEB SVÝKAZEM VÝMĚR 5)	
	DOKUMENTACE K OZNAMENÍ O ZÁMĚRU V ÚZEMÍ	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO OHLAŠENÍ STAVBY	(Instructions to tenders)	(Conditions of Contract)	(Tender Drawings)	(Specifications)	(Bill of Quantities)
	DOZU	DOS	OP+ZOP	PDPS *)	TKP+ZTKP	SP	

Obr 5. Detailnost analýzy LCC v různých fázích projektové dokumentace [23]

Postup u analýzy LCC (life cycle costing) si shrneme v těchto bodech:

- cíl analýzy LCC
- rozsah analýzy LCC
- klíčové parametry
- varianty
- data k hodnoceným variantám
- ekonomické vyhodnocení
- závěrečná zpráva [23]

#### Klíčové parametry

Do klíčových parametrů můžeme zařadit náklady, čas, použitou metodu ekonomického hodnocení aj.

- náklady – objem nákladů zahrnovaných do kalkulace, jejich strukturování, způsob vyčíslení, indexování z hlediska časového období, lokality apod.
- čas – vymezení analyzovaného období (technická životnost stavby, ekonomická životnost stavby)
- užitá metoda ekonomického hodnocení – výpočet čisté současné hodnoty NPV, použitá diskontní sazba, určení parametrů pro analýzu citlivosti a metody analýzy rizika [23]

#### Data k hodnoceným variantám

- parametry variant
- projeková dokumentace, technická zpráva, specifikace, výkaz výměr, technická dokumentace dodavatelů, apod
- informace o intenzitě provozu
- požadavky na údržbu
- cykly údržby a oprav
- požadavky na standard funkcí stavby
- náklady spojené s ukončením životnosti
- životnost
- apod.. [23]

#### Ekonomické vyhodnocení variant

- čistá současná hodnota (NPV), roční ekvivalent nákladů (EAC), vnitřní míra výnosnosti (IRR), doba návratnosti apod.

#### Výstup:

- *LCC v Kč*
- *Roční ekvivalent LCC stavby nebo LCC klíčové konstrukce*
- *Náklady na funkční díl*
- *LCC jako Kč/m<sup>2</sup> komunikace*
- apod. [23]

### 2.3.1 Metoda kalkulace LCC : NPV

Čistá současná hodnota

$$NPV = -IN + \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Kde:

NPV ..... čistá současná hodnota peněžních toků

IN ..... náklady na pořízení

CF ..... peněžní toky (cash flow)

r ..... diskontní sazba

t ..... analyzované období

T ..... životní cyklus [23]

Čistá současná hodnota nákladů životního cyklu

$$NPV_{LCC} = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Kde:

NPV<sub>LCC</sub> ..... čistá současná hodnota životního cyklu (LCC)

C<sub>t</sub> .....součet všech relevantních nákladů po odpočtu výnosů vzniklých v období t. [23]

### 2.3.2 Deterministický přístup ke kalkulaci LCC

Vstupní hodnoty pro provedení této metody jsou hodnoty, které nejpravděpodobněji nastanou. Tato metoda je doplněna o citlivostní analýzu.

$$LCC = C_P + \sum_{t=0}^{LC} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Kde:

LCC ..... jsou celkové náklady životního cyklu v současné hodnotě

C<sub>P</sub> ..... náklady na pořízení

r .....diskontní sazba

C<sub>t</sub> ..... je součet všech relevantních provozních nákladů po dobu životnosti (LC) po odečtu pozitivních peněžních toků

LC ..... je délka životního cyklu stavby [23]

### 2.3.3 Stochastický přístup ke kalkulaci LCC

Vstupní hodnoty pro provedení této metody jsou náhodné proměnné s přiřazenými funkcemi hustoty pravděpodobnosti.

$$f(LCC) = f(C_p) + \sum_{t=0}^{LC} \frac{f(C_{ti})}{(1 + f(r))^t}$$

Kde:

$f(LCC)$  ..... je distribuční funkce pravděpodobnosti LCC v současné hodnotě

$f(C_p)$  ..... je distribuční funkce pravděpodobnosti nákladů na pořízení

$f(r)$  ..... je distribuční funkce pravděpodobnosti diskontní sazby

$f(C_{ti})$  ..... je distribuční funkce pravděpodobnosti každé z položek relevantních nákladů po dobu životnosti (LC) a odečtení pozitivních peněžních toků

LC ..... je délka životního cyklu stavby [23]

### 3. Teorie nákladů a cen

Jednou z nejpodstatnějších věcí u stavebního projektu jsou peníze, s kterými se setkáváme v celém životním cyklu stavby. V nejrůznějších podobách, které si uvedeme dále v textu.

#### 3.1 Teorie cen

Cena souvisí s ekonomickou stránkou každého z nás. Cenu můžeme najít v mnoha oborech, včetně stavebnictví. Ve stavebnictví má cena hodně podob a je jedním z nejdůležitějších faktorů při rozhodování. Obecně je cena definována jako hodnota zboží nebo služby vyjádřená penězi.

V průběhu hledání správné definice hodnoty vznikly dvě skupiny teorií. Podle subjektivních teorií je cena formována trhem, potom hovoříme o tzv. tržní hodnotě, která je z pohledu spotřebitele na užitečnosti zboží. Objektivní teorie hodnoty se zaměřili na hodnotu při výrobě zboží. Hodnota je formována tak, aby obsahovala náklady na získání zboží. [1]

##### 3.1.1 Typy cen

- smluvní cena - je cena, která vzniká jako výsledek dohody mezi kupujícím a prodávajícím (odběratelem a dodavatelem, objednavatelem a zhotovitelem,..) v konkrétních podmínkách vznikají různé typy smluvních cen.
- nabídková cena - je cena nabízená dodavatelem za provedení služby.
- poptávková cena - je cena, která vychází z předběžného propočtu investora, zpravidla se jedná o vnitřní informaci investor.
- smluvená cena - smluvenou cenou rozumíme konkrétní obnos nebo způsob určení finančního obnosu. Smluvená cena je uvedená ve slouvě o dílo a je její podstatnou součástí.
- tržní cena - cena, která vzniká na trhu.
- prodejní cena - je cena, za kterou je zboží prodáváno kupujícímu.
- cena pořízení - cena zboží bez nákladů na jeho pořízení (doprava, ..)
- pořizovací cena - je cena, za kterou kupující získá zboží včetně nákladů souvisejících s jeho pořízením
- reprodukční cena - cena, za kterou by byl majetek pořízen v době když se o něm účtuje.
- cena majetku - je cena, která vzniká dohodou, stanovuje se oceněním k určitému datu za splnění určitých podmínek a okolností. Je nutné znát informace z minulosti, které poskytuje účetnictví.
- vstupní ceny - jsou ceny potřeb, které vstupují do kalkulace nákladů.
- nákladová cena - je cena, kterou vytvoříme součtem plánovaných nákladů a zisku. [2]

V praxi se pojem cena používá běžně, proto bylo nutné jej definovat právními předpisy. Podle současné právní úpravy platí, že:

Tabulka č. 2 Cenový systém v České republice [1, str.151]

Ceny	sjednané=smluvní (zákon 526/1990 Sb., o cenách)	volné	---
		regulované	úředně stanovené
			časově regulované
			věcně regulované
	vytvořené=zjištěné (zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku)	majetku	movitého
			nemovitého
			finančního
	služeb	---	

### 3.1.2 Funkce cen

Cena je důležitým marketingovým nástrojem a nástrojem, který ovlivňuje postavení podniky na obchodním trhu. Ovlivňuje chování zákazníků z toho plyne, že ovlivňuje nabídku, poptávku po zboží/službě/výrobku. Dle výše ceny je hned známa kvalita výrobku, kterou může zákazník očekávat.

Dle funkce dělíme ceny na:

- regulační
- stimulační
- alokační
- racionalizační
- rozdělovací

#### Regulační

Cena pozitivně/negativně působí na chování zákazníka a ovlivňuje ho zda si výrobek/zboží zakoupí/nezakoupí. Jedná se o vztah mezi výrobou a spotřebou.

#### Stimulační

Motivace při zvyšování efektivity výroby/služby, vede ke snižování nákladů, zavádění nových technologií a technik, k inovacím a dokončování nejvíce žádoucího sortimentu.

#### Alokační

Cena vede k rozdělení materiálových a peněžních zdrojů jak ve výrobě tak službách.

#### Racionalizační

Pomáhá snižování nákladových složek.

### Rozdělovací

Základem je rozdělení na jednotlivé složky a následný hodnotový přesun např. zvýšením vstupních cen do výrobního procesu vede k následnému snížení zisku na konci procesu. [8]

#### **3.1.3 Druhy cen**

V praxi se můžeme setkat s mnoha typy cen ať už jde o jejich výši nebo o jejich označení.

Ceny dělíme na:

- cena pořizovací
- cena pořízení
- cena reprodukční

#### Cena pořizovací

Je cena pořízení s náklady na jejich pořízení, do kterých patří (skladování zboží, montáž, doprava, provize apod.).

#### Cena pořízení

Je cena skutečné hodnoty majetku.

#### Cena reprodukční

Cena odhadovaná znalcem. [8]

Cenu nám netvoří jen vztah mezi nabídkou a poptávkou, ale samozřejmě legislativní předpisy. Tvorba ceny má dva základní předpisy a to, určení ceny výrobku/zboží/služby a provádění cenových změn.

Cena je jedním z nejdůležitějších faktorů, která ovlivní zákazníka při koupi výrobku/zboží/služby. Z toho plyne, že čím vyšší budeme mít cenu tím bude menší pravděpodobnost, že zákazník si výrobek/zboží/službu zakoupí.

### **3.2 Teorie nákladů**

Náklady definujeme jako určitou spotřebu práce a materiálu, které se dají vyjádřit penězi. Vyjadřují vstupy do podniku, který tyto vstupy převede na výstupy v podobě zboží, prodané služby nebo výrobku.

Náklady jako ekonomická kategorie vznikají v souvislosti s realizací nějaké činnosti nebo výrobků vyvolané podnětem ze strany nabídky nebo poptávky. Celý proces realizace je směřován tak, aby přinesl maximální prospěch tzn. dosažení minimálních nákladů. [2]

#### **3.2.1 Členění nákladů**

Podnik si zajišťuje nejen výrobu jednotlivých výrobků, ale také k nim výrobu potřebného materiálu k uskutečnění jejich výroby. Tuto činnost provádí podnik opakovaně a z toho důvodu dochází ke vzniku nákladů v jednotlivých fázích, které se v podniku provádí.



Dle těchto fází dělíme náklady následovně:

- náklady na pořízení
- náklady na výrobu
- náklady na realizaci

#### Náklady na pořízení

Závisí na výši pořízení výrobních faktorů, jedná se o pořízení dlouhodobého a oběžného majetku. U oběžného majetku obvykle řešíme spotřebu materiálu, stanovení optimální výše dodávky a zásob materiálu. U dlouhodobého majetku řešíme dostatečné zajištění výrobní kapacity, obnovování opotřebovaného dlouhodobého majetku.

#### Náklady na výrobu

Náklady vznikají ve fázi výroby. Jedná se o náklady potřebné na výrobu výrobků do těchto nákladů, můžeme zařadit např: mzdu výrobních dělníků, spotřebu materiálu, spotřebu energie na danou výrobu.

#### Náklady na realizaci

Náklady vznikají ve fázi realizace, a to při prodeji hotových výrobků do těchto nákladů, můžeme zařadit mzdy pracovníků odbytu, náklady na obaly, skladovací náklady. [9]

Náklady jsou **ekonomickou veličinou**, a proto pro další poznání je vhodné je klasifikovat vymezením pojmů. Můžeme je třídit podle různých kritérií např. vyplívajících z potřeb plánování, evidence, řízení a kalkulací v produkčním procesu. [2]

#### Členění nákladů z ekonomického hlediska

Klasifikace nákladů z *ekonomického hlediska* lze charakterizovat náklady jako:

- *celkové* (total costs, TC), které představují veškeré náklady vynaložené na realizaci určitého objemu produkce. Vypovídají o celkové spotřebě a struktuře prostředků, které byly vynaloženy nebo je třeba je vynaložit, abychom dosáhli požadované produkce výrobků.
- *průměrné* (average costs, AC), které jsou vynaloženy na jednotku produkce. Jsou definované jako podíl celkových nákladů, který připadá na jednotku produkce:  
 $AC=TC/Q$ , kde Q je objem produkce.
- *mezní* (marginal costs, MC), které jsou potřebné na rozšíření objemu produkce o danou jednotku.  
 $MC=TC/Q$ , kde Q je změna objemu produkce. [2]

Pro potřeby řízení a tvorby hospodářského výsledku rozlišujeme náklady spojené s příslušnými výkony (např. přímý materiál, výrobní režie apod.) a náklady období, které lze přiřadit k určitému období (např. odbytová režie, správní režie) jsou odčerpány globálně za příslušné období. [2]

### **Druhové členění nákladů**

*Druhové členění nákladů* slouží pro sledování nákladů podniku zajišťující výrobu nebo služby. Umožňuje sledovat hospodářský výsledek výrobního útvaru jak pro potřeby interní, tak i pro potřeby externí. Také slouží pro porovnání nákladů jednotlivých podniků mezi sebou a mezi různými časovými obdobími. Používaná struktura druhového členění: [2]

- *materiálové náklady* zahrnují materiál spotřebovaný pro výrobu, pomocný materiál, spotřebu energie apod.
- *náklady na nakupované výrobky*, mezi ně patří např. opravy a údržba, služby nemateriální povahy
- *odpisy základních prostředků* (strojů, ..), předmětů postupné spotřeby
- *mzdové a ostatní náklady*, jsou náklady na vydané mzdy a náklady na odměny
- *finanční náklady*, kterými jsou placené úroky z úvěrů, poplatky státu, pojistné, pokuty apod. [2]

### **Kalkulační členění nákladů**

*Kalkulační třídění nákladů*, které umožňuje zajišťování nákladů na jednotlivé výkony (výrobek, druh práce apod.). Náklady můžeme dále dělit do dvou skupin:

- *přímé náklady*, které zahrnují veškeré náklady na danou produkci, které je možno zjistit přímo na jednici produkce. Touto jednicí rozumíme např. kus, m<sup>2</sup>. Přímé náklady jsou přímo závislé na objemu produkce.
- *nepřímé náklady* můžeme zjistit nepřímo pro danou produkci nebo práci pomocí rozvrhové základny. Převážně se jedná o náklady společné, hromadného charakteru, které jsou potřebné pro více druhů výrobků nebo služeb. Mezi nepřímé náklady můžeme zařadit např. náklady na reklamu, správní režie apod. [2]

S kalkulačním členěním souvisí i členění z hlediska podmínek hospodaření, které dělíme na jednicové a režijní

- *jednicové* je takové, které se současně mění se změnou množství jednic sledované produkce
- *režijní* je takové, které souvisí s určitým rozsahem produkce a v rámci tohoto rozsahu se nemění. Může vznikat již před zahájením vlastního výrobního procesu. [2]

### **Členění nákladů podle potřeby formulování a řízení výrobního procesu**

Náklady rozlišujeme na variabilní a fixní.

- *variabilní*, které se přímo úměrně mění s objemem výroby, tzn. se zvyšující výrobou dojde k zvýšení nákladů (vyšší spotřeba materiálu, energie, paliva, mzdy apod.)
- *fixní*, které se přímo nemění s objemem výroby. K jejich změně dochází skokem, např. vybudováním nových výrobních kapacit. Jsou to náklady, které musí existovat i při nulovém objemu výroby.

Typickým příkladem jsou např. mzdy technických pracovníků, tyto náklady vznikají před zahájením výroby. [2]

### **Členění nákladů podle účelu vynaložených nákladů**

Dělíme náklady na náklady technologické a náklady na řízení výroby.

- *technologické náklady* jsou náklady, které úzce souvisí s chápaným výrobním procesem (např. spotřeba základního a pomocného materiálu, opotřebení výrobních prostředků, mzdy apod.)
- *náklady na řízení dopravy* jsou náklady, které zajišťují výrobní proces (např. řízení a správa podniku, odbyt, sklad apod.) [2]

## 4. Rozpočet a kalkulace

### 4.1 Kalkulace

Je přehled jednotlivých složek nákladů a úhrn na kalkulační jednici.

Slouží k sledování pohybu nákladů dle druhů a výkonů, ke kterým se tyto náklady vážou. Jsou jedním z nástrojů pro rozhodování, podkladem pro oceňování a financování. [2]

#### **Kalkulaci nákladů můžeme popsat:**

- *absorpční* jsou takové náklady, ke kterým se připočítávají úplné náklady na kalkulační jednici. Z toho plyne, že v kalkulaci jsou absorbovány všechny náklady spojené s výrobou a odbytem výkonů, vymezené jako kalkulované náklady.
- *neúplné* jsou takové náklady, kde se k výkonům přiřazují jednotlivé složky nákladů přímo závislé na jejich změnách a náklady, které jsou přímo závislé na čase se přiřazují jako blok nákladů k celkové produkci. [2]

#### **Kalkulace z hlediska časové závislosti**

Se sestavují předběžné a výsledné kalkulace.

- *předběžné kalkulace* jsou takové kalkulace, které se sestavují před zahájením výrobního procesu. Podle kvality a úrovně vstupních údajů rozlišujeme *propočtové kalkulace*, které se uplatňují např. při zavádění nových technologií, při změnách výrobních podmínek apod. a *rozpočtové kalkulace*, které určují náklady v závislosti na objemu produkce za dané období. Jsou podrobnější než propočtové náklady a zahrnují organizační hledisko.
- *výsledné kalkulace* slouží k opatření skutečných nákladů realizované produkce a slouží jako informace pro provádění kontroly a řízení množství a struktury nákladů. [2]

#### **Kalkulační technika**

Je postup propočtu nákladů na jednotlivé druhy produkce. V současné době se používají následující postupy: [2]

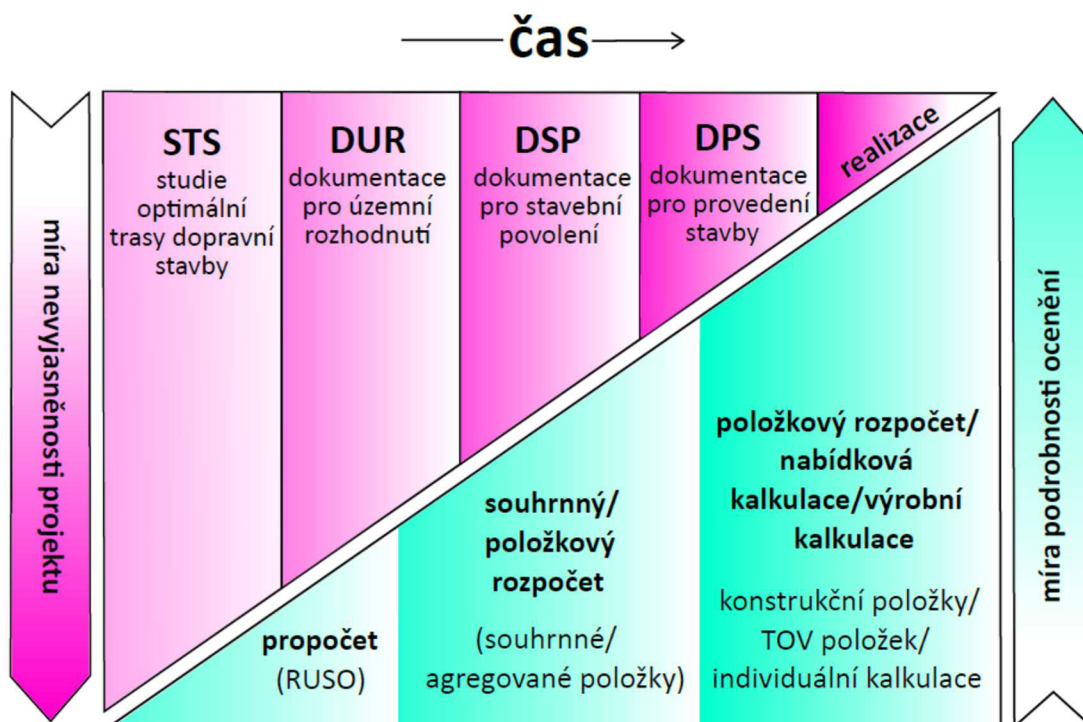
- *kalkulace dělením prostá* je metoda přesná, ale v dnešní době nejméně používaná. Používá se vždy pro jeden výrobek, jednu technologii a výrobu beze změny stavu nedokončené výroby.
- *kalkulace s poměrovými čísly (dělením s ekvivalentními čísly)* tato metoda bývá používána u produkce řady výrobků nebo prací, které se liší v jednotlivých ukazatelích (např. velikost, hmotnost, pracnost apod.). Výpočet se provede pomocí kalkulační jednice takovým způsobem, že stanovíme poměrová čísla podle poměru vytypovaných ukazatelů, pomocí těchto čísel se rozdělí náklady na jednotlivé výrobky nebo poskytnuté práce.
- *Kalkulace přirážková* tuto kalkulaci lze použít tam, kde můžeme náklady rozdělit na přímé a nepřímé. Použití u nehomogenní

produkce s jednotlivými segmenty, které mají určité množství společných nákladů (např. režie apod.). Jsou to náklady, které nemůžeme rozvrhnout přímo na jednici (např. mzdové náklady administrativních pracovníků apod.) a z tohoto důvodu se používá rozvrhová základna, která nám umožní stanovení množství nákladových položek. [2]

## 4.2 Rozpočet

Pomocí rozpočtu nejčastěji zjišťujeme cenu stavebního díla. K zjištění ceny stavebního díla nám slouží projektová dokumentace, která nám slouží k sestavení výkazu výměr stavebního díla. Můžeme se setkat s více typy rozpočtů a to např. s položkovým rozpočtem, to je takový rozpočet, kde jsou oceněny jednotlivé položky stavebních, montážních a řemeslných prací, které jsou oceněny jednotkovými cenami na měrnou jednotku těchto prací. Jako další typ může být slepý rozpočet, ve kterém se neuvádí jednotkové ceny, a to z důvodů, že tento rozpočet používáme pro výběrová řízení. Také se můžeme setkat s kontrolním rozpočtem, který se provádí podle skutečného provedení stavby.

