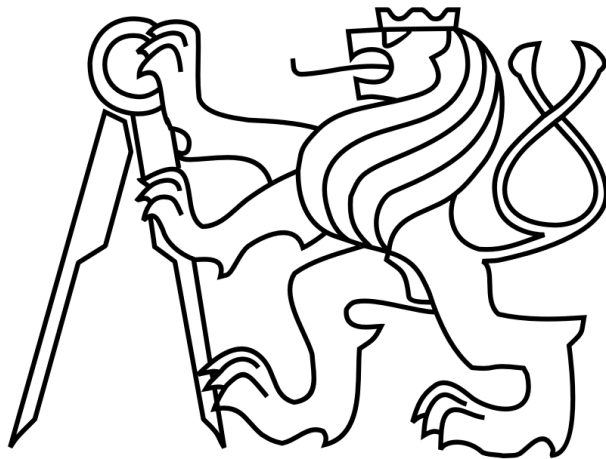


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Stodola** Jméno: **Dominik** Osobní číslo: **424436**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Stanovení nákladů životního cyklu betonových mostů

Název diplomové práce anglicky:

Determining the life cycle costs of concrete bridges

Pokyny pro vypracování:

Předmětem práce je porovnání nákladů životního cyklu z pohledu technické a ekonomické životnosti silničních betonových mostů několika typů.
K řešení bude využit software: EstiCon, Aspe.

Seznam doporučené literatury:

Schneiderová Heralová, R. a kol.: Oceňování v rámci výstavbového projektu: (propočty, položkové rozpočty), ČVUT, 2013. 1. vyd. 220 s. ISBN 978-80-01-05226-6.
Schneiderová Heralová, R.: Oceňování staveb a životní cyklus. ČVUT, 2016. 1. vyd. 81 s. ISBN 978-80-01-06066-7.
Měšťanová, D.: Ocenění mostních objektů na dálničních stavbách z pohledu udržitelného rozvoje. ČVUT, 2010. 1. vyd. 111 s. ISBN 978-80-01-04727-9.
Vaisar, M. a Stráský, J.: Silniční mosty a lávky: Road bridges and footbridges. Vyd. 1. Praha: MJV ProConsult, 2008. ISBN 8025411516;9788025411513.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2018** Termín odevzdání diplomové práce: **06.01.2019**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 6. 1. 2019

Dominik Stodola
Jméno a příjmení diplomanta

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí diplomové práce paní Ing. Ivetě Střelcové, Ph.D. za trpělivost, ochotu, rady a konzultace během tvorby této práce a v neposlední řadě i za poskytnuté podklady.

Stanovení nákladů životního cyklu betonových mostů

Determining the life cycle costs of concrete bridges

Anotace

V teoretické části této práce je představena historie mostního stavitelství a vysvětlena je mostní terminologie. V rámci teoretické části je provedena základní analýza problematiky životního cyklu staveb, struktura nákladů životního cyklu včetně skladby a stanovení. Je popsána životnost staveb, na které životní cyklus závisí. V praktické části jsou využity poznatky z teoretické části za účelem stanovení nákladů životního cyklu pro tři betonové mosty od pořízení mostu po jeho demolici. Pro stanovení nákladů během provozu mostu byly vytvořeny dvě varianty pro zvýšení ekonomické efektivity.

Klíčová slova:

Životní cyklus, náklady životního cyklu, životnost, betonový most, software EstiCon®.

Annotation

In theoretical part of this thesis is presented the history of bridge construction and bridge terminology is explained. Within the theoretical part is performed a basic analysis of the lifecycle problems of buildings, life cycle cost structure including composition and determination. There is described the lifespan of the buildings for which the life cycle depends. In the practical part, the findings from the theoretical part are used to determine life cycle costs for three concrete bridges from the acquisition of the bridge to its demolition. In order to determine the costs during bridge operation, two options were created to increase economic efficiency.

Keywords:

Life cycle, life cycle costs, lifetime, concrete bridge, software EstiCon®.

Obsah

Úvod	9
1. TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Mosty	10
1.1.1 Historie.....	10
1.1.1.1 Středověké mosty.....	11
1.1.1.2 Novověké mosty	11
1.1.1.2.1 Dřevěné mosty	12
1.1.1.2.2 Kamenné a zděné mosty	12
1.1.1.2.3 Kovové mosty	12
1.1.1.2.4 Betonové mosty	13
1.1.1.2.5 Mosty z předpjatého betonu.....	13
1.1.2 Mostní názvosloví.....	14
1.1.2.1 Základní pojmy	14
1.1.3 Rozdělení	17
1.2 Životní cyklus stavby.....	19
1.2.1 Předinvestiční fáze.....	19
1.2.2 Investiční fáze	19
1.2.3 Provozní fáze	20
1.2.4 Likvidace	21
1.3 Náklady životního cyklu stavby	21
1.3.1 Investiční náklady	22
1.3.2 Náklady na údržbu a obnovu	22
1.3.3 Náklady na provoz stavby.....	23
1.3.4 Náklady spojené s ukončením životnosti stavby	23
1.4 Životnost stavebních objektů	23
1.4.1 Technická životnost	23
1.4.2 Morální životnost.....	24
1.4.3 Ekonomická životnost.....	24
1.5 Použitý software a cenová databáze	24
1.5.1 Software EstiCon®	24
1.5.2 Cenová databáze OTSKP.....	25
2. PRAKTICKÁ ČÁST	26
2.1 Metodika stanovení nákladů životního cyklu	26
2.1.1 Náklady na pořízení stavby.....	26
2.1.2 Náklady údržby a oprav	27
2.1.3 Náklady na demolici stavby.....	27
2.2 Most č. 1 (Březina)	28
2.2.1 Technické řešení mostu	28
2.2.2 Projektová dokumentace mostu	29
2.2.3 Náklady na pořízení stavby.....	31
2.2.4 Náklady údržby, oprav a výměn	32
2.2.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn	33
2.2.4.1.1 Varianta EstiCon.....	33
2.2.4.1.2 Varianta optimalizovaná	34
2.2.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn	36
2.2.4.2.1 Varianta EstiCon.....	37
2.2.4.2.2 Varianta optimalizovaná	39
2.2.4.2.3 Porovnání variant.....	41