Typy rozpočtu se mění v průběhu dle projektové dokumentace viz. obrázek.



Obr. 6 Druhy rozpočtů v závislosti na projektové dokumentaci [36]

Rozpočet stavebního díla představuje ocenění konstrukčních prvků dle jeho skladby. Hlavní částí rozpočtu jsou základní a vedlejší rozpočtové náklady. Rozpočet může být proveden v různých mírách podrobnosti ocenění záleží na podrobnosti dostupné

projektové dokumentaci, použitých oceňovacích podkladech a na účelu použití rozpočtu.

Rozpočet bývá zpracován pro:

- pro dodavatele - ve fázi nabídkové ceny stavebního objektu, ve které jsou zahrnuty veškeré vedlejší náklady
- pro investora – ve fázi předběžné ceny stavebního objektu, ve které jsou zahrnuty veškeré vedlejší náklady
- pro smluvní jednání

K sestavení rozpočtu používáme různé vlastní a převzaté oceňovací podklady a pomůcky rozpočtových ukazatelů (RU), katalogy popisů a směrných cen, sazebník orientačních sazeb přímých nákladů, agregované položky apod. První odhad nákladů se provádí pomocí **rozpočtových ukazatelů** a k podrobnějšímu stanovení ceny použijeme nejruznější **ceníky a sazebníky stavebních prací**.

Rozpočtové ukazatele:

Rozpočtové ukazatele slouží ke zjednodušení tvorby rozpočtů. Tyto rozpočty tvoříme v předprojektové fázi. Také slouží k tvorbě cenové nabídky, zjednodušení přípravy staveb, jejich realizací, tvorbě síťového grafu apod. Rozpočtový ukazatel můžeme najít v technicko-hospodářských ukazatelích (THU). Technicko-hospodářské ukazatele jsou zpracovávány ústavem pro racionalizaci ve stavebnictví (URS) a to na základě již postavených staveb. Výpočet nákladů stanovíme pomocí objemových ukazatelů stavby (obestavěný prostor, zastavěný prostor v m<sup>2</sup>, zastavěná plocha apod.) a použitím technicko-hospodářských ukazatelů.

## **822 Komunikace pozemní a letiště**

Konstrukčně materiálová charakteristika:

- 1 | kryt vegetační
- 2 | kryt z kameniva
- 3 | kryt dlážděnný
- 4 | kryt monolitický betonový
- 5 | kryt montovaný betonový
- 6 | kryt z kameniva prolévaného živicí
- 7 | kryt z kameniva obalovaného živicí
- 8 | bez krytu
- 9 | kryt z jiných materiálů

V Tab č. 3 jsou uvedeny orientační ceny za 1 m<sup>2</sup> plochy komunikace v Kč, bez DPH.

Tabulka č. 3 Rozpočtové ukazatele stavby [12]

Třídník dle JKSO		Cena	Konstrukčně materiálová charakteristika								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
822..	Komunikace a pozemní letiště	2496			1503	1965	3138	3312	2967	246	
2	Komunikace pozemní	2594			826	1682	3206	3312	3204	246	
5	Plochy charakteru poz. Komunikací	2141			1608	2515	3178		1594		

#### 4.2.1 Rozdělení rozpočtu stavebního objektu

Rozpočet stavebního objektu obsahuje:

- základní rozpočtové náklady (ZRN)
- vedlejší rozpočtové náklady (VRN)

Hlavním rozdílem mezi základními a vedlejšími rozpočtovými náklady je to kdy tyto náklady vznikají. Základní rozpočtové náklady jsou přímou součástí stavby na rozdíl od vedlejších rozpočtových nákladů, které souvísí s prováděním stavebního objektu, ale nejsou jeho součástí.

##### Základní rozpočtové náklady:

Základní rozpočtové náklady tvoří nosnou část celého rozpočtu. V těchto nákladech najdeme veškerý přímý materiál a práce. Tyto náklady se vztahují na veškeré konstrukce a práce prováděné na daném stavebním objektu. Veškeré práce jsou vyčísleny v měrných jednotkách a oceněny jednotkovými cenami.

Základní rozpočtové náklady jsou tvořeny čtyřmi základními složkami:

- hlavní stavební výroba (HSV)
- přidružená stavební výroba (PSV)
- montáže technologických zařízení (M)
- hodinová zúčtovací sazba (HZZ)

## Práce HSV

0	Všeobecné podmínky	2	Základy	4	Vodorovné konstrukce
01	Smluvní požadavky	21	Úprava podloží	41	Stropní konstrukce
02	Požadavky objednatele	22	Piloty	42	Vodorovné konstrukce
03	Staveništní náklady zhotovitele	23	Štětové, tabulové a podzemní stěny	43	Schodišťové konstrukce
		24	Studny	44	Střešní konstrukce
1	Zemní práce	26	Vrty a rýhy pro podzemní stěny	45	Podkladní a vedlejší konstrukce
11	Přípravné práce (a přidružené)	27	Základy	46	Zpevněné plochy (kromě vozovek)
12	Odkopávky a prokopávky	28	Zpevňování hornin a konstrukcí		
13	Hloubené vykopávky			5	Komunikace
14	Ražení a protlačování	3	Svislé konstrukce (a kompletní)	50	Pražcové podloží
15	Zajištění výrubu v podzemí			51	Kolejové lože
16	Přemístění z výrubu v podzemí	31	Zdi podpěrné a volné	52	Kolej
17	Konstrukce ze zemin	32	Zdi opěrné, zárubní, přehradní	53	Kolejové rozvětvení
18	Povrchové úpravy terénu (i vegetační)	33	Sloupky, pilíře, opěry, sloupky	54	Úprava drážního svršku
		34	Stěny a příčky	56	Vozovkové vrstvy
		35	Stoky	57	Vozovkové vrstvy
		36	Štoly a tunely	58	Vozovkové vrstvy
		37	Šachty podzemní		
		38	Kompletní konstrukce	6	Úprava povrchů, podlahy, výplně otvorů
				61	Úprava povrchů vnitřní
				62	Úprava povrchů vnější
				63	Podlahové konstrukce
				64	Výplně otvorů

Obr.7 Seznam hlavní stavební výroby [4, str. 16]



## Práce PSV

7	Přidružená stavební výroba	8	Potrubí
70	Všeobecné práce pro silnoproud a slaboproud	81	Potrubí z trub betonových
711	Izolace proti vodě a vlhkosti	82	Potrubí z trub železobetonových
712	Povlakové krytiny	83	Potrubí z trub kameninových
713	Izolace tepelné	84	Potrubí z trub sklolaminátových
714	Izolace akustické	85	Potrubí z trub litinových
715	Izolace proti chemickým vlivům	86	Potrubí z trub ocelových
721	Vnitřní kanalizace	87	Potrubí z trub z plastických hmot
722	Vnitřní vodovod	88	Potrubí z trub pálených
723	Vnitřní plynovod	89	Konstrukce na trubním vedení
724	Zařízení zdravotně technické instalace		
731	Ústřední vytápění	9	Ostatní práce
74	Silnoproud	91	Doplň. konstrukce a práce na PK a mostech
75	Slaboproud	92	Doplň. konstr. a práce na drahách železnič., tramvaj., trolejbus. a lanových
761	Konstrukce sklobetonové	93	Dokončovací konstrukce a práce
762	Konstrukce tesařské	94	Lešení
764	Konstrukce klempířské	95	Další doplň. konstr. a práce na PK a mostech
765	Krytiny tvrdé	96	Bourání, demontáže, odstranění
766	Konstrukce truhlářské	97	Drobné bourací práce
767	Doplňkové kovové stavební konstrukce	98	Demolic
77	Podlahy		
781	Obklady		
783	Nátěry		
784	Malby		
787	Zasklívání		
79	Provozní soubory		

Obr. 8 Seznam přidružené stavební výroby [4, str. 16]

### Vedlejší rozpočtové náklady:

Vedlejší rozpočtové náklady jsou takové, které nemůžeme stáhnout na jednotlivé konstrukce a práce stavebního objektu, ale souvisí s jeho výstavbou. Souvisí s realizací, umístěním stavby a vlivem okolí. Vedlejší rozpočtové náklady vznikají před započítáním stavby a trvají po celou dobu její stavby. Vedlejší rozpočtové náklady stanovujeme na každou zakázku individuálně nebo jako přírážku k položkovému rozpočtu. Když si zvolíme méně, přesnější metodu, a to přírážku k položkovému rozpočtu musíme si zvolit základnu, z které budeme vedlejší rozpočtové náklady počítat. V tomto případě nejčastěji volíme jako základnu základní rozpočtové náklady. Výše procentní sazby záleží na složitosti stavby a volí se na základě zkušeností v rozmezí 1 – 15%



Obr.9 Tvorba ceny stavebního objektu [3, str. 60]

## 5. Building Information Model (BIM)

V současné době můžeme říct, že se BIM stal světovým trendem stavebnictví, jehož budoucnost je s ním neodmyslitelně spjatá. Building Information Model neboli BIM je nová forma 3D modelování. Avšak když si představíme 3D modelování tak tato forma 3D modelování se liší a to v tom, že jsou zveřejněny informace o stavbě. Tyto informace jsou součástí modelu od jeho prvopočátku. Najdeme tam celý životní cyklus stavby. Tyto informace jsou zpřístupněny všem účastníkům procesu – investorovi, statikovi, projektantovi, architektovi, rozpočtáři, facility manager, správci stavby apod.

Forma 3D modelování pomocí BIM je mnohem rychlejší a také méně nákladná. Když vezme v úvahu, že investor chce postavit stavbu, kterou nejdříve musí projektant vyprojektovat dalším krokem se to vrátí k investorovi na schválení potom si to vezme rozpočtář, který celou stavbu ocení. Když je celková cena stavby moc vysoká dostane to zpět projektant, který navrhne jinou alternativu ložných vrstev, podloží apod, které by mohly vést k snížení ceny a pak celý projekt jde zpět k rozpočtáři ten zapracuje provedené změny a investor, popřípadě odsouhlasí. Než celá stavba projde těmito změnami velice se nám daná stavba prodraží a časově prodlouží. A dále může dojít k dalším změnám. Další důležitou výhodou je to, že model nám dále sleduje provoz. Například kdy je naplánovaná údržba vozovky a v dalším bodě, že za dalších 20 let dojde k úplné rekonstrukci vozovky. V obrázku si ukážeme, jak je chaotická komunikace v klasickém způsobu projektování.



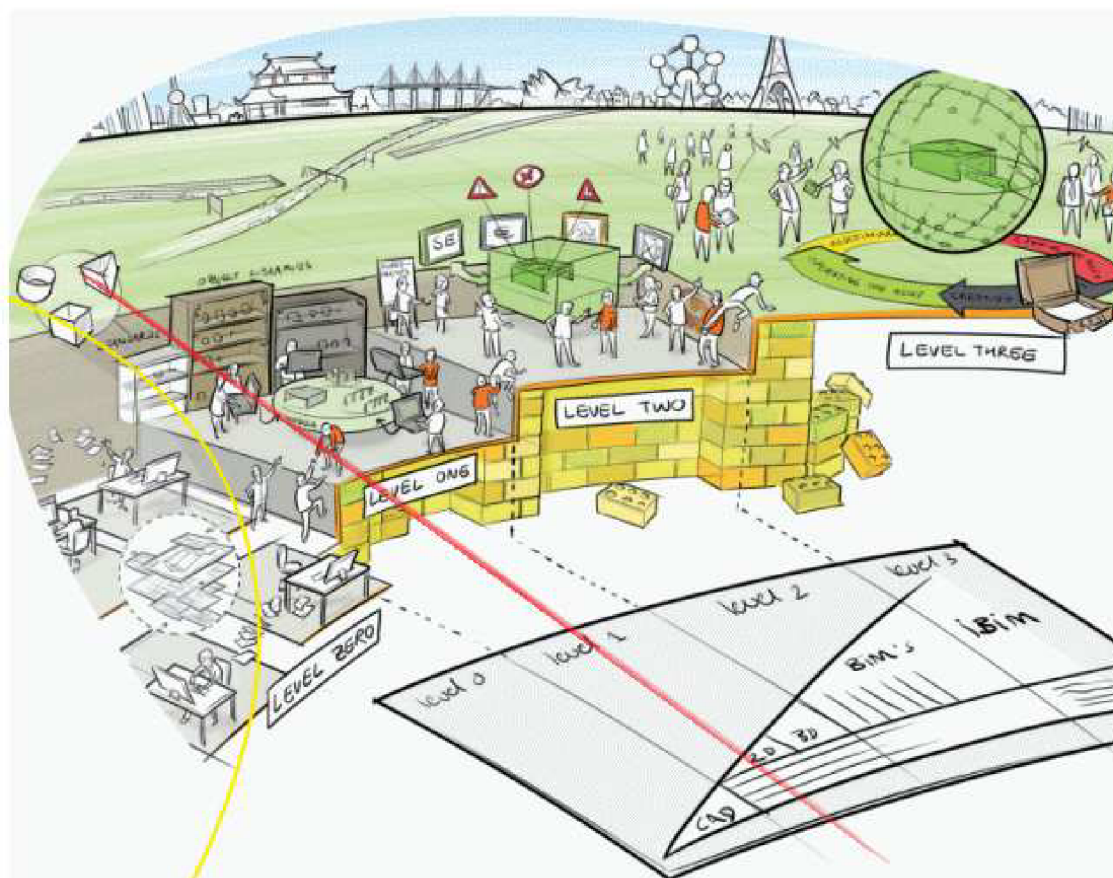
Obr. 10 Schéma komunikace při klasickém projektování [14]

## 5.1 Rozdíly mezi BIM model a klasickým projektováním

Jak jsme si již výše uvedli hlavním rozdílem od klasického projektování je posun k 3D modelování a cílené na práci s informacemi (daty). To vede ke změně myšlení, která je vyvolána modelováním ve 3D a s tím související s představivostí. Na druhou stranu je tento přístup bližší našemu přirozenému vnímání světa.

Když chceme dosáhnout vyšší efektivity je nutná užší spolupráce mezi všemi zapojenými skupinami, zejména mezi jednotlivými profesemi, zástupci investora, zástupci zhotovitele a budoucího uživatele či správce. Právě detekce kolizí, výměna dat, úprava modelů a parametrů aj. jsou podstatné pro správné fungování BIM a maximální jeho využití. Při klasickém průběhu návrhu stavby je samozřejmě koordinace také nutná, ale BIM umožňuje dosáhnout koordinace na mnohem vyšší úrovni.

Na obrázku si ukážeme přibližnou pozici ČR na obrázku vývoje BIM, kdy jednotlivé úrovně se vyvíjí od navrhování s využitím CAD, přes fázi definování standardů a přechod k plnému 3D projektování až po integrované informační modelování, které předpokládá integrovaná a interoperabilní data. [15]



Obr. 11 Přibližná pozice ČR na obrázku vývoje BIM [16]

Podle tohoto rozdělení předpokládáme, že ČR je nyní přibližně v první úrovni. Architekti sice již používají 3D modely pro vizualizaci svých konceptů, ale na více místech ve stavebnictví jsou používány pouze 2D výkresy a nestrukturované informace v nejrůznější formě. Hlavním důvodem pro umístění ČR v této fázi je, že nemáme standardy pro BIM na žádné úrovni. To je hlavním důvodem proč BIM není používán ve větším měřítku. [15]

## 5.2 Přechod na BIM a účastníci procesu

### 5.2.1 Přechod na BIM

Přechod je doprovázen částečnou změnou stávajících procesů hlavně po stránce předávání a sdílení dat (informací), ale také s uvedením nových technologií, které umožní BIM modely vytvářet a využívat.

Musíme si uvědomit, že kolikrát požadavky a představy investora jsou v rozporu s požadavky a představami zhotovitele BIM modelu, můžeme výhody pro jednu ze stran vnímat i jako nevýhody strany druhé. Z tohoto důvodu si v následujících podkapitolách ke každé výrazné „vlastnosti“ projektování s využitím BIM uvedeno v čem spočívá přínos a úskalí pro jednotlivé účastníky stavebního procesu. Dál si uvedeme nejdříve jednoduchý souhrn obecných přínosů a možných překážek, později budou podrobněji rozebrány jednotlivé profese a zainteresované strany ve stavebním procesu. V následném souhrnu jsou shrnuty nejdůležitější přínosy informačního modelování: [15]

- úspora nákladů a času počítaná za celý životní cyklus liniové stavby
- zlepšení komunikace mezi účastníky stavebního procesu
- zlepšení kontroly stavebního procesu
- zlepšení kvality výsledného díla
- zvýšení transparentnosti a lepší přístup k informacím při rozhodování v různých etapách životního cyklu stavby
- ochrana životního prostředí díky možnostem simulací v etapě přípravy projektu
- snadnější možnost zpracování variant [15]

Při pokusu o použití BIM na návrh liniové stavby se samozřejmě můžeme setkat také s překážkami. Které si uvedeme v následujícím výčtu:

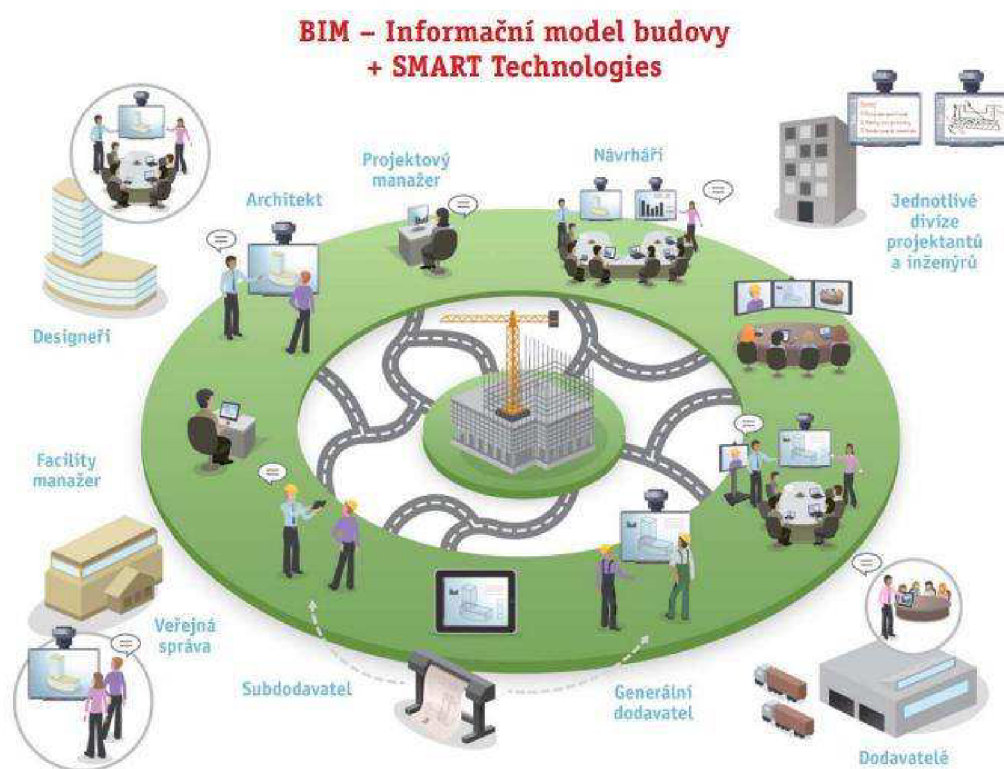
- nedostatek příležitostí pro implementaci BIM – chybějící požadavky ze stran investorů, uživatelů, správců
- zpracování jednotlivých stupňů dokumentace různými autory (zpracovateli)
- rozdělení financí mezi etapy stavebního procesu
- fragmentace stavebního průmyslu – oddělení konečného uživatele, investora, stavební firmy, členů projektového týmu a způsob jejich komunikace pomocí 2D dokumentu, tabulek, textů
- skutečná cena projektových prací a v některých případech přílišný tlak na cenu, který se projevuje v nižší kvalitě návrhu a nemožnosti nalezení optimální varianty
- chybějící odborníci pro koordinaci projektu metodikou BIM
- nedostatečné vzdělávání účastníků stavebního procesu
- nezájem k aplikaci nových přístupů v praxi
- apod. [15]

Větší část z těchto uvedených překážek je způsobena především neznalostí a nedostatečným vzděláváním v oblasti informačního modelování budov v současné době. Přesto již v současné době roste i u nás počet profesionálů z oblasti stavebnictví,

kteří BIM pro navrhování staveb využívají a zabývají se širším využitím BIM jako metodiky i BIM modelů pro zlepšení spolupráce, analýzy a simulace. [15]

### 5.2.2 Účastníci BIM na procesu výstavby liniové stavby

Komunikace a přenosy dat mezi jednotlivými účastníky na BIM modelu stavby si ukážeme na následujícím obrázku. Tato komunikace je mnohem efektivnější, než když je stavba navrhována klasickým projektováním, jak jsme si již výš uvedli.



Obr. 12 Schéma komunikace při BIM projektování [17]

Pro přehlednost si hlavní přínosy a komplikace mezi účastníky uvedeme v následující tabulce:

Tabulka č. 4 Účastníky procesu v BIM modelu [15, str. 41 - 43]

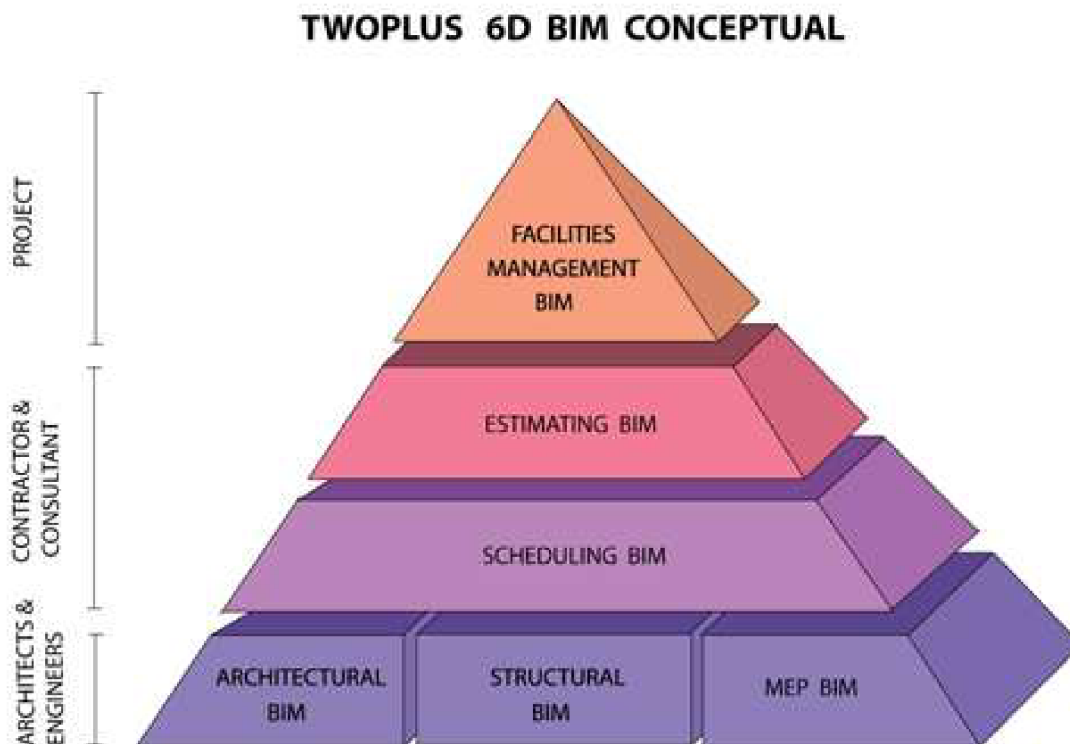
Přínos	Možné komplikace
<b>Investor</b>	
- možnost kontroly projektu ve všech jeho fázích	- nutná technická znalost problematiky
- rychlejší zpracování požadavků a změn	- nutné technické specifikace (například typu COBie)
- informace zásadní pro rozhodování jsou k dispozici v dřívějších fázích	- neochota vyhodnotit přínosy využití BIM (cena projektu vs. úspory ostatních etap)
- snížení rizika špatného přenosu informací a tím jak ušetření čas, tak nákladů	
<b>Architekt</b>	
- pohodlnější nástroje pro práci	- nutnost zajištění kompatibilní komunikace s ostatními účastníky
- snadnější modifikace návrhu na základě požadavků klienta, statika atd.	- neochota přizpůsobit tvorbu modelu domluveným pravidlům
- snadné vytváření variant	- řešení možných omezení softwarových nástrojů při navrhování
- rychlé vizualizace (není třeba znovu vytvářet 3D model)	- řešení technicky složitých míst v raných fázích návrhu
- rychlá odezva od statika ohledně možností konstrukce	
- rychlé energetické analýzy	
- plynulý přechod od koncepčního modelu ke specifickému	
<b>Projektant stavební části</b>	
- snadnější komunikace s architektem nad jedním modelem	- nutnost zajištění kompatibilní komunikace s ostatními účastníky
- snadnější zpracování změn	- neochota přizpůsobit tvorbu modelu domluveným pravidlům
- snadnější komunikace s klientem	
<b>Projektant TZB</b>	
- snadnější komunikace s architektem a statikem nad jedním modelem	- nutnost zajištění kompatibilní komunikace s ostatními účastníky
- snadnější zpracování změn	- zatím nedostupné knihovny produktů od výrobce – nutnost tvorby vlastních databází výrobků
- snadnější komunikace s klientem	
- úspora při vytváření analytického modelu	
- možnost variantního řešení	
- možnost energetických simulací	
<b>Statik</b>	
- snadnější komunikace s architektem a projektantem stavební části nad jedním modelem	- nutnost zajištění kompatibilní komunikace s ostatními účastníky
- snadnější zpracování změn	- chybějící specifikace požadavků na stavební model a zpětného předání změn konstrukcí
- snadnější komunikace s klientem	
- úspora při vytváření analytického modelu	

<b>Facility manager</b>	
- aktuální model budovy naplněný informacemi o jednotlivých stavebních elementech včetně dodavatele a informací o jejich údržbě	- nutná technická znalost problematiky
- jednoduché vykazování stavebních elementů, ploch apod.	- potřeba nástroje (software) pracujícího s modelem BIM
<b>Rozpočtář</b>	
- rychlá klasifikace jednotlivých stavebních prvků díky jejich snazší vizualizaci v modelu	- nutnost propojení modelu s cenovou databází
- úspora času díky automaticky generovaným výkazům výměr	
- neustálý přístup k aktuálním informacím – přesnější ocenění	
- možnost rychlé tvorby nákladových variant	
- přehlednější evidence dat pro controlling (plán vs. skutečnost)	
<b>Zhotovitel</b>	
- přístup k vždy aktuální dokumentaci	- nutná technická znalost problematiky
- snadnější komunikace s projektanty jednotlivých odborností nad jedním modelem	
- kontrola dodržování časového a finančního plánu	
- zmenšení počtu řešení kolizí zjištěných až při provádění stavby	
- možnost přípravy prefabrikace	
<b>Státní správa</b>	
- vše co platí pro investora	- nutná technická znalost problematiky
- možnost automatické kontroly návrhu proti dané specifikaci (včetně automatické kontroly pro udělení stavebního povolení)	
<b>Certifikace budovy</b>	
- úspora při vytváření analytického modelu	- nutná technická znalost problematiky
- možnost automatické tvorby některých aspektů modelu	



### 5.3 Informace

Velmi důležitou částí BIM modelování je získávání a ukládání informací do modelu. Tyto informace dají našemu modelu různé dimenze. Viz obrázek:



Obr. 13 Dimenze BIM modelování [18]

Obrázek je dělen do čtyř částí první modrá část jsou dimenze 3D (projektování), fialová část nám znázorňuje dimenzi 4D (časové informace), růžová část je dimenzí 5D (cenové informace) a poslední oranžová část nám znázorňuje 6D (provoz).

#### 5.3.1 Informace 2D a 3D model

Model liniové stavby je pro nás užitečnější než běžné projektování 2D a to z důvodu, že 3D model nám poslouží pro snazší představivost jak daná stavba bude vypadat. Tato představivost je velmi důležitá pro další případnou komunikaci s účastníky procesu 3D model je poskládán z jednotlivých prvků, které v BIM projektování nazýváme rodiny. Rodina je skupina prvků se společnou sadou vlastností, které nazýváme parametry a s příbuznou grafickou reprezentací. Pro snazší představivost u liniové stavby můžeme uvést jako rodinu např: asfaltový beton ACO 11+ modifikovaný, spojovací postřík z kationaktivní emulze, asfaltový beton ACL 16+ modifikovaný, spojovací postřík z kationaktivní emulze, infiltrační postřík z emulze, vozovkové vrstvy ze štěrkodrti apod.

Tabulka č. 5 Příklad informací BIM rovin [vlastní tvorba]

Vozovkové vrstvy ze štěrkodrti	Infiltrační postřik z emulze	Asfaltový beton ACL 16+
- tloušťka do 50 mm	- do 0,5 kg/m <sup>2</sup>	- tloušťka 50 mm
- tloušťka do 100 mm	- do 1,0 kg/m <sup>2</sup>	- tloušťka 60 mm
- tloušťka do 150 mm	- do 1,5 kg/m <sup>2</sup>	- tloušťka 70 mm
- tloušťka do 200 mm	- do 2,0 kg/m <sup>2</sup>	
- tloušťka do 250 mm	- do 2,5 kg/m <sup>2</sup>	

### 5.3.2 4D – časové informace

V plánování ve stavebnictví představuje rozvržení projektu v čase a prostoru. V BIM modelu bývá ve většině případů virtuální plánování snazší, a to z toho důvodu, že si lze jednotlivé objekty snáz vizuálně představit a snáz je tak rozčlenit. Plánování pomocí BIM modelu nám usnadňuje prostorovou koordinaci, rozvržení staveniště, evidenci potřebných materiálů, směsí apod. 4D rozměr v sobě také může zahrnovat plán logistiky na staveništi a vede k snazšímu vedení stavebního deníku (efektivita a přesnost). Plánování hraje ve stavebnictví velmi důležitou roli stejně tak jako kontrola kvality provedené práce a toto je snazší díky BIM modelu. Mezi významné přínosy patří: [15]

- možnost sledování stavu objednávek materiálu
- snížení možných problémů, které mohou vznikat nejen z pohledu prostoru, ale také času a pořadí
- snazší komunikace mezi projektanty, zhotoviteli stavby atd.
- usnadnění tvorby rozpočtu
- časová milníky, rezervy, kritická místa jsou lépe viditelná, a to z důvodů dobře provedeného 3D modelu
- 3D model projektového plánu v čase a prostoru
- snazší hospodaření s kritickými zdroji, kterými máme namysli práce, materiály, čas, apod.
- apod

Čtvrtý rozměr BIM nám poskytuje informace, které by za běžných okolností v brzkých fázích projektu ještě nebyli pro nás k dispozici. Z toho důvodu můžeme provádět přesnější odhady (plány), které od počátku sledují cíl projektu a zlepšují spolehlivost cenových odhadů. [15]

### 5.3.3 5D – cenové informace

Rozpočtování je dalším důležitým oborem, který může těžit z výhod návrhu stavby, který je zpracován jako BIM model. Projektování je úkolem projektantů, za to rozpočet je doménou pro rozpočtáře. Projektanti se ve většině případů nezabývají výkazy výměr a cenami tento úkol spadá na rozpočtáře. V současné praxi obdrží rozpočtář projekt v papírové podobě jen v málo případech je ochoten projektant dát rozpočtáři otevřený formát projektové dokumentace. A rozpočtář musí manuálně provést výpočet výkazu výměr, co s sebou nese riziko lidských chyb. Tyto chyby mohou plynout jak s nepřesností projektu, tak z výpočtu výměr. Avšak když použijeme BIM model namísto klasického 2D projektování budou výkazy výměr, výpočty a měření generovány automaticky. Tímto je zaručena neustálá konzistentnost informací s návrhem. Při provedení jakékoliv změny je model a související data průběžně aktualizován. Díky 3D modelu lze lépe porozumět detailům a technologiím a odpadá nutnost domněnek a odhadů o tom jaký byl záměr projektanta. Díky tomu se sníží riziko budoucích rozpočtových změn. [15]

Při realizaci líniové stavby dochází k řadě procesů, činností a prací, které nelze graficky znázornit. V tu chvíli je významná role rozpočtáře, který musí do kvalitního ocenění, který musí do ocenění vnést svoje vědomosti o technologiích, které jsou prováděny na stavbě a které nelzou graficky znázornit.

Klasifikace pro oceněvání je založena na jiných principech než práce projektanta. K sladění těchto přístupů je potřeba kompromisů z obou stran. Pro řešení se jeví vytvoření objektové knihovny, kde by cena byla uvedena jako jedním z parametrů stavby. Toto však můžeme aplikovat na omezené množství staveb, ne pro podrobné položkové rozpočty. Jedné vrstvě u líniové stavby může odpovídat více položek, které nám vyplývají z technologie provádění. Při tvorbě objektové knihovny musíme zohlednit požadovanou podrobnost ocenění a efektivitu celého projekčního a oceňovacího procesu. Propojením BIM modelu a oceňovací databázi vzniká 5 rozměr. [15]

### 5.3.4 6D – facility management

Model 6D se obvykle dodává investorovi, je-li stavební projekt dokončen. 6D model BIM je doplněn příslušnými informacemi o jednotlivých částech stavby, jako jsou údaje a detaily o materiálech, potřebná údržba, návody k obsluze, specifikace využitých konkrétních produktů, fotografie, záruční údaje, webové odkazy na produkty, informace o výrobcích a příslušné kontakty atd. Tato databáze je zpřístupněna uživatelům, respektive majitelům, přes přizpůsobené webové prostředí. Nejčastěji tyto informace využívá facility manager a jsou nápomocny při provozu a údržbě zařízení. [24]

### 5.3.5 nD

BIM model může obsahovat ještě mnoho dalších rozměrů, které jsou důležité pro modelování nejrůznějších situací, které mohou nastat v průběhu životního cyklu líniové stavby nebo informací potřebných pro splnění podmínek daných zákonem. Pro příklad si můžeme uvést energetickou náročnost (energetické analýzy), řízení životního cyklu (Investor/Facility management), apod. Tyto dimenze se označují dalšími D a občas se o

nich obecně mluví jako o nD modelování. Označení těchto dalších rozměrů však není v současné době ustálené. [15]

## 5.4 Industrial Foundation Classes – datový model

Tento model slouží pro výše uvedené dimenze BIM modelování. Každý model, který vytvoříme dle zásad BIM projektování, je ve formátu IFC (Industrial Foundation Classes). Tento model bývá uložen ve formátu textu, což pro nás je nejjednodušší podoba takového formátu. Jde o standard veřejně dostupný, z tohoto důvodu můžeme vytvářet aplikaci pro práci s BIM modelem ve formátu IFC. [19]

Tabulka č. 6 IFC – Údaje pro svodidlo [vlastní tvorba]

Name	Popis
<b>Obecný zhodnocení výrobku</b>	
AssessmentDate	Datum posouzení
AssessmentCondition	Zhodnocení stavu produktu/výrobku podle námi zvolených stupňů hodnocení
AssessmentDescription	Ohodnocení stavu produktu/výrobku
<b>Údaje o výrobě</b>	
AcquisitionDate	Výrobní datum
SerialNumber	Sériové číslo výrobku
BatchReference	Typ výrobní šarže
AssemblyPlace	Informace o místě kde je produkt/výrobek vyroben
<b>Údaje o výrobci</b>	
GlobalTradeItemNumber	Mezinárodní označení pro obchodování s produkty/výrobky
ArticleNumber	Mezinárodní číselná identifikace produktů/výrobků
ModelReference	Číselné označení produktového modelu, který slouží pro výrobu produktu
ModelLabel	Název produktového modelu
Manufacturer	Výrobce daného produktu
ProductionDate	Datum výroby
AssemblyPlace	Informace o místě kde je produkt/výrobek vyroben
<b>Instrukce pro export</b>	
PackingCareType	Informace o způsobu manipulace s produktem
WrappingMaterial	Specifikace pro obalové materiály
SpecialInstructions	Specifikace pro způsob balení
<b>Životnost</b>	
ServiceLifeDuration	Délka životnosti
<b>Záruční lhůta</b>	
WarrantyIdentifier	Záruční podmínky
WarrantyStartDate	Počátek záruční lhůty
WarrantyEndDate	Konec záruční lhůty
IsExtendedWarranty	Informace o poskytnutí prodloužené záruky
PointOfContact	Místo pro reklamaci výrobku/produktu

Svodidlo	
TypeOfRetentiveness	Úroveň zadržetí na silnicích
ProductionMaterial	Informace o výrobním materiálu
TypeGuardrail	Typ svodidla
GuardrailBasis	Informace o založení svodidla
WorkingWidth	Informace o vzdálenosti mezi lícem svodidla před nárazem a maximální dynamickou polohou kterékoliv hlavní části tohoto systému

## **6. Možnosti vazeb nákladů a cen na BIM**

Do dnešní doby neexistuje na českém trhu žádný oceňovací nástroj či software, který by uměl pracovat s modelem vytvořeným dle zásad BIM projektování. V zahraničí už se dají najít software na propojení IFC formátu a software na ocenění stavby. V zemích jako je Norsko, Velká Británie, Německo je BIM projektování na daleko vyšší úrovni a vospělosti než u nás.

Je mnoho přístupů, jak využít model vytvořený BIM pro cenové odhady. Tyto přístupy se mohou lišit tím, jak využívají přístupná data, pro jaký BIM nástroj jsou určeny apod.

### **6.1 Mnoho cest z BIM do kalkulace**

Existuje celá řada způsobů, jak množství, definovaný materiál apod. vyexportovat z informačního modelu stavby pro účely ocenění rozpočtářem.

#### **6.1.1 Application Programming Interface (API)**

Jde o komerčně dostupný odhadující program. Tento přístup používá přímou souvislost mezi kalkulačním systémem a Revitem. Zevnitř Revitu uživatel exportuje model stavby ve formě dat a odešle je rozpočtáři, který tyto data naimportuje a provede potřebné ocenění stavby. [20]

#### **6.1.2 Open Database Connectivity (ODBC)**

ODBC je pravý a vyzkoušený standard vhodný pro integraci zaměřenou na údaje aplikací, jako je správa specifikací a odhadu nákladů z informačního modelu stavby. Tento přístup obvykle používá databázi ODBC což je přístup k informacím, atributu modelu stavby a pak používá exportované 2D nebo 3D soubory pro přístup k rozměrům. Součástí integrace je zahrnutí rekonstrukce stavebních udajů v rámci kalkulace řešení – propojování nákladů geometrie, atributů a ceny. [20]

#### **6.1.3 Výstupy do Excelu**

Ve srovnání s přístupy popsány výše, množství začátku provedených v rámci Revitu a výstupů do Excelu se může zdát nevýznamný, ale jednoduchost ovládání je ideální. Nápříklad mnoho firem vytvoří druhy materiálů v Revitu a výstupní data (objemy, plochy apod.) vloží do tabulky, kterou předá rozpočtáři pro snažší ocenění stavby. Takto vytvořený rozpočet ovšem není nijak spojen s modelem a při jakékoliv menší změně například množství podkladní vrstvy se musí rozpočet provést znovu. [20]

## 6.2 Úroveň podrobnosti BIM modelu (LOD)

Specifikace LOD byla vyvinuta firmou VicoSoftware, softwarovou společností, která se zabývá vývojem programů, které jsou určeny pro stavební rozpočty. V informačním modelu stavby viděli výhody přímého oceňování stavebních prvků, ale narazili na takový problém, že jednotlivé stavební prvky neměly definovanou podrobnost jejich zpracování. Vyvinuli koncept, který nazvali „**Level of Detail**“, tedy měřítko zpracování stavebního prvku z hlediska jeho ocenění. Úroveň LOD 100 ukazovala to, že současný tvar a počet stavebních prvků není konečný, ale hodnoty plochy nebo objemu byly velice přesné. Úroveň LOD 200 zde bylo možné předpokládat, že počet prvků je definitivní, ale jejich podoba se mohla změnit, z tohoto důvodu každý prvek musí být oceněn zvlášť. Stavební prvky v LOD 300 byly již plnohodnotně definovány a bylo možné k nim přiřadit pouze cenu. V poslední úrovni LOD 400 již bylo definováno, jaké konkrétní prvky budou dodány. Tuto úroveň využijeme tako pro posouzení cenových nabídek dodavatelů.

Tento koncept nezůstal dlouhou dobu záležitostí pouze firmy VicoSoftware, ekvivalent komory architektů v USA AIA (American Institute of Architects) rozhodl, že daný koncept by bylo vhodné používat pro všechny informační modely, od energetických analýz až po 5D programování. Tento koncept byl následně přejmenován na „**Level of Development**“ a to z důvodu, že by mohl původní název „**Level of Detail**“ způsobovat představu, že tento koncept měří pouze grafickou zpracovanost stavebních prvků a ne potřebnou hodnotu aplikovaných informací. [21]

### 6.2.1 Level of Development

Pojem **Level of Development (LOD)** můžeme popsat jako doporučení, které umožňuje odborníkům ve stavební praxi přesně specifikovat a formulovat danou spolehlivost informačního modelu stavby v různých fázích návrhu. Můžeme v podstatě říct, že LOD je jakýmsi měřítkem, jak aplikované informace reprezentují daný BIM model. LOD nedefinuje grafické zpracování daného BIM modelu. Grafický vzhled je jen jedná část informace o daném modelu a tuto informaci je ve většině případů informací nejméně důležitou pro náš model. Toto definici si můžeme ukázat na obecném příkladu. [21]

LOD 100 = zde se nachází objekt

LOD 200 = zde se nachází objekt o konkrétních rozměrech

LOD 300 = zde se nachází objekt s těmito funkcemi a možnostmi

LOD 400 = jde o tento konkrétní objekt

LOD 500 = jde o tento konkrétní objekt dodávaný tímto dodavatelem k tomuto konkrétnímu datu

Jednotlivé úrovně si popíšeme v následující tabulce:

Tabulka č. 7 Úrovně LOD [15, str. 53 - 55]

Popis	Použití
<b>LOD 100</b>	
Celkový objemový model stavby, orientační plocha, objem vrstev, orientace a umístění ve 3D modelu	<b>Analýzy</b> - založené na objemu, ploše, umístění a orientaci projektu <b>Rozpočtování</b> - založené na známém přibližném objemu, ploše <b>Plánování</b> - rozvržení projektu na fáze, odhad celkové doby trvání projektu
<b>LOD 200</b>	
Jednotlivé stavební prvky jsou modelovány jako generalizované systémy nebo seskupení prvků s přibližným množstvím, rozměrem, tvarem, umístěním a orientací. K jednotlivým prvkům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	<b>Analýzy</b> - analýzy výkonnosti stavby mohou být založené na přibližných informacích o výkonnosti jednotlivých typů stavebních prvků <b>Rozpočtování</b> - může být založeno na přibližných informacích v modelu s využitím konceptuálních technik odhadu <b>Plánování</b> - můžeme modelovat časové rozložení hlavních částí projektu a jednotlivých konstrukčních skupin prvků
<b>LOD 300</b>	
Stavební prvky jsou modelovány jako specifické skupiny prvků přesně ve smyslu jejich množství, rozměrů, tvaru, umístění a orientace. K jednotlivým prvkům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	<b>Výstavba</b> - model je v této úrovni použitelný pro vytvoření odvozené tradiční dokumentace a prováděcích výkresů <b>Analýzy</b> - model může být použit pro analýzy výkonnosti jednotlivých systémů stavebních prvků při užití specifických výkonnostních informací přiřazených jednotlivým prvkům nebo jejich typům <b>Rozpočtování</b> - založené na konkrétních hodnotách jednotlivých stavebních prvků, jejich množství a dalších parametrech <b>Plánování</b> - můžeme modelovat detailní rozvrh výstavby pro jednotlivé stavební prvky
<b>LOD 400</b>	
Stavební prvky jsou modelovány jako specifické objekty s přesným rozměrem, tvarem, umístěním, množstvím, orientací, informacemi o zhotoviteli a podrobnými detaily. K jednotlivým prvkům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	<b>Výstavba</b> - modelované stavební prvky představují virtuální prezentaci konkrétních navrhovaných prvků a jsou použité pro výstavbu <b>Analýzy</b> - výkonnost modelu může být analyzována na základě konkrétních schválených stavebních prvků a jejich typů <b>Rozpočtování</b> - náklady jsou založené na konkrétních cenách za schválené prvky tak, jak budou zakoupeny <b>Plánování</b> - můžeme modelovat detailní rozvrh výstavby pro jednotlivé stavební prvky včetně stavebních postupů a doporučení
<b>LOD 500</b>	
Stavební prvky jsou modelovány tak jak byly postaveny a dodány s přesnými rozměry, množstvím, tvarem, polohou a orientací. K jednotlivým prvkům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	<b>Obecné použití</b> - model může být použit pro správu a údržbu stavby, stavební úpravy apod., avšak pouze do té míry, jaká je povolena licenčním ujednáním týkajícím se modelu.

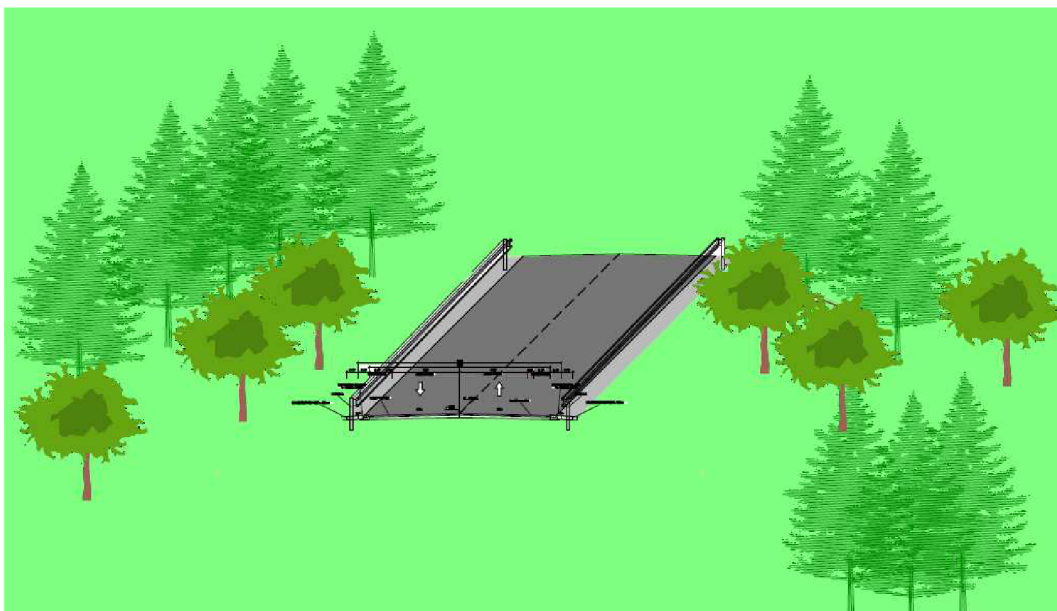


## 7. Analýza liniové stavby z pohledu BIM

V praktické části navrhuji jednoduchý 3D model zkoumaného úseku II/422 Podivín – Lednice a to do dvou úrovní LOD 100 a LOD 200, ve kterých následně provedu ocenění dle přístupných informací. Ocenění v úrovni LOD 100 bude pomocí rozpočtových ukazatelů dle počtu  $m^2$  zkoumaného úseku, který uvažujeme  $8000 m^2$ . A úroveň LOD 200 se ocení pomocí rozpočtového programu Aspe. Dál v praktické části se budu věnovat nákladům životního cyklu liniové stavby, kde budou rozepsány nejnákladnější části stavby, letní a zimní údržba, celkové náklady na 25 let životnosti vozovky.

### 7.1 Level of Detail LOD 100 a rozpočtové ukazatele

V Autocadu jsem vytvořila zjednodušený 3D model liniové stavby zkoumaného úseku II/422 Podivín – Lednice.




Obr. 14 Zkoumaný úsek II/422 Podivín – Lednice [vlastní tvorba]

#### 7.1.1 Základní rozpočtové náklady

V kreslicím nástroji jsem pro jednotlivé vrstvy liniové stavby určila dvě informace, podle kterých můžu určit předběžnou cenu liniové stavby. Je to JKSO objektu a konstrukčně materiálová charakteristika krytu vozovky. Podle těchto informací můžu vypočítat předběžnou cenu. Tento výpočet vyexportuji do textového souboru, a to z toho důvodu, aby s ním další BIM nástroje mohly dále pracovat. V mém případě jsem použila jako BIM nástroj Microsoft Excel, kde jsem pomocí dvou dostupných informací a algoritmu určila cenu na  $1 m^2$  vozovky. A pomocí jednoduchého vzorce jsem vypočítala předběžnou cenu mého zkoumaného úseku.

$$ZRN = \text{zastavěný prostor (m}^2\text{)} \times RUSO$$

Podle vzorce mi vyšly základní rozpočtové náklady na 25 632 000 Kč bez DPH.

Výkaz zastavěné plochy					
Označení	JKSO	JKSO - konstrukčně materiálová charakteristika	Zastavěná plocha (m <sup>2</sup> )		
Úsek II/422 Podivín - Lednice	822.2 Komunikace pozemní	Z kameniva obalovaného živíci	8 000,00		
 Výkaz zastavěné plochy – Poznámkový blok Soubor Úpravy Formát Zobrazení Napověda					
"Výkaz zastavěné plochy" "Označení" "JKSO" "JKSO - konstrukčně materiálová charakteristika" "Zastavěná plocha (m2)" "Úsek II/422 Podivín - Lednice" "822.2 Komunikace pozemní" "Z kameniva obalovaného živíci" "8000"					
Označení	JKSO	JKSO - konstrukčně materiálová charakteristika	Zastavěná plocha	Ukazatel RUSO	Cena
Úsek II/422 Podivín - Lednice	822.2 Komunikace pozemní	Z kameniva obalovaného živíci	8 000,00	3 204,00	25 632 000,00

Obr. 15 Export informací a výpočet ZRN v programu Microsoft Excel [vlastní tvorba]

### 7.1.2 Vedlejší rozpočtové náklady

Pro určení vedlejších rozpočtových nákladů jsem použila Unika z roku 2016. Určení procentuálních přírážek záleží na typu stavby a nákladů na ZRN. Ve vedlejších rozpočtových nákladech máme započítány následující výkony:

- shromáždění podkladů, stanovení a objasnění základních cílů
- sjednání potřebných průzkumů pro vypracování dokumentace
- vypracování dokumentace ve fázi DUR pro vydání rozhodnutí a umístění stavby
- projednání dokumentace pro územní rozhodnutí s dotčenými orgány, včetně vypracování žádosti na zahájení územního řízení
- vypracování projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavbeního povolení DSP
- projednání projektové dokumentace s dotčenými orgány, vypracování žádosti na zahájení stavbeního řízení
- vypracování projektové dokumentace pro provádění stavby PDPS
- projednání projektové dokumentace s dotčenými orgány popřípadně zajištění plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi
- zabezpečení smluvních vztahů pro provádění stavby, včetně jejich aktualizace, spolupráce s investorem, zpracování aktualizovaného časového plánu výstavby,
- výkon občasného autorského dozoru
- fáze po dokončení stavby, následné vypracování dokumentace skutečného provedení stavby
- zajištění kolaudačního souhlasu [38]

Procentuelní vyjádření jednotlivých prací jsem uvedla v tabulce níže.

Tabulka č. 8 Výpočet VRN zkoumaného úseku [vlastní tvorba, na základě zdroje 38]

## II/422 Podivín - Lednice

ZRN = 25 632 000 Kč bez DPH

	VSP	DUR	DSP	PDPS	AD	DSPS	Celkem
PČ	1	19	25	15	3	0	63
IČ	3	6	4	2	19	3	37

**100**

Objekt	ZRN [Kč bez DPH]	Pásmo	Náklady [Kč bez DPH]		
II/422 Podivín - Lednice	25 632 000,00	II	24 000 000,00	1 632 000,00	
			26 000 000,00	2 000 000,00	0,816

C min [Kč bez DPH]			
<b>967 100,00</b>		43 411,20	
<b>1 020 300,00</b>	53 200,00	1 010 511,20	1 010 511,20

C max [Kč bez DPH]			Celkem VRN [Kč bez DPH]
<b>1 128 300,00</b>		50 673,60	<b>1 094 742</b>
<b>1 190 400,00</b>	62 100,00	1 178 973,60	

### 7.1.3 Celková cena stavby

Celkou cenu zkoumaného objektu následně určím součtem ZRN, VRN a DPH [21%].

Tabulka č. 9 Stanovení celkové ceny zkoumaného úseku [vlastní tvorba]

Celková cena stavby
ZRN = 25 632 000
VRN = 1 094 742
DPH = 5 612 616 [21%]
<b>Celková cena stavby = 32 339 358 [Kč s DPH]</b>

## 7.2 Level of Detail LOD 200 a rozpočtový program Aspe

LOD 200 nám poskytuje detailnější informace, které nám slouží pro podrobnější ocenění než, které nám bylo umožněno v úrovni LOD 100. LOD 200 vychází z informací, které nám poskytuje základní úroveň LOD 100. Tyto údaje dále více technicky specifikují a tím získám potřebné informace, které potřebuji k nacenění stavby pomocí programu Aspe.

Pro LOD 200 jsme si sestavili podrobnější model, který můžeme vidět níže.



Obr. 16 Model silnice v detailech LOD 200 [vlastní tvorba]

### 7.2.1 Zemní práce

V rámci oddílu zemní práce v případě výstavby nové komunikace provádíme tyto práce. Nejdříve musíme sejmut ornici v ploše výstavby nové komunikace, vytvořit základ pro násypové těleso, vložit vhodnou zeminu pro vytvoření násypového tělesa, která se následně hutní po vrstvách, čímž vytvoříme horní vrtvu zemního tělesa, upravíme pláň, rozprostřeme ornici, vytvoříme krajnice a v poslední části, která dle číselného kódu patří do oddílu zemních prací je výsadba nového trávníku a stromů.

Pro ocenění zemních prací jsou důležité následující informace:

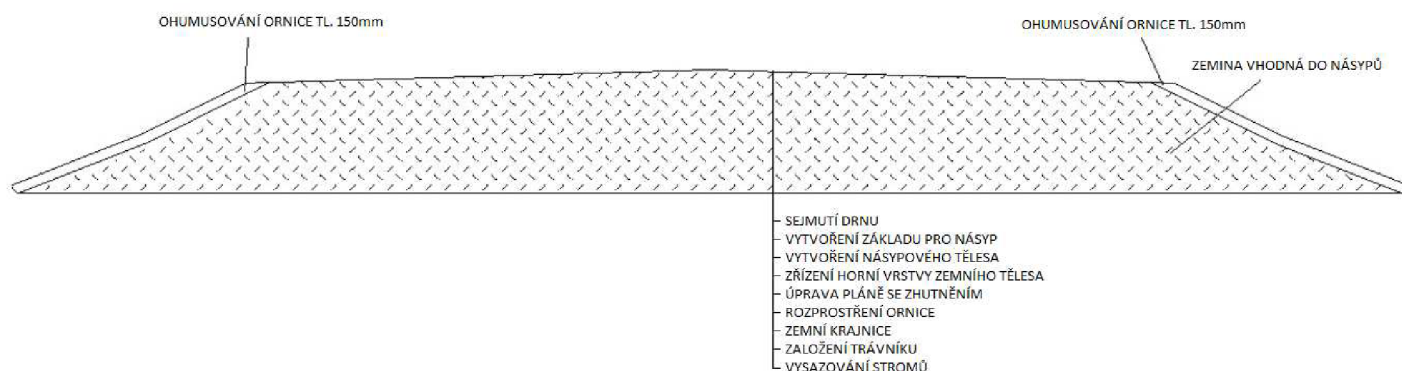
- sejmutí drnu
  - ano/ne
  - plocha (\*automatická hodnota)
- uložení sypaniny do násypů
  - se zhutněním / se zhutněním do 95% PS/ se zhutněním do 96% PS / se zhutněním do 100% PS/ se zhutněním na 101% PS/ se zhutněním na 102% PS/ se zhutněním na 103% PS
- uložení sypaniny do násypů v aktivní zóně
  - se zhutněním/ se zhutněním do 100% PS

- zemní krajnice a dosypávky
  - se zhutněním/ se zhutněním do 100% PS/ bez zhutnění/ ze zemin nepropustných/ z hornin kamenitých/ z nakupovaných materiálů/ z jiných materiálů
- úprava pláně se zhutněním
  - v hornině tř. I/v hornině tř. II
- rozprostření ornice
  - ve svahu/ ve svahu tl. do 0,10m/ ve svahu tl. do 0,15m/ ve svahu tl. do 0,20m/ ve svahu tl. do 0,25m/ ve svahu tl. do 0,50m/ ve svahu tl. do 0,75m/ v rovině/ v rovině tl. do 0,10m/ v rovině tl. do 0,15m/ v rovině tl. do 0,20m/ v rovině tl. do 0,25m/ v rovině tl. do 0,50m/ v rovině tl. do 0,75m
- založení trávníku
  - ručním výsevem/ hydroosevem na ornici / hydroosevem na hlušinu/ zatravňovací textilií (rohoží)/ položením travnatého koberce
- vysazování stromů listnatých s balem obvod kmene
  - do 8cm, výš do 1,2m/ do 10cm, výš do 1,7m/ do 12cm, výš do min 2,2m/ do 14cm, výš do min 2,2m/ do 16cm, výš do min 2,4m/ do 18cm, výš do min 2,4m/ do 20cm, výš do min 2,4m

Tabulka č. 10 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu zemních prací [vlastní tvorba]

<b>Zemní práce</b>			
Práce	Alternativy	Měrná jednotka	Množství
Sejmutí drnu (příprava plochy pro vytvoření zemního tělesa)	ano	m <sup>2</sup>	20 000
Uložení sypaniny do násypu (vytvoření základu pro násyp)	se zhutněním	m <sup>3</sup>	10 000
Uložení sypaniny do násypu (násypové těleso)	se zhutněním	m <sup>3</sup>	50 000
Uložení sypaniny do násypu v aktivní zóně (zřízení horní vrstvy zemního tělesa)	se zhutněním	m <sup>3</sup>	6 000
Zemní krajnice a dosypávky	se zhutněním	m <sup>3</sup>	3 000
Úprava pláně se zhutněním	v hornině tř. I	m <sup>2</sup>	12 000
Rozprostření ornice	v rovině tl. do 0,15m	m <sup>2</sup>	10 000
Založení trávníku	zatravňovací textilií (rohoží)	m <sup>2</sup>	10 000
Vysazování stromů listnatých s balem obvod kmene	do 20cm, výš min 2,4	kus	300

## ZEMNÍ PRÁCE



Obr. 17 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu zemních prací [vlastní tvorba]

### 7.2.2 Základy

V rámci oddílu základy můžeme provádět úpravu podloží, základové piloty, v případě únosného podloží ve velké hloubce, zpevňování hornin a konstrukcí a drenážní vrstvy z geotextilie, plastbetonu nebo geomatrace. U našeho zkoumaného úseku provádíme drenážní vrstvy ze geotextilie.

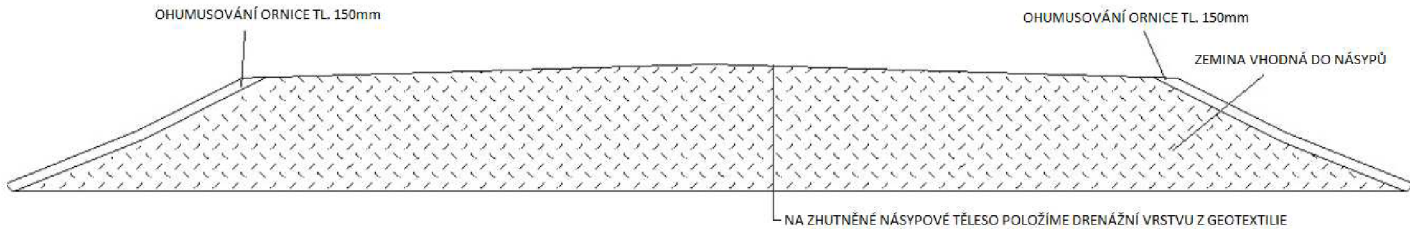
Pro základy jsou důležité následující informace:

- drenážní vrstvy
  - z geotextilie/ z betonu mezerovitého/ z plastbetonu/ z geosítě/ z geomatrace

Tabulka č. 11 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu základy [vlastní tvorba]

<b>Základy</b>			
Práce	Alternativy	Měrná jednotka	Množství
Drenážní vrstvy (separační geotextílie)	z geotextílie	m <sup>2</sup>	8 000

## ZÁKLADY



Obr. 18 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu základy [vlastní tvorba]

### 7.2.3 Komunikace

Tento oddíl představuje z hlediska výstavby jednu z nejdůležitějších částí vozovky. Obrusná vrstva prováděná v rámci tohoto oddílu představuje konečnou vrstvu realizované konstrukce vozovky. U mého zkoumného úseku počítám s provedením dvou vrstev šterkodrti frakce 0-32, které budou postupně zhutněny, a na ně nastříkán infiltrační postřík, dále položena asfaltová podkladní vrstva, na ní přijde spojovací postřík, dále položena asfaltová ložná vrstva, na kterou opět přijde spojovací postřík a po něm položena obrusná vrstva komunikace.

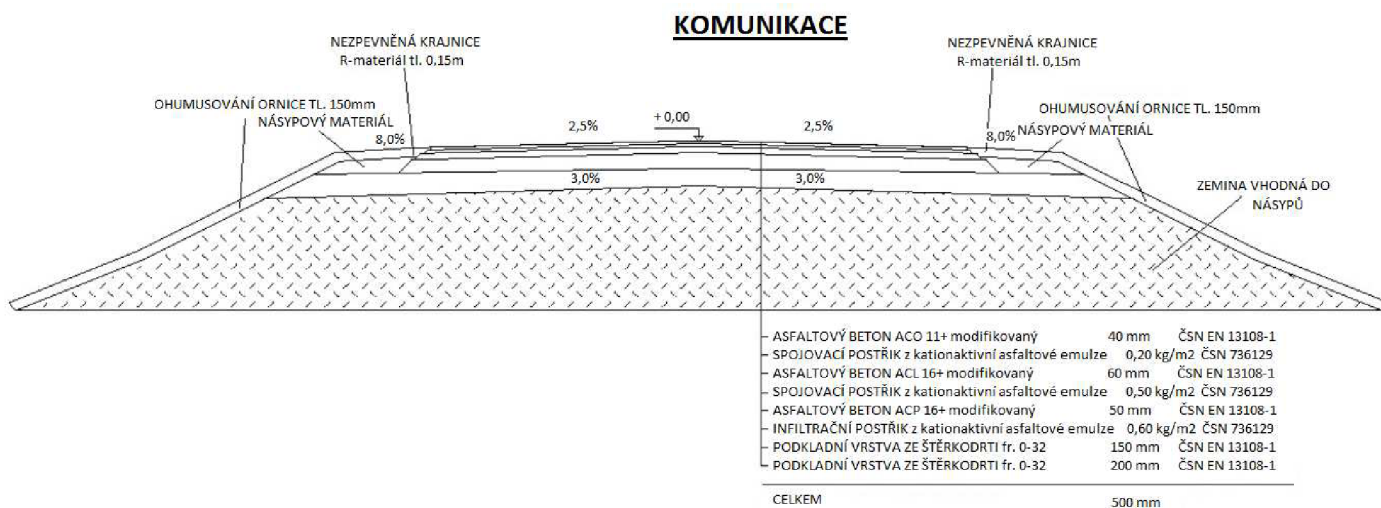
Pro komunikace jsou důležité následující informace:

- vozovkové vrstvy ze šterkodrti
  - tl. do 50 mm/ tl. do 100 mm/ tl. do 150 mm/ tl. do 200 mm/ tl. do 250 mm
- infiltrační postřík z emulze
  - do 0,5 kg/m<sup>2</sup> / do 1 kg/m<sup>2</sup> / do 1,5 kg/m<sup>2</sup> / do 2,0 kg/m<sup>2</sup> / do 2,5 kg/m<sup>2</sup>
- spojovací postřík z emulze
  - do 0,5 kg/m<sup>2</sup> / do 1 kg/m<sup>2</sup>
- asfaltový beton pro obrusné vrstvy modifikovaný ACO 11+
  - tl. 40 mm/ tl. 50 mm
- asfaltový beton pro ložní vrstvy modifikovaný ACL 16+
  - tl. 50 mm/ tl. 60 mm/ tl. 70 mm
- asfaltový beton pro podkladní vrstvy modifikovaný ACP 16+
  - tl. 50 mm/ tl. 60 mm/ tl. 70 mm/ tl. 80 mm



Tabulka č. 12 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu komunikace [vlastní tvorba]

Komunikace			
Práce	Alternativy	Měrná jednotka	Množství
Vozovkové vrstvy ze šterkodrti (podkladní vrstva ze šterkodrti fr. 0-32)	tl. do 150 mm	m <sup>2</sup>	10 000
Vozovkové vrstvy ze šterkodrti (podkladní vrstva ze šterkodrti fr. 0-32)	tl. do 200 mm	m <sup>2</sup>	10 000
Infiltrační postřik z emulze (z kationaktivní emulze 0,60 kg/m <sup>2</sup> )	do 1 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	8 000
Spojovací postřik z emulze (z kationaktivní emulze 0,20 kg/m <sup>2</sup> )	do 0,5 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	8 000
Spojovací postřik z emulze (z kationaktivní emulze 0,50 kg/m <sup>2</sup> )	do 0,5 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	8 000
Asfaltový beton pro obrusné vrstvy modifik ACO 11+	tl. 40 mm	m <sup>2</sup>	8 000
Asfaltový beton pro ložní vrstvy modifik ACL 16+	tl. 60 mm	m <sup>2</sup>	8 000
Asfaltový beton propodkladní vrstvy modifik ACP 16+	tl. 50 mm	m <sup>2</sup>	8 000



Obr. 19 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu komunikace [vlastní tvorba]

## 7.2.4 Ostatní konstrukce a práce

V rámci tohoto oddílu provádíme různé práce mezi, nejčastěji prováděnými jsou například vodorovné dopravní značení, montáž svodidel, svislé dopravní značení, silniční zábradlí atd. U mého zkoumaného úseku počítám s provedením vodorovného dopravního značení, umístění svislého dopravního značení, montáž svodidel a jako poslední práci je zametení vozovky před uvedením do provozu.

Pro ostatní konstrukce a práce jsou důležité následující informace:

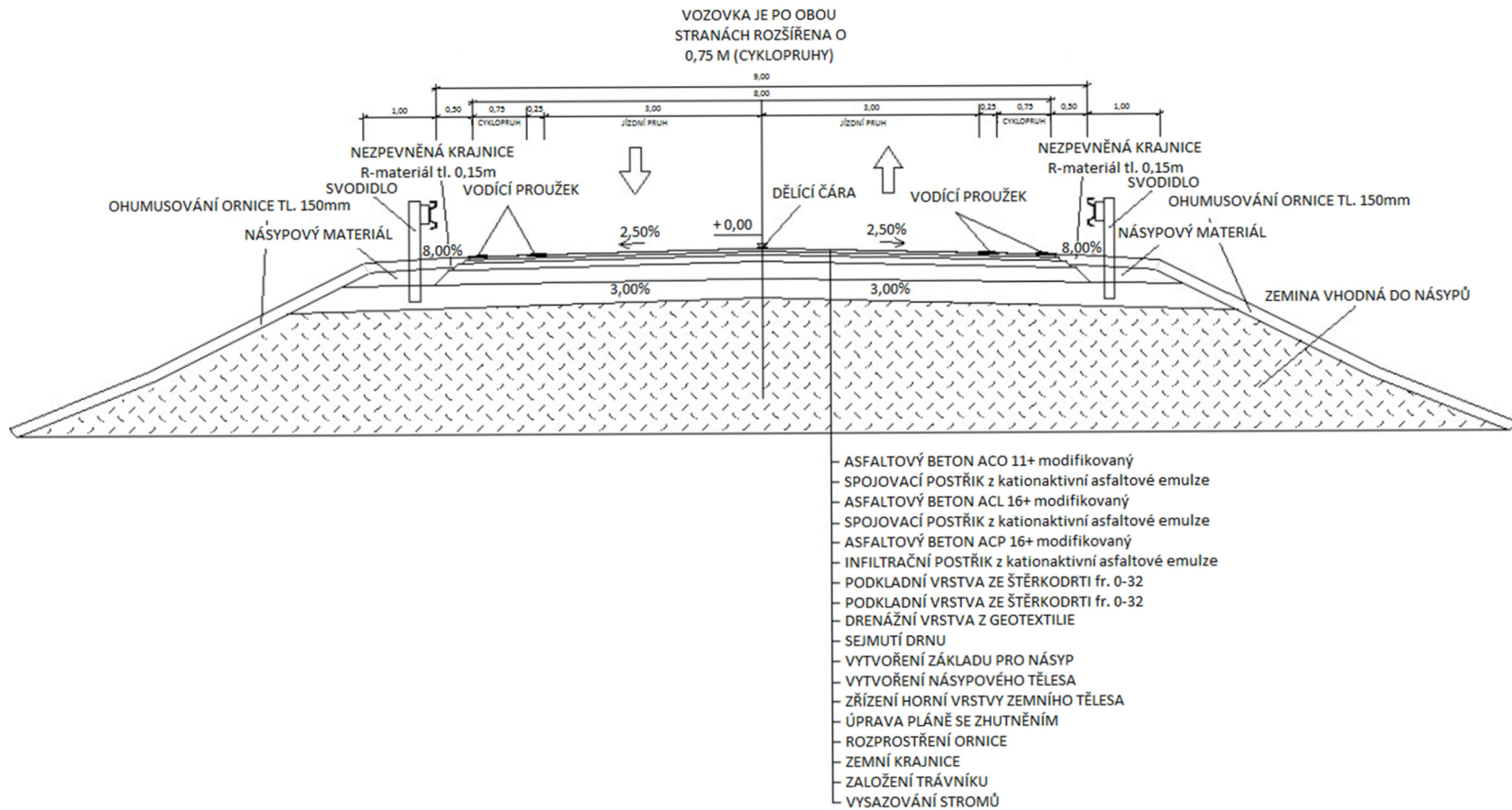
- svodidlo ocelové silniční jednostranné, úroveň zadržení, dodávka a montáž
  - zádrž N1, N2/ H1/ H2/ H3/ H4
- dopravní značky základní velikosti
  - ocelové nereflexní/ ocelové folie tř. 1/ ocelové folie tř. 2/ ocelové folie tř. 3/ hliník nereflexní/ hliníkové folie tř. 1/ hliníkové folie tř. 2/ hliníkové folie tř. 3
- sloupky a stojky dopravních značek z ocel trubek
  - se zabetonováním/ do patky
- vodorovné dopravní značení
  - plastem profil zvučící/ plastem strukturální nehlučící/ plastem hladké/ barvou hladké/ fólie trvalá/ beton prefabrikovaný
- očištění asfaltových vozovek
  - zametením/ umytím vodou/ od vegetace/ chemicky/ broušením

Tabulka č. 13 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu ost. kce a práce [vlastní tvorba]

Ostatní konstrukce a práce			
Práce	Alternativy	Měrná jednotka	Množství
Svodidlo ocelové silniční jednostranné, úroveň zadržení - dodávka a montáž	N1, N2	m	2 000
Dopravní značky základní velikosti	ocelové folie tř. 1	kus	1
Sloupky a stojky dopravních značek z ocel trubek	do patky	kus	1
Vodorovné dopravní značení (vodící čára 2x0,25 m a střední dělicí čára 0,125m)	plastem profil zvučící	m <sup>2</sup>	625
Očištění asfaltových vozovek	zametením	m <sup>2</sup>	8 000

Oddíl ostatní konstrukce a práce představují závěrečnou část výstavby komunikace a z tohoto důvodu jsou to poslední práce, před uvedením vozovky do provozu. Na obrázku níže můžeme vidět finální podobu vodorovného řezu vozovky, který zahrnuje všechny výše zmiňované oddíly, včetně ostatních konstrukcí a prací.

Obr. 20 Příčný řez zkoumaného úseku [vlastní tvorba]



### 7.2.5 Základní rozpočtové náklady

Po zajištění veškerých výkazů jsem data analyzovala a pomocí algoritmu přiřadila k jednotlivým položkám Aspe databáze. V příloze jsem uvedla celkový rozpočet. Níže jsem uvedla rekapitulaci, která je rozdělena po jednotlivých oddílech.

Tabulka č. 14 Základní rozpočtové náklady [vlastní tvorba]

Oddíl	Náklady rozpočtu	Cena za celý oddíl bez DPH
1	Zemní práce	7 510 000,00
2	Základy	416 000,00
5	Komunikace	8 736 000,00
9	Ostatní konstrukce a práce	2 300 700,00
<b>Náklady celkem v Kč bez DPH</b>		<b>18 962 700,00</b>

### 7.2.6 Vedlejší rozpočtové náklady

Vedlejší rozpočtové náklady určíme obdobně jako u úrovně LOD 100.

Tabulka č. 15 Vedlejší rozpočtové náklady [vlastní tvorba, na základě zdroje 38]

Objekt	ZRN [Kč bez DPH]	Pásmo	Náklady [Kč bez DPH]		
II/422 Podivín - Lednice	25 632 000,00	II	24 000 000,00	1 632 000,00	
			26 000 000,00	2 000 000,00	0,816

C min [Kč bez DPH]			
<b>967 100,00</b>		43 411,20	
<b>1 020 300,00</b>	53 200,00	1 010 511,20	1 010 511,20

C max [Kč bez DPH]				Celkem VRN [Kč bez DPH]
<b>1 128 300,00</b>		50 673,60		<b>1 094 742</b>
<b>1 190 400,00</b>	62 100,00	1 178 973,60	1 178 973,60	

### 7.2.7 Celková cena stavby

Celkou cenu zkoumaného objektu následně určím součtem ZRN + VRN + DPH [21%].

Tabulka č. 16 Celková cena stavby [vlastní tvorba]

<b>Celková cena stavby</b>	
ZRN =	18 962 700
VRN =	1 094 742
DPH =	4 212 063 [21%]
<b>Celková cena stavby =</b>	<b>24 269 505 [Kč s DPH]</b>

### 7.2.8 Porovnání ocenění v úrovni LOD 200 s úrovní LOD 100

Tabulka č. 17 Srovnání cen LOD 100 a LOD 200, ceny jsou uvedeny v Kč s DPH [vlastní tvorba]

Stanovení ceny v úrovni LOD 100:	32 339 358
Stanovení ceny v úrovni LOD 200:	24 269 505

Rozdíl celkové ceny stavby v úrovni LOD 200 s úrovní LOD 100 je způsoben tím, že v úrovni LOD 100 uvažují pouze s dvěma informacemi, a to JKSO a konstrukčně materiálovou charakteristikou krytu vozovky. Úroveň LOD 200 je podrobnější, a to už jen z toho důvodu, že u této úrovně udávám přesné technické specifikace jednotlivých vrstev vozovky, typ vodorovného dopravního značení, zádržnost svodidel a podobně. Cena stavby úrovně LOD 200 je dána tím, jaké položky si rozpočtář vybere pro danou stavbu.

## 7.3 Náklady životního cyklu liniové stavby

Ve fázi LOD 200 dojde k podrobnějšímu ocenění liniové stavby pomocí rozpočtového programu Aspe a z toho jsem byla schopna určit nejnákladnější části stavby, které jsem podrobněji analyzovala.

Životní náklady budu analyzovat v období 25 let, které představují celkovou životnost asfaltové komunikace. Viz tabulka č. 1 - požadovaná klasifikace zbytkové doby životnosti vozovky.

### 7.3.1 Analýza nejnákladnějších částí liniové stavby

Mezi nejnákladnější části stavby, které musí být v průběhu životního cyklu stavby rekonstruovány, patří asfaltová obrusná vrstva, vodorovné dopravní značení a svodidla.

Tabulka č. 18 Pořizovací náklady částí k rekonstrukci během životního cyklu [vlastní tvorba]

Název položky	Cena pořízení [Kč s DPH]
Asfaltová obrusná vrstva ACO	2 168 320
Svodidlo ocel. silniční jednostranné	2 330 460
Vodor. doprav. značení plastem zvučící	419 265

Nejnákladnější položkou jsou svodidla, u kterých nedojde během životního cyklu k výměně v celkovém rozsahu, ale budou řešeny pouze lokální výměny na celkové délce instalovaného svodidla. Z hlediska celkových nákladů během životního cyklu stavby nebudou tvořit nejnákladnější část celého projektu. Základním prvkem liniové stavby je obrusná vrstva, která je i nejvíce namáhána z hlediska dopravního zatížení a u které během životního cyklu stavby dojde ke kompletní rekonstrukci. Poslední součástí liniové stavby, která je určena k rekonstrukci během životního cyklu je vodorovné dopravní značení, které z hlediska rekonstrukce nepředstavuje tak nákladnou část oproti výše zmíněným položkám liniové stavby.

### Asfaltové vrstvy

V následující části se budu věnovat poruchám a deformacím v jednotlivých vrstvách vozovky. Mezi nejčastěji se objevujícími poruchami na asfaltových vozovkách jsou:

- ztráta protismykových vlastností
- ztráta hmoty z krytu
- trhliny příčné mrazové a síťové trhliny
- deformace krytu

U asfaltových vrstev může docházet k lokálním, ale i celoplošným poruchám, které si dále uvedeme:

- 1) Ztráta protismykových vlastností - pod uvedenou vlastností vozovky si můžeme představit ztrátu přílnavosti pneumatik vůči povrchu vozovky a to především při zpomalení, zrychlení nebo změně směru jízdy. Ke ztrátě protismykových vlastností může dojít:
  - a) uzavřením povrchu do hladké plochy bez vystupujících zrn kameniva
  - b) vyhlazením zrn kameniva v povrchu vozovky
- 2) Ztráta hmoty z krytu - k narušení vazby mezi zrny kameniva dochází nejčastěji vlivem zatížení, vlivem klimatických podmínek a stárnutím asfaltových vrstev. Vlivem působení výše uvedených činitelů dochází ke třem stádiím ztráty hmoty:
  - a) ztráta tmelu (vypírání povrchu, povrchová koroze)
  - b) vylamování hrubého kameniva (hloubková koroze)
  - c) výtlučky (v obrusné vrstvě, v krytu)
- 3) Mrazové trhliny - při velmi nízkých teplotách dochází v asfaltu ke smršťování a při následném oteplení dochází k rozpínání v asfaltu a vlivem těchto událostí dochází ke vzniku trhlin v komunikaci. Při poklesu teplot až pod  $-20^{\circ}\text{C}$  dochází k tomu, že mrazové trhliny se rozšiřují až do podkladních vrstev vozovky.



Obr. 21 Znárodnění vzniku a vývoje trhlin [25]

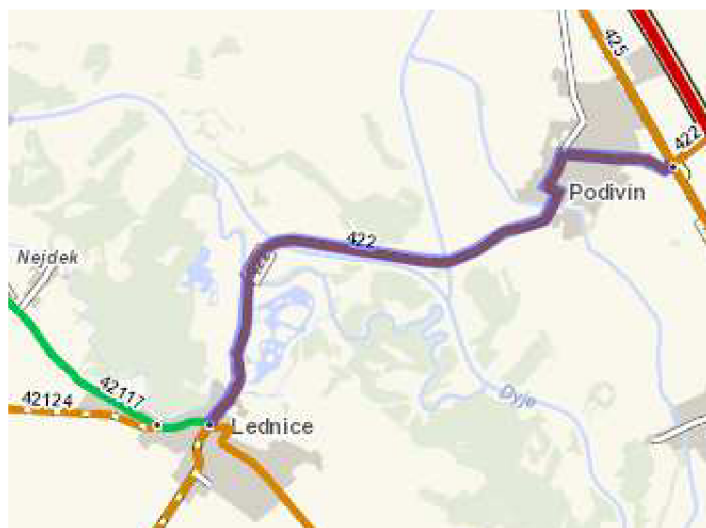
- 4) Sít'ové trhliny - v zárodku trhliny dochází k oslabení spojení zrn a v důsledku zatěžování vozovky v tomto místě dochází k postupnému vzniku trhliny, která se šíří od podkladních vrstev vozovky až do obrusné vrstvy vozovky. A při porušení povrchu vozovky dochází k průniku vody podloží. Sít'ové trhliny mají následující vývoj:
- podélná trhlina ve stopě vozidel
  - trhlina se rozšiřuje
  - prodlužuje a větví
  - vznikají sít'ové trhliny
  - plošné deformace
  - prolomení vozovky

- 5) Deformace vozovky - k trvalé deformaci krytu dochází při velmi vysokých teplotách asfaltu, které jsou zapříčiněny nepružností asfaltových vrstev.

K trvalé deformaci vozovky ve spojení s vysokými teplotami dochází nejčastěji vlivem dalších okolností, jako jsou stání nebo pomalá jízda a nadměrné zatížení.

Jako další deformaci si můžeme uvést hrboly, které mohou vzniknout:

- na povrchu vozovky
- v obrusné vrstvě
- v konstrukci vozovky
- objemovými změnami



Obr. 22 Zkoumaný úsek [27]

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 6-4638)														...výchnam zkratek			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	228	73	6	42	7	29	34	0	11	16	446	2 971	44	3 461		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	283	91	8	52	9	37	40	0	14	20	554	3 222	39	3 815		
RPDI - volné dny (mimo svátky)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	90	29	2	17	2	8	19	0	4	6	177	2 343	56	2 576		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy												54	422				
Špičková hodinová intenzita dopravy												50	386				
Těžká nákladní vozidla - TNV																	
Hodnota TNV													TNV				
Hodnota TNV													257				
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)												2 400	345	34	2 779		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)												410	22	4	436		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)												205	36	4	245		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy												431	33	20	6	5	495
Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS		
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy												0.75	1.35	0.56	53.47		
Intenzita cyklistické dopravy																	
Cyklistická doprava															C		
Cyklistická doprava															207		

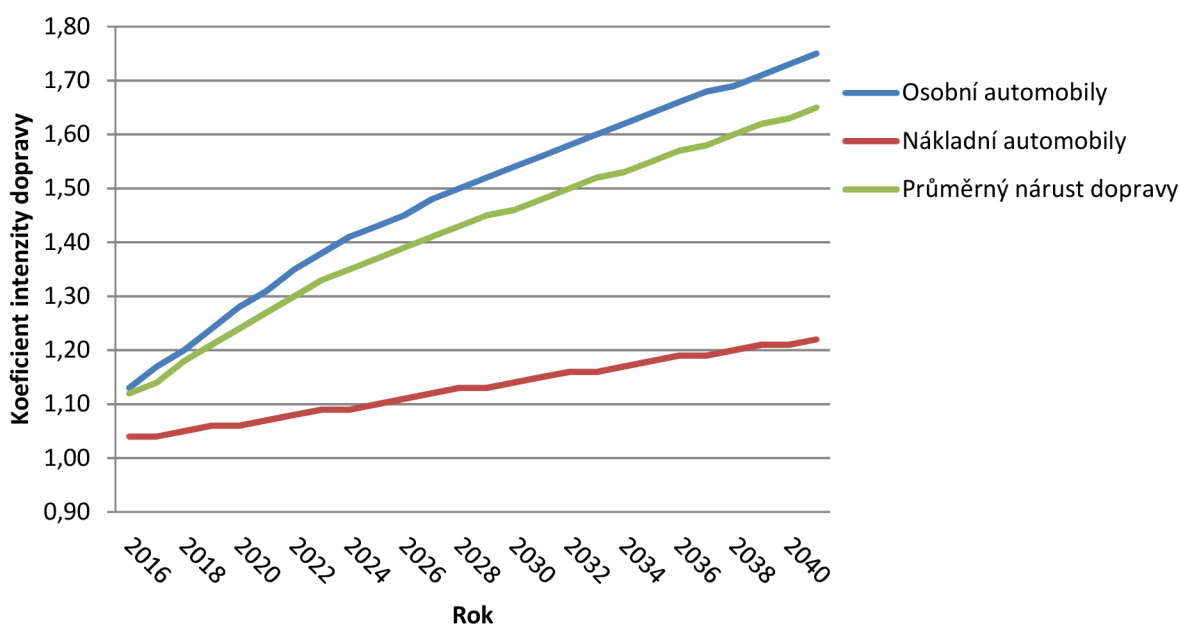
Obr. 23 Podrobné výsledky celostátního sčítání dopravy 2010 [27]



Tabulka č. 19 Vývoj dopravního zatížení na úseku silnice II/422 do roku 2041 [vlastní tvorba].

Rok	Skupina vozidel					
	Koeficient intenzity dopravy			Počty vozidel		
	NA	OA	Průměr	NA [ks]	OA [ks]	Celkem [ks]
2010	1,00	1,00	1,00	446	2971	3417
2016	1,13	1,04	1,12	504	3090	3594
2017	1,17	1,04	1,14	522	3090	3612
2018	1,20	1,05	1,18	535	3120	3655
2019	1,24	1,06	1,21	553	3149	3702
2020	1,28	1,06	1,24	571	3149	3720
2021	1,31	1,07	1,27	584	3179	3763
2022	1,35	1,08	1,30	602	3209	3811
2023	1,38	1,09	1,33	615	3238	3854
2024	1,41	1,09	1,35	629	3238	3867
2025	1,43	1,10	1,37	638	3268	3906
2026	1,45	1,11	1,39	647	3298	3945
2027	1,48	1,12	1,41	660	3328	3988
2028	1,50	1,13	1,43	669	3357	4026
2029	1,52	1,13	1,45	678	3357	4035
2030	1,54	1,14	1,46	687	3387	4074
2031	1,56	1,15	1,48	696	3417	4112
2032	1,58	1,16	1,50	705	3446	4151
2033	1,60	1,16	1,52	714	3446	4160
2034	1,62	1,17	1,53	723	3476	4199
2035	1,64	1,18	1,55	731	3506	4237
2036	1,66	1,19	1,57	740	3535	4276
2037	1,68	1,19	1,58	749	3535	4285
2038	1,69	1,20	1,60	754	3565	4319
2039	1,71	1,21	1,62	763	3595	4358
2040	1,73	1,21	1,63	772	3595	4366

## Predikce vývoje dopravního zatížení do roku 2040



Obr. 24 Předpoklad vývoje dopravního zatížení v rámci ČR [vlastní tvorba]

Po provedení výzkumu viz tabulka výše jsem uvedla možné důsledky, které mohou být spjaty s nadměrnou dopravou na komunikaci. V tabulce jsem uvedla nárůst dopravy od roku 2016 do roku 2040, toto rozmezí jsem si vybrala, tak aby pokryla životnost navrhnuté vozovky. Základním údajem byl rok 2010, ve kterém bylo provedeno celostátní sčítání dopravy. Predikce dopravy ve zvoleném časovém rozmezí vychází z provedených celostátních sčítání dopravy, které byly prováděny v předchozích letech.

V důsledku nárůstajícího dopravního zatížení, které jsem uvedla v tabulce číslo 8 bude docházet k rychlejšímu opotřebení komunikace a v následujících letech častějšímu výskytu poruch, které jsem blíže specifikovala v následující části a jejich důsledkem dojde k potřebě celkové výměny obrusných vrstev komunikace. V tabulce číslo 8 můžeme vidět celkový postupný nárůst dopravy, a to jak osobních automobilů, tak nákladních, které představují z hlediska zatížení a následného opotřebení vozovky náročnější variantu.

V návaznosti na výšše uvedené poruchy, které mohou nastat u asfaltových komunikací jsem níže, uvedla možné opravy těchto poruch včetně vyčíslení jejich nákladů.

- 1) Ztráta protismykových vlastností - tuto ztrátu přílnavosti povrchu komunikace můžeme odstranit pomocí broušení, frézování a následné aplikace dvouvrstvého nátěru

Tabulka č. 20 Náklady na opravu ztráty protismykových vlastností [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Frézování povrchu vozovky do hl. 2 cm	m <sup>2</sup>	45,32
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	5,86
Dvouvrstvý nátěr	m <sup>2</sup>	52,00

- 2) Ztráta hmoty z krytu - tyto nerovnosti ošetříme očištěním vozovky (zametením popřípadě očištěním vodou) a následným regeneračním postříkem, jednoduchým nebo dvouvrstevným nátěrem nebo použitím tenkého asfaltového koberce

Tabulka č. 21 Náklady na opravu ztráty hmoty z krytu, povrchové koroze [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	5,86
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Vrstvy pro obnovu, opravy z mikrokoberce tl. do 20 mm	m <sup>2</sup>	89,00
Dvouvrstvý nátěr	m <sup>2</sup>	52,00

Tabulka č. 22 Náklady na opravu ztráty hmoty z krytu, oprava výtluků [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	5,86
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	5,86
Vysprávkování výtluků asf. směsí za studena	t	16 398,19

- 3) Mrazové trhliny - v případě těchto poruch se provede vyfrézování trhliny, následně se provede očištění v místě, kde probíhalo frézování vozovky a poté se vyplní trhlina asfaltovou zálivkou. Na frekventovaných komunikacích, kde je potřeba provoz obnovit co nejdříve můžeme zálivku ošetřit vápencovým práškem viz. obrázek.



Obr. 25 Oprava trhlin [26]

Tabulka č. 23 Náklady na opravu mrazových trhlin [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Frézování spár a prasklin	bm	33,13
Očištění vyfrézovaných spar kompresorem	hod	279,00
Zalévání spar asfaltovou zálivkou	bm	61,94

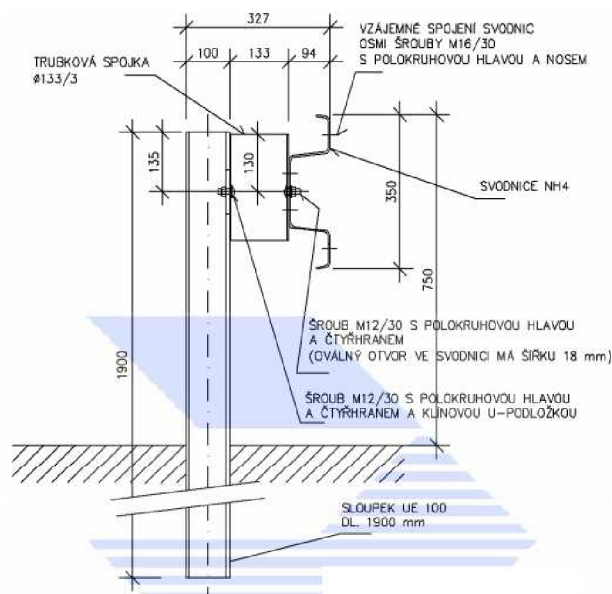
- 4) Sít'ové trhliny – u těchto trhlin provádíme opravu totožným způsobem, jak je uvedeno u mrazových trhlin viz. bod 3, včetně uvedených nákladů v tabulce číslo 22
- 5) Deformace vozovky – u deformací vozovky už musíme provést odstranění jednotlivých vrstev konstrukce komunikace v celé tloušťce v závislosti na stupni deformace, následně se provede očištění odstraněných vrstev a obnova konstrukce vozovky v původním rozsahu

Tabulka č. 24 Náklady na opravu deformací vozovky [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Přenosná semaforová souprava - dodávka, montáž, demontáž	kus	42 300,00
Frézování povrchu vozovky do hl. 40 mm	m <sup>2</sup>	58,10
Úklid frézovaného mat. doprava a poplatek za skládku	t	226,18
Čištění vozovek splachováním strojně	m <sup>2</sup>	1,17
Spojovací postřík z asfalt. emulze do 0,8kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	15,71
Asfaltový beton pro obrusné vrstvy ACO 11+, 11S	m <sup>3</sup>	4 940,00

### **Ocelová svodidla**

Pro vybraný úsek silnice, který je uvažován v extravilánu jsem zvolila ocelové svodidlo se zádržností N1, N2, jedná se o typ svodidla, který je právě v těchto úsecích nejčastěji používán. A podrobněji se na něj můžeme podívat na obrázku viz. níže, kde je znázorněna i hloubka uložení svodidla.



Obr. 26 Ocelové svodidlo [28]

U ocelových svodidel nejčastěji dochází k deformacím vlivem autonehody a, nebo v případě, že není prováděna letní údržba dojde k předčasné korozi ocelového svodidla vlivem klimatických podmínek.

V níže uvedené tabulce jsem uvedla přehled nejčastějších nákladů na opravu a údržbu svodidel.

Tabulka č. 25 Náklady na výměnu poškozených svodidel, vlivem autonehody [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Ocelová svodidla - likvidace	bm	234,26
Ocelová svodidla - zřízení, jednostranné	bm	1 956,07

Tabulka č. 26 Náklady na opravu svodidel, vlivem autonehody [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

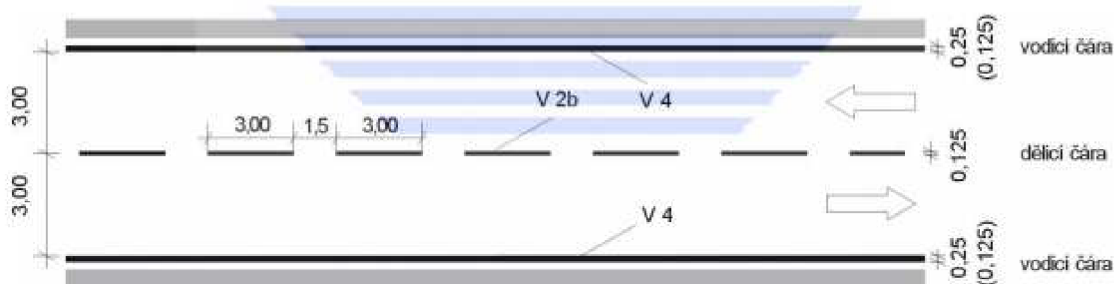
Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Ocelová svodidla - rovnání	bm	527,09
Nátěr svodidel s očištěním - stříkáním	bm	106,14

Tabulka č. 27 Náklady na údržbu svodidel, prevence proti korozi [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Řízení provozu a dozor	hod	284,98
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
Nátěr svodidel s očištěním - stříkáním	bm	106,14

### **Vodorovné dopravní značení**

Na úseku II/422 Podivín - Lednice uvažuji s instalací vodorovného dopravního značení strukturálním plastem zvučícím, které je vysoce odolné. Nejčastěji tento typ značení používáme u hodně zatěžovaných komunikacích a v úsecích kde požadujeme dlouhodobou odolnost proti vyjždění značení od vozidel. Ve velkých městech toto značení nahradilo značení jednosložkovými barvami. Značení plastem je velice odolné proti otěru a mechanickému poškození. U instalovaného vodorovné dopravní značení, vzhledem k jeho uvedeným vlastnostem, předpokládám životnost 10 let a po této době dojde ke kompletní rekonstrukci. Při najetí vozidla na čáru, která je tvořena strukturálním plastem, dochází k akustické odezvě. Není vhodný pro nápisy, symboly a značky.



Obr. 27 Příklad vodorovného dopravního značení na vozovce šířky 6 - 7 m [29]

V 4 ..... vodící čáry

V 2b ..... podélná čára přerušovaná

Tabulka č. 28 Náklady na obnovu a instalace vodorovného dopravního značení [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Odstranění VDZ frézováním	m <sup>2</sup>	89,83
Řízení provozu	hod	259,91
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	585,65
VDZ vodící proužky - předznačení	bm	1,51
VDZ dělicí čáry - předznačení	bm	1,82
Vodorovné DZ plošné ze strukturálních plastů	m <sup>2</sup>	646,40

### 7.3.2 Letní a zimní údržba silnic II. třídy

#### Letní údržba

Letní údržba, kterou provádí správa a údržba silnic Jihomoravského kraje na silnicích II. třídy, zahrnuje následující činnosti:

- čištění vozovek předsazeným, nebo závěsným koštětem
- čištění vozovek splachováním (strojně)
- čištění vozovek samosběrem (strojně)
- řízení provozu a dozor
- vysprávky asfaltových vrstev jsou řešeny v kapitole 7.3.1 a jejich vliv na výši nákladů bude řešen v celkovém přehledu provozních nákladů za uvažované období životnosti, tudíž v nákladech na letní údržbu s nimi nebudeme počítat
- v rámci letní údržby je uvažováno i s obnovou VDZ a svodidel, která je řešena v kapitole 7.3.1 a bude započítána v celkovém přehledu provozních nákladů

- rigoly čištění od nánosů tl. 5 cm (strojně)
- kosení travních porostů (strojně) pod svodidly
- kosení travních porostů (strojně)
- ošetření travních porostů chemickými prostředky
- údržba – zalévání
- řez a průhlest ze země
- vysazování stromů listnatých s balem
- kácení včetně odvětvění
- štěpkování
- likvidace pařezů do průměru 500 mm
- likvidace pařezů nad průměr 500 mm
- skládka odpadového dřeva

Tabulka č. 29 Náklady na letní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Čištění vozovek předsazeným, nebo závěsným koštětem	m <sup>2</sup>	1,89
Čištění vozovek splachování (strojně)	m <sup>2</sup>	1,17
Čištění vozovek samosběrem (strojně)	m <sup>2</sup>	2,11
Řízení provozu a dozor	hod	299,89
Rigoly čištění od nánosů tl. 5 cm strojně	bm	10,57
Kosení travních porostů (strojně) pod svodidly	m <sup>2</sup>	1,10
Kosení travních porostů (strojně)	m <sup>2</sup>	0,70
Ošetření travních porostů chemickými prostředky	m <sup>2</sup>	2,52
Údržba - zalévání	kus	36,96
Řez a průhlest ze země	kus	194,85
Vysazování stromů listnatých s balem	kus	3 100,00
Kácení včetně odvětvění	kus	1 956,07
Štěpkování	hod	1 183,01
Likvidace pařezů do průměru 500 mm	kus	563,53
Likvidace pařezů nad průměr 500 mm	kus	686,28
Skládka odpadového dřeva	t	500,00



Tabulka č. 30 Náklady na letní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Čištění vozovek předsazeným, nebo závěsným koštětem	m <sup>2</sup>	8 000,00	1,89	15 120,00
Čištění vozovek splachování (strojně)	m <sup>2</sup>	8 000,00	1,17	9 360,00
Čištění vozovek samosběrem (strojně)	m <sup>2</sup>	8 000,00	2,11	16 880,00
Řízení provozu a dozor	hod	2,00	299,89	599,78
Rigoly čištění od nánosu tl. 5 cm strojně	bm	2 000,00	10,57	21 140,00
Kosení travních porostů (strojně) pod svodidly	m <sup>2</sup>	600,00	1,10	660,00
Kosení travních porostů (strojně)	m <sup>2</sup>	2 000,00	0,70	1 400,00
Ošetření travních porostů chemickými prostředky	m <sup>2</sup>	2 000,00	2,52	5 040,00
Údržba - zalévání	kus	900,00	36,96	33 264,00
Celkové náklady na rok letní údržby v Kč s DPH				103 463,78

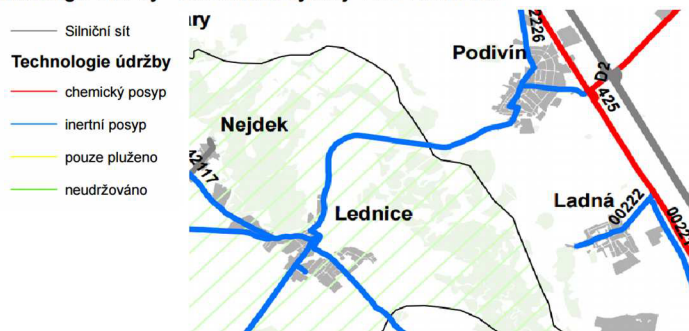
V následující tabulce jsem uvažovala náklady, které se provádějí každý rok jak si můžeme povšimnout, že jsem zde nezahrnovala výsadbu nových listnatých stromů a likvidaci uhynulých stromů. Čištění rigolů jsem uvažovala po obou strannách vozovky, kosení travních porostů pod svodidly bude prováděné v šířce 30 cm a to po obou stranách komunikace a jeden metr bude prováděn kosení strojně a následně tuto část ošetříme chemickými prostředky. Z hlediska stromů bude prováděno pravidelné zalévání a prořezávání větví, které zasahují do vozovky, tento náklad jsem započítala v celkových nákladech po celou dobu životnosti vozovky ve výši 58 455 Kč, a toto ošetření bude vždy potřeba provést jednou za tři roky. Během letního období jsem uvažovala se zaléváním vysazovaných stromů podél komunikace vždy 3x do roka.

### Zimní údržba

Zkoumaný úsek II/422 Podivín – Lednice je dle níže vložené mapy ošetřován v zimním období inertním posypem.

### **Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje**

Technologie údržby - Jihomoravský kraj - ZÚS 2016/2017



Obr. 28 Technologie zimní údržby předmětného úseku [30]

Zimní údržba především respektuje dopravní důležitost silnic dle jejich intenzity dopravy. Silniční síť je rozdělena do tří pořadí důležitosti s časovými lhůtami pro snížení závad ve sjízdnosti, které mohou být způsobeny povětrnostními vlivy, a to u rychlostních silnic do 2 hodin, u silnic I. pořadí do 3 hodin, u silnic II. pořadí do 6 hodin a u silnic III. pořadí do 12 hodin. Můj zkoumaný úsek spadá do silnic II. pořadí.

Od zimního období 2013/2014 zajišťuje SÚS JMK dispečersko-zpravodajskou službu o sjízdnosti silnic nepřetržitě na jednom pracovišti (v sídle ředitelství Brno, Ořechovská 35).

Tabulka č. 31 Náklady na zimní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	JC [Kč s DPH/MJ]
Odstranění sněhu předsazenou radlicí	km	128,85
Posyp vozovek inertním materiálem	km	122,99
Posypový materiál	t	2 006,00
Kontrolní jízdy osobním automobilem	km	65,87
Dispečerská služba	hod	409,96
Pohotovost dom. mimo zás. dny	hod	64,42
Připravenost k zásahu na pracovišti	hod	175,70
Úklid po zimně	km	5 154,84

Tabulka č. 32 Náklady na zimní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH] za celý JMK (4 200 km)	Celkem [Kč s DPH] za zkoumaný úsek
Odstranění sněhu předsazenou radlicí	km	163 800	128,85	21 105 630,00	5 025,15
Posyp vozovek inertním materiálem	km	163 800	122,99	20 145 762,00	4 796,61
Posypový materiál	t/km	22 132	2 006,00	44 396 792,00	10 570,66
Kontrolní jízdy osobním automobilem	km	42 000	65,87	2 766 540,00	658,70
Dispečerská služba	hod	2 400	409,96	983 904,00	234,26
Pohotovost dom. mimo zás. dny	hod	86 400	64,42	5 565 888,00	1 325,21
Připravenost k zásahu na pracovišti	hod	86 400	175,70	15 180 480,00	3 614,40
Úklid po zimně	km	4 200	5 154,84	21 650 328,00	5 154,84
Celkové náklady na rok zimní údržby v Kč s DPH					31 379,84

V následující tabulce jsem uvažovala náklady, které jsem stanovila pro následující zimní období, tedy v letech 2016/2017. Pro stanovení nákladů jsem použila ceník služeb Správy a údržby silnic Jihomoravského kraje. V rámci údržby v zimním období je ošetřováno celkem 4 200 km silni I., II. a III. třídy. Dále jsem rozebrala jak jsem došla na počty měrných jednotek u jednotlivých položek.

Sledované období zimní údržby uvažuji od listopadu do konce března. V rámci odstranění sněhu a posypu vozovek, který je prováděn následně po odstranění sněhové pokrývky pomocí předsazené radlice. U těchto položek jsem počet měrných jednotek počítala, tak že jsem si vzala délku celkového ošetřovaného úseku vynásobenoého počtem 39 dnů, kdy je předpoklad, že bude docházet k sněhovým srážkám na základě dlouhodobého sledování Českého hydrometeorologického ústavu. U posypového materiálu jsem stanovila spotřebu na základě vývoje využití inertního materiálu od roku 2001/2002 – 2014/2015, které jsou zveřejněny na webových stránkách Správy a údržby silnic Jihomoravského kraje. Na základě výpočtů ze sledovaných období vychází průměrná spotřeba na 5,27 t na km udržovaného úseku za celé zimní období. U kontrolních jízd osobním automobilem jsem počet měrných jednotek stanovila tak, že jsem uvažovala na celkový ošetřovaný úsek jízdu 2x do měsíce.

V rámci stanovení počtu hodin u dispečerských služeb, zajištění odklizení sněhové pokrývky a posypu ošetřovaných úseků jsem využila následujících informací. Od zimního období 2013/2014 zajišťuje SÚS JMK dispečersko-zpravodajskou službu o sjízdnosti silnic nepřetržitě na jednom pracovišti, kde uvažujeme dvou směnný provoz tzn. práce pro dva dispečery a tři zaměstnance na každé ze šesti oblastí, kteří budou zajišťovat odstranění sněhové pokrývky přímo na udržovaných úsecích.

### 7.3.3 Stanovení nákladů na celkovou dobu životnosti komunikace

U zkoumaného úseku II/422 Podivín – Lednice uvažuji celkovou životnost vozovky na 25 let. V tomto období jsem stanovila tabulku, kde jsem zhrnula komplexní náklady pro obnovu, údržbu a provoz komunikace.

#### Náklady na opravu asfaltové vrstev za celkovou dobu životnosti vozovky

Mezi nejčastěji se vyskytujícími poruchami vozovek v prvních letech provozu komunikace dochází ke vzniku trhlin, jejichž náklady na opravu jsem uvedla v následující části.

Tabulka č. 33 Náklady na odstranění trhlin [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu a dozor	hod	8	284,98	2 279,84
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Frézování spár a prasklin	bm	6	33,13	198,78
Očištění vyfrézovaných spar kompresorem	hod	2	279,00	558,00
Zalévání spar asfaltovou zálivkou	bm	6	61,94	371,64
Celkové náklady na odstranění trhlin v Kč s DPH				4 580

V tabulce č. 33 jsem stanovila náklady na opravu trhlin v obrusné vrstvě komunikace. Vznik trhlin v obrusné vrstvě předpokládám po 8 letech provozu na komunikaci.

Na následujícím obrázku můžeme vidět výše uvedený způsob opravy trhlin na vozovce.



Obr. 29 Příklad opravy trhlin na obrusné vrstvě vozovky [31]

V následující části jsem se věnovala předpokládané ztrátě protismykových vlastností vlivem narůstající intenzity dopravy, a to jak osobních, tak nákladních vozidel.

Ke ztrátě protismykových vlastností povrchu dochází uzavřením povrchu vozovky, kde dojde k zaoblení vystupujících zrn kameniva tzn., že dojde ke ztrátě mikrotextury povrchu vozovky. Tento jev jsem uvedla na následujícím obrázku.



Obr. 30 Příklad ztráty mikrotextury na vozovce [25]

Tabulka č. 34 Náklady na ztrátu protismykových vlastností [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu a dozor	hod	16	284,98	4 559,68
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Frézování povrchu vozovky do hl. 2 cm	m <sup>2</sup>	8000	45,32	362 560,00
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	8000	5,86	46 880,00
Dvouvrstvý nátěr	m <sup>2</sup>	8000	52,00	416 000,00
Celkové náklady na opravu ztráty protismykových vlastností v Kč s DPH				831 171

V tabulce č. 34 jsem uvedla celkové náklady na opravu ztráty protismykových vlastností u mého zkoumaného úseku, kde vlivem narůstající dopravy a zkušeností s opravami obdobných povrchů jsem stanovila, že k této opravě dojde po 10 letech provozu na komunikaci.

V další části předpokládám celkovou výměnu obrusné vrstvy, a to z těchto důvodů, po 8 letech dojde ke vzniku trhlin, které budou lokálně zapraveny, poté dojde ke ztrátě protismykových vlastností, které také zapravíme, ale v této době dochází k vystupování trhlin na povrch, které se rozšiřují do síťových trhlin a v některých místech vozovky vznikají výtluky, které se objevují z důvodu ztráty hmoty celého krytu. Je to ohraničená „díra“ v celé tloušťce obrusné vrstvy. Z tohoto důvodu přistupuji na tuto opravu, kterou je celková výměna obrusné vrstvy. Jejichž náklady jsem stanovila v tabulce viz. níže. Tuto opravu očekávám po 15 letech provozu.

Tabulka č. 35 Náklady na obnovu obrusné vrstvy [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2,00	585,65	1 171,30
Přenosná semaforová souprava - dodávka, montáž, demontáž	kus	2,00	42 300,00	84 600,00
Frézování povrchu vozovky do hl. 40 mm	m <sup>2</sup>	8 000,00	58,10	464 800,00
Úklid frézovaného mat. doprava a poplatek za skládku	t	752,00	226,18	170 087,36
Čištění vozovek splachováním strojně	m <sup>2</sup>	8 000,00	1,17	9 360,00
Spojovací postřik z asfalt. emulze do 0,8kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	8 000,00	15,71	125 680,00
Asfaltový beton pro obrusné vrstvy ACO 11+, 11S	m <sup>3</sup>	320,00	4 940,00	1 580 800,00
Celkové náklady na výměnu ACO 11+ v Kč s DPH				2 436 499

Po 6 letech od předpokládané výměny kompletní obrusné vrstvy předpokládám vznik síťových trhlin, které nejsou tak rozšířené, a to z důvodu předchozí investice do výměny obrusné vrstvy, z tohoto důvodu nepočítám se zapravením trhlin. Po dalších dvou letech

provozu dojde k rozšíření trhlin do takové míry, že z nich vzniknou výtluky. V tabulce č. 36 jsem uvedla soupis prací, které jsou potřebné pro provedení opravy mnou uvažovaných výtluků.

Tabulka č. 36 Náklady na opravu výtluků [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	10	5,86	58,60
Řízení provozu a dozor	hod	8	284,98	2 279,84
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Čištění vozovek metením ručně	m <sup>2</sup>	10	5,86	58,60
Vysprávký výtluků asf. směsí za studena	t	0,94	16 398,19	15 414,30
Celkové náklady na opravu výtluků v Kč s DPH				18 983

Na obrázku můžeme vidět příklad výtluku, který vzniká rozšířením síťových trhlin.



Obr. 31 Příklad ztráty mikrotextury na vozovce [32]

### Náklady na opravu svodidel za celkovou dobu životnosti vozovky

Ze shromážděných údajů a zkušeností v Břeclavském okrese na extravilánových úsecích dochází k nehodovosti vozidel 3x za celkovou dobu životnosti vozovky a z toho 2x lze svodidla pouze opravit a v jednom případě dochází ke kompletní výměně svodidel.

V případech kdy dochází pouze k narovnání svodidla uvažují s výskytem koroze opravovaných částí svodidla. A v takovém případě je potřeba část svodidla ošetřit co nejdříve, aby nedocházelo k dalšímu rozšiřování koroze. Níže v následujících tabulkách jsem zhrnula soupisy prací na jednotlivé problémy.

Tabulka č. 37 Náklady na výměnu svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu a dozor	hod	8	284,98	2 279,84
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Ocelová svodidla - likvidace	bm	15	234,26	3 513,90
Ocelová svodidla - zřízení, jednostranné	bm	15	1 956,07	29 341,05
Celkové náklady na výměnu zdeformovaných svodidel v Kč s DPH				36 306

Tabulka č. 38 Náklady na narovnání svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu a dozor	hod	8	284,98	2 279,84
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Ocelová svodidla - rovnání	bm	15	527,09	7 906,35
Nátěr svodidel s očištěním - stříkáním	bm	15	106,14	1 592,10
Celkové náklady na rovnání svodidel v Kč s DPH				12 950

Tabulka č. 39 Náklady na opravu koroze svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu a dozor	hod	4	284,98	1 139,92
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
Nátěr svodidel s očištěním - stříkáním	bm	15	106,14	1 592,10
Celkové náklady na opravu z důvodu koroze v Kč s DPH				3 903

### **Náklady na opravu vodorovného dopravního značení za celkovou dobu životnosti vozovky**

Podle výše uvedených prací, které budeme provádět na asfaltových vrstvách mi z toho plyne, že obnova vodorovného dopravního značení mi vyjde 2x za celkovou dobu životnosti vozovky. První obnova vodorovného dopravního značení vychází z provedení nátěru, který provedeme z důvodu ztráty protismykových vlastností. V druhém případě dojde k celkové výměně obrusné vrstvy, z které plyne obnova vodorovného dopravního značení.

V níže uvedené tabulce jsem vyčíslila veškeré náklady spojené s obnovou vodorovného dopravního značení.

Tabulka č. 40 Náklady na obnovu vodorovného dopravního značení [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].

Popis provedených prací	MJ	Množství	JC [Kč s DPH/MJ]	Celkem [Kč s DPH]
Řízení provozu	hod	16	259,91	4 158,56
Osazení a odstranění přenosné DZ	kus	2	585,65	1 171,30
VDZ vodící proužky - předznačení	bm	4000	1,51	6 040,00
VDZ dělicí čáry - předznačení	bm	1000	1,82	1 820,00
Vodorovné DZ plošné ze strukturálních plastů	m <sup>2</sup>	1125	646,40	727 200,00
Celkové náklady na obnovu vodorovného dopravního značení v Kč s DPH				740 390

### **Náklady na opravu a údržbu zkoumaného úseku po dobu 25 let**

Prvním krokem jsem si zjistila zdrojová data pro stanovení predikce počtu dnů se sněhovou pokrývkou. Tato data jsou důležitá pro sestavení nákladů na zimní údržbu během celkové doby životnosti vozovky. Následující graf zobrazuje počty dnů se sněžením v době od roku 2005/2006 do roku 2015/2016 včetně predikce pro letošní zimní sezónu tak jak jsou poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem.



Obr. 32 Data pro předpověď [33]



Na základě veškerých dostupných dat jsem si sestavila predikci počtu dnů se sněžením po celou dobu životnosti komunikace, jejíž mocniná rovnice předpovědi je zobrazena na obr. č 33.



Obr. 33 Počet dnů se sněžením [vlastní tvorba]

Ná základě dostupných dat a sestavené rovnice predikce, jsem sestavila graf počtu dnů se sněžením po celou dobu životnosti vozovky, tak abych mohla stanovit náklady za jednotlivé zimní období. Mnou uvažována predikce vychází na základě historických dat a z výsledných údajů je vidět postupné snižování počtu dnů, kdy bude docházet ke sněhovým srážkám. Tento trend zobrazuje i současný vývoj změny klimatu, kdy dochází k poklesu mrazivých dnů, a naopak nárůst dnů s tropickými teplotami.

Tabulka č. 41 Náklady na letní a zimní údržbu [vlastní tvorba].

Sezóna	Letní údržba [Kč s DPH]	Zimní údržba [Kč s DPH]	Sezóna	Letní údržba [Kč s DPH]	Zimní údržba [Kč s DPH]
2016	103 464	12 552	2029	103 464	27 197
2017	103 464	30 543	2030	161 919	26 988
2018	161 919	28 750	2031	103 464	26 674
2019	103 464	28 272	2032	103 464	26 674
2020	103 464	28 556	2033	161 919	26 674
2021	161 919	28 243	2034	103 464	26 674
2022	103 464	28 243	2035	103 464	26 465
2023	103 464	28 033	2036	161 919	26 151
2024	161 919	27 720	2037	103 464	26 151
2025	103 464	27 720	2038	103 464	26 151
2026	103 464	27 511	2039	161 919	26 151
2027	161 919	27 197	2040	103 464	26 151
2028	103 464	27 197			

V tabulce č.41 jsem uvedla jednotlivé náklady na letní a zimní údržbu po celkovou dobu životnosti vozovky. V rámci letní údržby uvažuji jednou za tři roky s prožezáním větví, které zasahují do vozovky. Zimní údržbu jsem počítala tak, že v prvním roce 2016 jsou náklady za listopad a prosinec daného roku a do roku 2017 jsem započítala tři měsíce ze zimní sezóny 2016/2017 a dva měsíce z následující sezóny 2017/2018.

Tabulka č. 42 Náklady na celou životnost stavby [vlastní tvorba].

Sezóna	Letní údržba [Kč s DPH]	Zimní údržba [Kč s DPH]	Asfaltové vrstvy [Kč s DPH]	Vodorvné dopravní značení [Kč s DPH]	Svodidla [Kč s DPH]	Celkem [Kč s DPH]
2016	103 464	12 552	0	0	0	116 016
2017	103 464	30 543	0	0	0	134 007
2018	161 919	28 750	0	0	0	190 669
2019	103 464	28 272	0	0	0	131 736
2020	103 464	28 556	0	0	0	132 020
2021	161 919	28 243	0	0	0	190 161
2022	103 464	28 243	0	0	0	131 706
2023	103 464	28 033	4 580	0	16 853	152 930
2024	161 919	27 720	0	0	0	189 639
2025	103 464	27 720	831 171	740 390	0	1 702 745
2026	103 464	27 511	0	0	0	130 974
2027	161 919	27 197	0	0	0	189 116
2028	103 464	27 197	0	0	0	130 661
2029	103 464	27 197	0	0	0	130 661
2030	161 919	26 988	2 436 499	740 390	36 306	3 402 101
2031	103 464	26 674	0	0	0	130 138
2032	103 464	26 674	0	0	0	130 138
2033	161 919	26 674	0	0	0	188 593
2034	103 464	26 674	0	0	0	130 138
2035	103 464	26 465	0	0	0	129 929
2036	161 919	26 151	0	0	0	188 070
2037	103 464	26 151	0	0	0	129 615
2038	103 464	26 151	18 983	0	16 853	165 451
2039	161 919	26 151	0	0	0	188 070
2040	103 464	26 151	0	0	0	129 615
<b>Celkové náklady za celou dobu životnosti v Kč s DPH</b>						<b>8 564 896</b>

V tabulce č. 42 můžeme vidět celkové náklady za celou dobu životnosti vozovky. V jednotlivých letech jsem stanovila náklady dle výše uvedených informací v rámci analýzy nejnákladnějších částí liniové stavby. Při zahrnutí veškerých předpokládaných vlivů mi poté celkové náklady na údržbu jednoho kilometru komunikace za dobu 25 let, vychází 8 564 896 Kč.

### 7.3.3 Výpočet LCC pomocí deterministického přístupu ke kalkulaci

Výpočet jsem provedla pomocí vzorce:

$$LCC = C_P + \sum_{t=0}^{LC} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Kde:

LCC ..... jsou celkové náklady životního cyklu v současné hodnotě

$C_P$  ..... náklady na pořízení

$r$  ..... diskontní sazba

$C_t$  ..... je součet všech relevantních provozních nákladů po dobu životnosti (LC) po odečtu pozitivních peněžních toků

LC ..... je délka životního cyklu stavby

Náklady na pořízení budu uvažovat dle naceněného rozpočtu pomocí programu Aspe, které mi vyšly na 18 962 700 Kč bez DPH. Do nákladů na pořízení zahrnuji i vedlejší rozpočtové náklady, které jsem vypočítala pomocí uniky 2016 na 1 094 742 Kč bez DPH. Diskontní sazbu uvažuji 4%, kterou mi stanovují obecná pravidla pro zpracování žádostí o zajištění finančních prostředků z Integrovaného regionálního operačního programu (IROP). V následující tabulce jsem znázornila diskontované náklady na provoz komunikace v jednotlivých letech.

Tabulka č. 43 Diskontované náklady, ceny jsou uváděny v Kč s DPH [vlastní tvorba].

Sezóna	Celkem	Diskontované náklady	Sezóna	Celkem	Diskontované náklady	Sezóna	Celkem	Diskontované náklady	
2016	116 016	116 016	2025	1 702 745	1 196 326	2033	188 593	96 819	
2017	134 007	128 853	2026	130 974	88 482	2034	130 138	64 240	
2018	190 669	176 284	2027	189 116	122 846	2035	129 929	61 670	
2019	131 736	117 113	2028	130 661	81 610	2036	188 070	85 833	
2020	132 020	112 851	2029	130 661	78 471	2037	129 615	56 879	
2021	190 161	156 299	2030	3 402 101	1 964 629	2038	165 451	69 813	
2022	131 706	104 089	2031	130 138	72 261	2039	188 070	76 305	
2023	152 930	116 214	2032	130 138	69 482	2040	129 615	50 565	
2024	189 639	138 567	<b>Celkem diskontované náklady na provoz v Kč s DPH</b>						<b>5 402 516</b>

Délku životního cyklu uvažuji u liniové stavby na 25 let. Po dosazení všech hodnot do rovnice mi LCC vyjde dle vzorec níže. Ceny do vzorce jsem dosadila v Kč s DPH [21%].

$$\text{LCC} = 24\,269\,505 + 5\,402\,516$$

$$\text{LCC} = 29\,672\,021 \text{ Kč s DPH}$$

Náklady životního cyklu stavby mi podávají informace o celkových nákladech, které budu potřebovat vynaložit na provoz a údržbu námí zvoleného zkoumaného úseku.

## 8. Závěr

Po definici základních pojmů k danému tématu diplomové práce jsem se věnovala aplikaci BIM modelu na liniovou stavbu. Jako zkoumaný úsek jsem si zvolila kolimetrovou část extravilánu II/422 Podivín – Lednice. V mé práci uvažuji s výstavbou nové komunikace. Z důvodu, že uvažuji se stavbou v místě, kde silnice dříve nevedla muselo dojít k většímu množství zemních prací.

Prvním úkolem bylo sestavení modelu na úrovni detailu LOD 100. Ke konkrétnímu modelu jsem si stanovila dvě základní informace podle, kterých jsem mohla sestavit cenu zkoumaného úseku. Základními informacemi bylo stanovení JKSO a konstrukčně materiálové charakteristiky a pomocí těchto informací a zaměření plochy stavěného úseku jsem spočítala základní rozpočtové náklady stavby, které mi vyšly 25 632 000 Kč bez DPH. Dále bylo potřeba stanovit i vedlejší rozpočtové náklady, které jsem spočítala pomocí UNIKY a základních rozpočtových nákladů. Vedlejší rozpočtové náklady zahrnují shromáždění veškerých podkladů, průzkumy, jednotlivé stupně projektových dokumentací, projednání dokumentace s dotčenými orgány, autorský dozor, kolaudační řízení. Vedlejší rozpočtové náklady pro zkoumaný úsek mi vyšly 1 094 742 Kč bez DPH. Z toho plyne, že zkoumaný úsek v úrovni LOD 100 mi vyšel 32 339 358 Kč s DPH. Úroveň LOD 100 nám poskytuje pouze základní informace a z hlediska realizace je potřeba detailněji propracovaný model, který nám poskytne veškeré údaje potřebné pro výstavbu, proto byl vypracován model na úrovni LOD 200.

V úrovni LOD 200 jsem stanovila pro jednotlivé oddíly komunikace potřebné informace pro ocenění liniové stavby. Výsledný model v úrovni LOD 200 je zobrazen na obrázku č. 17. Pro sestavení rozpočtu stavby jsem si zvolila konkrétní informace, které vystihují realizaci daného projektu. Rozpočet stavby jsem sestavila v programu Aspe, který mi vyšel 18 962 700 Kč bez DPH. Vedlejší rozpočtové náklady jsem stanovila obdobně jako v úrovni LOD 100. Celková cena stavby v detailu LOD 200 je 24 269 505 Kč s DPH.

Z uvedených informací vyplývá, že ocenění stavby je v jednotlivých úrovních rozdílné, a to z toho důvodu, že na úrovni s LOD 100 pracuji s méně informacemi než, které jsou potřebné pro náš zkoumaný úsek. LOD 200 je více technicky specifikován a to tím, že si můžu vybrat mezi druhy vodorovného dopravního značení, zádržností svodidel, počtem dopravního značení apod.

V poslední kapitole praktické části jsem se věnovala provozním nákladům, která jsou z pohledu BIM modelování nejdůležitější fází životního cyklu liniové stavby. V první řadě jsem se věnovala nejnákladnějším částem liniové stavby, mezi které patří asfaltové vrstvy, vodorovné dopravní značení a svodidla. U asfaltových vrstev jsem analyzovala náklady na opravy asfaltových krytů z hlediska nejčastěji se vyskytujících poruch. Mezi ně jsem zařadila ztrátu protismykových vlastností, ztráty hmoty z krytu, mrazové trhliny, síťové trhliny a deformaci vozovky. Nejnákladnější opravou obrusné vrstvy je její kompletní výměna z hlediska veškerých deformací po 15 letech provozu a provedených opravách, které jsem předpokládala po 8 letech odstranění trhlin a po 10 letech oprava ztráty protismykových vlastností. U vodorovného dopravního značení bylo potřeba provést kompletní obnovu po opravě ztráty protismykových vlastností, kde dojde k odfrézování 2 cm a po výměně obrusné vrstvy. U svodidel jsem analyzovala

náklady na opravu, popřípadě výměnu na základě zkušeností pracovníků oblasti Břeclav na obdobném úseku.

V rámci letní a zimní údržby jsem analyzovala náklady na práce, které jsou spojené se zajištěním provozu na komunikaci. Na cenu letní údržby nemá takový vliv vývoj počasí, proto jsem neuvažovala s její proměnlivostí během celého životního cyklu. V rámci zimní údržby bylo ovšem nutné stanovit predikci budoucího vývoje počtu dnů se sněžením, které ovlivňují spotřebu inertního posypového materiálu i počty zásahů sněžného pluhu. Na základě získaných podkladů a sestaveného grafu vývoje můžeme vidět klesající tendenci počtu dnů se sněžením, které vedou ke snížení nákladů na zimní údržbu. Shrnutí veškerých provozních nákladů na celkovou dobu životnosti komunikace je uvedeno v tabulce č. 41, a tyto náklady mi vyšly 8 564 896 Kč s DPH.

Posledním krokem v praktické části bylo vypočítání LCC pomocí deterministického přístupu ke kalkulaci a tyto náklady činí 29 672 021 Kč s DPH.

Závěrem je BIM modelování praktické pro celkovou výstavbu a usnadňuje monitoring problematických částí stavby v době provozu. Napomáhá správci komunikace sestavovat finanční plán z hlediska budoucích výdajů na opravy a tím i lépe plánovat celkovou správu svěřených komunikací. V budoucnosti bychom tento způsob mohli dále využít nejen na plánování opravy komunikací, ale i v rámci výstavby a rekonstrukcí stávajících komunikací z toho důvodu, že BIM model poskytuje potřebné informace o celkových výdajích po dobu životnosti příslušných komunikací a tím umožňuje správci komunikace lépe plánovat budoucí výstavbu, rekonstrukci a opravy.

Toto téma mě zaujalo a po bližším seznámení s BIM modelováním bych se tomuto modelování chtěla nadále věnovat a tím se i podílet na jeho rozvoji a aplikaci tohoto způsobu řešení celkové výstavby včetně provozní části komunikace.

## 9. SEZNAM LITERATURY

- [1] AIGEL, Petr, Jana NOVÁKOVÁ a Miloš WALDHANS. Cena a životní cyklus stavebního díla: sborník příspěvků ze semináře s mezinárodní účastí. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006, 178 s. ISBN 80-214-3189-x
- [2] TICHÁ, MARKOVÁ, PUCHÝŘ: Ceny ve stavebnictví I, ÚRS sro Brno, 1999
- [3] Rozpočtování a oceňování stavebních prací. Praha: ÚRS, 2009. Cenová soustava ÚRS. ISBN 978-80-7369-239-1.
- [5] MARKOVÁ, Leonora. *Náklady životního cyklu stavby: náklady investora, celospolečenské dopady*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 125 s. ISBN 978-80-7204-762-8.
- [6] Pokyn F ke směrnici o stavebních výrobcích 89/106/EHS, Trvanlivost a směrnice o stavebních výrobcích, Brusel 2002, ENTRV/G5 Gk 24
- [7] Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek. Technické podmínky. Metodika návrhu údržby a oprav vozovek včetně využití systémů hospodaření s vozovkou. TP 87. Brno: VUT-FAST, 1996.
- [8] ŘIKAČ, Karel. 2000. Náklady, ceny, rentabilita. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 113 s. ISBN 80-708-2669-X.
- [9] DYNTAROVÁ, Věra a Lubomír POUŠEK. 2009. Náklady, kalkulace a ceny. Vyd.1. V Praze: České vysoké učení technické, 117 s. ISBN 978-80-01-04215-1.
- [10] FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Praha: Grada Publishing, 2005. Expert (Grada). ISBN 80-247-0939-2.
- [12] Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrovou a účelovou jednotku. Praha: ÚRS Praha, 1989. Rozpočtové ukazatele stavebních objektů.
- [36] Příručka rozpočtáře: rozpočtování a oceňování stavebních prací. Praha: ÚRS, 2015-, s. Cenová soustava ÚRS.
- [37] Provozní náklady Správy a údržby silnic Jihomoravského kraje
- [38] Sazebník pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností 2016. Unika. Ukružní 1210, Kolín V. 280 00: Unika, 2016.

## 10. SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍSPĚVKŮ

- [4] Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací, [online]. [cit.2016-03-05] Dostupné z: [http://www.tridniky.cz/PDF/OTSKP\\_2016\\_III.pdf](http://www.tridniky.cz/PDF/OTSKP_2016_III.pdf)
- [11] Životní cyklus staveb, [online]. [cit.2016-18-05] Dostupné z: [www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb](http://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb)
- [13] Fáze investičního procesu, [online]. [cit.2016-02-04] Dostupné z: <http://www.podnikator.cz/zacatek-podnikani/byznys-plan/n:16569/faze-investicniho-procesu>
- [14] Schéma komunikace, [online]. [cit.2016-06-06] Dostupné z: [blog.zilicus.com/wordpress/gear-team-manage-project-deadline](http://blog.zilicus.com/wordpress/gear-team-manage-project-deadline)
- [15] ČERNÝ, Martin. BIM příručka. 1. vyd. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, 75 s. ISBN 978-80-260-5296-8.
- [16] Pozice vývoje BIM modelování, [online]. [cit.2016-15-06] Dostupné z: [constructioncode.blogspot.cz/2014/09/bim-levels-of-maturity.html](http://constructioncode.blogspot.cz/2014/09/bim-levels-of-maturity.html)
- [17] Komunikace BIM projektování, [online]. [cit.2016-18-06] Dostupné z: [www.mem-design.cz/av-media-komunikace-obrazem/](http://www.mem-design.cz/av-media-komunikace-obrazem/)
- [18] Dimenze BIM modelování, [online]. [cit.2016-21-06] Dostupné z: [www.twoplussoft.com/TwoPlus+6D+BIM/index.html](http://www.twoplussoft.com/TwoPlus+6D+BIM/index.html)
- [19] ABOUT BIM AND IFC. *Solibri* [online]. [cit. 2016-26-06]. Dostupné z: <http://www.solibri.com/support/bim-ifc/>
- [20] Autodesk. *BIM and Cost Estimating: REVIT® BUILDING INFORMATION MODELING* [online]. : 8 [cit. 2016-12-26]. Dostupné z: [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/aec\\_customer\\_story\\_en\\_v9.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf)
- [21] Úroveň BIM modelu, [online]. [cit.2016-01-07] Dostupné z: [www.bimfo.cz/Aktuality/LOD-Level-of-Development.aspx](http://www.bimfo.cz/Aktuality/LOD-Level-of-Development.aspx)
- [22] Náklady na celkovou životnost, [online]. [cit.2016-04-05] Dostupné z: <http://sil.fce.vutbr.cz/kudrna/student/CM51/Dia 10-9 WLC>
- [23] Metodika LCC, [online]. [cit.2016-15-05] Dostupné z: [www.cesti.cz/wc15/CESTI2015.pdf](http://www.cesti.cz/wc15/CESTI2015.pdf)
- [24] Facility management, [online]. [cit.2016-02-08] Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/6D\\_BIM](https://en.wikipedia.org/wiki/6D_BIM)
- [25] Katalog poruch netuhých vozovek, [online]. [cit.2016-02-07] Dostupné z: [www.pjpk.cz/TP%2082.pdf](http://www.pjpk.cz/TP%2082.pdf)
- [26] Pavol Marek, Opravy a zalévání spar cest, silnic, Jihomoravský kraj [online]. 18.9.2016, [cit.2015-04-18] Dostupné z: <http://nabidky.edb.cz/Nabidka-37509-Opravya-zalevani-spar-cest-silnic-Jihomoravsky-kraj>
- [27] Celostátní sčítání dopravy, [online]. [cit.2016-13-10] Dostupné z: [www.scitani2010.rsd.cz](http://www.scitani2010.rsd.cz)
- [28] Ocelová svodidla arcelormittal, [online]. [cit.2016-16-10] Dostupné z:



- <http://www.pjpk.cz/TP%20167.pdf>
- [29] Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, [online]. [cit.2016-22-10] Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20133.pdf>
- [30] Mapa technologie, [online]. [cit.2016-26-10] Dostupné z: [www.susjmk.cz/wpimages/other/art165/mapatechnologie2016.pdf](http://www.susjmk.cz/wpimages/other/art165/mapatechnologie2016.pdf)
- [31] Silnice a železnice, [online]. [cit.2016-26-10] Dostupné z: [www.silnice-zeleznice.cz/clanek/nove-technologie-udrzby-a-oprav-asfaltovych-vozovek-se-zameruji-na-usporu-materialu-a-snizeni-hluku/](http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/nove-technologie-udrzby-a-oprav-asfaltovych-vozovek-se-zameruji-na-usporu-materialu-a-snizeni-hluku/)
- [32] Poruchy netuhých vozovek, [online]. [cit.2016-06-11] Dostupné z: [Fast10.vsb.cz/rezac/download/poruchy-netuhych-vozovek.pdf](http://Fast10.vsb.cz/rezac/download/poruchy-netuhych-vozovek.pdf)
- [33] Měsíční data počasí, [online]. [cit.2016-18-11] Dostupné z: [Portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data](http://Portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data)
- [34] Svodidla na pozemních komunikacích, [online]. [cit.2016-22-11] Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20114.pdf>
- [35] Prognóza intenzity automobilové dopravy, [online]. [cit.2016-26-11] Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20225II.pdf>

## 11. SEZNAM ZKRATEK

EHS	Evropské hospodářské společenství
Apod.	a podobně
WLC	Whole life costing – celkové náklady životního cyklu stavby
LCC	Life cycle costing – náklady životního cyklu stavby
NPV	Čistá současná hodnota
EAC	Roční ekvivalent nákladů
IRR	Vnitřní míra výnosnosti
IN	Investiční náklady
CF	Peněžní toky
r	Diskontní sazba
$NPV_{LCC}$	Čistá současná hodnota životního cyklu
$C_t$	Součet všech relevantních nákladů od odpočtu výnosů vzniklých v období t
$C_p$	Náklady na pořízení
$C_t$	Součet všech relevantních nákladů po dobu životnosti (LC) po odečtu pozitivních peněžních toků
$L_c$	Délka životního cyklu stavby
$f(LCC)$	Distribuční funkce pravděpodobnosti LCC v současné hodnotě
$f(C_p)$	Distribuční funkce pravděpodobnosti nákladů na pořízení
$f(r)$	Distribuční funkce pravděpodobnosti diskontní sazby
$f(C_{it})$	Distribuční funkce pravděpodobnosti každé z položek relevantních nákladů po dobu životnosti (LC) a odečtení pozitivních peněžních toků
Např.	Například
TC	Total Costs – celkové náklady
AC	Average Costs – průměrné náklady
MC	Marginal Costs – mezní náklady
Q	Objem produkce
STS	Studie stavby
DUR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DPS	Dokumentace provedení stavby
PDPS	Dokumentace pro provádění stavby
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby

AD	Autorský dozor
RUSO	Rozpočtové ukazatel stavebních objektů
THU	Technicko – hospodářské ukazatele
URS	Ústav pro racionalizaci ve stavebnictví
JKSO	Jednotná klasifikace stavebních objektů
VRN	Vedlejší rozpočtové náklady
ZRN	Základní rozpočtové náklady
HSV	Hlavní stavební výroba
PSV	Přidružená stavební výroba
HZS	Hodinová zúčtovací sazba
M	montáže technologických zařízení
BIM	Building Information Model – informační model stavby
CAD	Počítačem podporované projektování
ČR	Česká republika
ACO	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
ACL	Asfaltový beton pro ložné vrstvy
IFC	Industrial Foundation Classes
API	Application Programming Interface
ODBC	Open Database Connectivity
LOD	Level of Detail – úroveň podrobnosti
DPH	Daň z přidané hodnoty
ACP	Asfaltový beton pro podkladní vrstvy
NA	Nákladní automobily
OA	Osobní automobily
DZ	Dopravní značení
VDZ	Vodorovné dopravní značení
SÚS JMK	Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje
IROP	Integrovaný regionální operační program

## 12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Životní cyklus stavby [11]	11
Obr. 2 Náklady životního cyklu liniové stavby [11]	15
Obr. 3 Definice kalkulace LCC [23]	17
Obr. 4 Struktura nákladů liniové stavby [23]	18
Obr. 5 Detailnost analýzy LCC v různých fázích projektové dokumentace [23]	18
Obr. 6 Druhy rozpočtů v závislosti na projektové dokumentaci [vlastní tvorba]	29
Obr. 7 Seznam hlavní stavební výroby [4, str. 16]	32
Obr. 8 Seznam přidružené stavební výroby [4, str. 16]	33
Obr. 9 Tvorba ceny stavebního objektu [3, str. 60]	34
Obr. 10 Schéma komunikace při klasickém projektování [14]	35
Obr. 11 Přibližná pozice ČR na obrázku vývoje BIM [16]	36
Obr. 12 Schéma komunikace při BIM projektování [17]	38
Obr. 13 Dimenze BIM modelování [18]	41
Obr. 14 Zkoumaný úsek II/422 Podivín – Lednice [vlastní tvorba]	49
Obr. 15 Export informací a výpočet ZRN v programu Microsoft Excel [vlastní tvorba]	50
Obr. 16 Model silnice v detailech LOD 200 [vlastní tvorba]	53
Obr. 17 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu zemních prací [vlastní tvorba]	55
Obr. 18 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu základy [vlastní tvorba]	56
Obr. 19 Příčný řez zkoumaného úseku v rámci oddílu komunikace [vlastní tvorba]	57
Obr. 20 Příčný řez zkoumaného úseku [vlastní tvorba]	59
Obr. 21 Znázornění vzniku a vývoje trhlin [25]	63
Obr. 22 Zkoumaný úsek [27]	64
Obr. 23 Podrobné výsledky celostátního sčítání dopravy 2010 [27]	64
Obr. 24 Předpoklad vývoje dopravního zatížení v rámci ČR [vlastní tvorba]	66
Obr. 25 Oprava trhlin [26]	68
Obr. 26 Ocelové svodidlo [28]	69
Obr. 27 Příklad vodorovného dopravního značení na vozovce šířky 6 - 7 m [29]	71
Obr. 28 Technologie zimní údržby předmětného úseku [30]	73

Obr. 29 Příklad opravy trhlin na obrušné vrstvě vozovky [31]	76
Obr. 30 Příklad ztráty mikrotextury na vozovce [25]	76
Obr. 31 Příklad ztráty mikrotextury na vozovce [32]	78
Obr. 32 Data pro předpověď [33]	80
Obr. 33 Počet dnů se sněžením [vlastní tvorba]	81

### 13. SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Požadovaná klasifikace zbytkové doby životnosti vozovky [7, str.22]	12
Tabulka č. 2 Cenový systém v České republice [1, str.151]	23
Tabulka č. 3 Rozpočtové ukazatele stavby [12]	31
Tabulka č. 4 Účastníky procesu v BIM modelu [15, str. 41 - 43]	39-40
Tabulka č. 5 Příklad informací BIM rodin [vlastní tvorba]	42
Tabulka č. 6 IFC – Údaje pro svodidlo [vlastní tvorba]	44-45
Tabulka č. 7 Úrovně LOD [15, str. 53 - 55]	48
Tabulka č. 8 Výpočet VRN zkoumaného úseku [vlastní tvorba, na základě zdroje 38]	52
Tabulka č. 9 Stanovení celkové ceny zkoumaného úseku [vlastní tvorba]	52
Tabulka č. 10 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu zemních prací [vlastní tvorba]	54
Tabulka č. 11 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu základy [vlastní tvorba]	55
Tabulka č. 12 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu komunikace [vlastní tvorba]	57
Tabulka č. 13 Použité informace pro ocenění stavby v oddílu ost. kce a práce [vlastní tvorba]	58
Tabulka č. 14 Základní rozpočtové náklady [vlastní tvorba]	60
Tabulka č. 15 Vedlejší rozpočtové náklady [vlastní tvorba, na základě zdroje 38]	60
Tabulka č. 16 Celková cena stavby [vlastní tvorba]	61
Tabulka č. 17 Srovnání cen LOD 100 a LOD 200, ceny jsou uvedeny v Kč s DPH [vlastní tvorba]	61
Tabulka č. 18 Pořizovací náklady části k rekonstrukci během životního cyklu [vlastní tvorba]	62
Tabulka č. 19 Vývoj dopravního zatížení na úseku silnice II/422 do roku 2041 [vlastní tvorba].	65

Tabulka č. 20 Náklady na opravu ztráty protismykových vlastností [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	67
Tabulka č. 21 Náklady na opravu ztráty hmoty z krytu povrchové koroze [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	67
Tabulka č. 22 Náklady na opravu ztráty hmoty z krytu, oprava výtluků [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	67
Tabulka č. 23 Náklady na opravu mrazových trhlin [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	68
Tabulka č. 24 Náklady na opravu deformací vozovky [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	69
Tabulka č. 25 Náklady na výměnu poškozených svodidel, vlivem autonehody [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	70
Tabulka č. 26 Náklady na opravu svodidel, vlivem autonehody [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	70
Tabulka č. 27 Náklady na údržbu svodidel, prevence proti korozi [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	70
Tabulka č. 28 Náklady na obnovu a instalace vodorovného dopravního značení [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	71
Tabulka č. 29 Náklady na letní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	72
Tabulka č. 30 Náklady na letní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	73
Tabulka č. 31 Náklady na zimní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	74
Tabulka č. 32 Náklady na zimní údržbu [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	74
Tabulka č. 33 Náklady na odstranění trhlin [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	75
Tabulka č. 34 Náklady na ztrátu protismykových vlastností [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	77
Tabulka č. 35 Náklady na obnovu obrusné vrstvy [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	77
Tabulka č. 36 Náklady na opravu výtluků [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	78

Tabulka č. 37 Náklady na výměnu svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	79
Tabulka č. 38 Náklady na narovnání svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	79
Tabulka č. 39 Náklady na opravu koroze svodidel [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	79
Tabulka č. 40 Náklady na obnovu vodorovného dopravního značení [vlastní tvorba, na základě zdroje 37].	80
Tabulka č. 41 Náklady na letní a zimní údržbu [vlastní tvorba].	81
Tabulka č. 42 Náklady na celou životnosti stavby [vlastní tvorba].	82
Tabulka č. 43 Diskontované náklady, ceny jsou Uváděny v Kč s DPH [vlastní tvorba].	83



## **14. SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Rozpočet liniové stavby II/422 Podivín – Lednice

Příloha č. 2 Model liniové stavby II/422 Podivín – Lednice v úrovni LOD 200