2.2.5 Náklady na demolici stavby.....	42
2.2.6 Souhrn nákladů životního cyklu	43
2.3. Most č. 2 (Podlíšťany)	46
2.3.1 Technické řešení mostu	46
2.3.2 Projektová dokumentace mostu	47
2.3.3 Náklady na pořízení stavby.....	50
2.3.4 Náklady údržby, oprav a výměn	52
2.3.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn	53
2.3.4.1.1 Varianta EstiCon.....	53
2.3.4.1.2 Varianta optimalizovaná	55
2.3.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn	57
2.3.4.2.1 Varianta EstiCon.....	57
2.3.4.2.2 Varianta optimalizovaná	60
2.3.4.2.3 Porovnání variant.....	62
2.3.5 Náklady na demolici stavby.....	63
2.3.6 Souhrn nákladů životního cyklu	64
2.4. Most č. 3 (Žďár)	67
2.4.1 Technické řešení mostu	67
2.4.2 Projektová dokumentace.....	68
2.4.3 Náklady na pořízení stavby.....	69
2.4.4 Náklady údržby, oprav a výměn	70
2.4.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn	71
2.4.4.1.1 Varianta EstiCon.....	71
2.4.4.1.2 Varianta optimalizovaná	73
2.4.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn	74
2.4.4.2.1 Varianta EstiCon.....	74
2.4.4.2.2 Varianta optimalizovaná	77
2.4.4.2.3 Porovnání variant.....	79
2.4.5 Náklady na demolici stavby.....	80
2.4.6 Souhrn nákladů životního cyklu	81
2.5. Porovnání stanovených nákladů mezi mosty.....	84
2.5.1 Náklady životního cyklu.....	84
2.5.2 Souhrnné náklady životního cyklu	84
2.5.3 Souhrnné náklady životního cyklu na m ² mostu	85
Závěr	86
Použitá literatura	87
Použité zkratky	89
Seznam tabulek	90
Seznam obrázků	92

Úvod

Mosty jako stavební objekty patří mezi důležité části každé silnice, komunikace a dálnice. Bez nich by nebylo možné překonávání překážek přírodního a umělého charakteru. Pro Českou republiku je díky své poloze ve středu Evropy velmi důležitá doprava a s ní spojené dopravní stavitelství. Dopravní zatížení každým rokem roste a s tím i investice vynakládané do dopravní infrastruktury ať už do staveb nových či do údržby. Mostní objekty jsou důležitou součástí dopravní infrastruktury, které významně ovlivňují nejen ceny komunikací, ale i jejich spolehlivost, rychlost a objem dopravy.

Podle dat Ředitelství silnic a dálnic jsou tisíce mostů v České republice v kritickém nebo ve velmi špatném stavu. Nejde přitom jen o mosty na komunikacích I. třídy, evidována je i velká část mostů na komunikacích II. a III. třídy. Vlivem zanedbané údržby z předešlých let se mnoho mostů uzavírá, to značně omezuje dopravu a následuje mnohem nákladnější opravy, než by stála pravidelná údržba mostu. Pokud je havarijní stav mostu zjištěn v momentě, kdy už nejde opravit nebo by opravy byly značně neekonomické, most musí být zlikvidován. Nejhorší variantou je pád mostního objektu jako například trojská lávka v Praze.

Provázáním s náklady životního cyklu jsou spojeny současné zdroje financování dopravních staveb, které jsou v České republice skoro výhradně veřejné. Je třeba se zabývat náklady životního cyklu již při návrhu stavby mostu, protože v dalších fázích návrhu se náklady čím dál hůře dají změnit. Pro mosty je důležité řešit nejen pořizovací náklady, ale i náklady na údržbu, opravy a výměny konstrukčních částí mostu.

Mezi cíli této práce je stanovení, analýza a vzájemné porovnání nákladů životního cyklu tří betonových mostů s návrhem varianty, která zoptimalizuje náklady již postaveného mostu během provozní fáze, kde vznikají náklady údržby, oprav a výměn pro dosažení navrhované životnosti mostu 100 let.

1. TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část je rozdělena do pěti kapitol. V první kapitole je popsána historie mostního stavitelství, vysvětlena je mostní terminologie a je popsáno dělení mostů podle několika kritérií. Další kapitoly teoretické části se zabývají životním cyklem stavby, náklady v každé jeho fázi a životností staveb. Teoretická část je ukončena popisem použitého softwaru EstiCon[®] a cenové databáze.

1.1 Mosty

Dle ČSN 73 6200 jsou mostní objekty nedílnou součástí dopravních cest (pozemních komunikací, drah, vodních cest) v místech, ve kterých je třeba překonat přírodní nebo umělou překážku popřípadě zvolit obdobné řešení z vodohospodářských, ekonomických, ekologických aj. důvodů. [6, 16]

Mostním objektem jsou:

- **Mosty** – S kolmou světlostí alespoň jednoho mostního otvoru větší než 2 metry.
- **Propustky** – S kolmou světlostí mostního otvoru od 0,4 metrů do 2 metrů včetně. Propustky slouží k příčnému převedení stálých nebo občasných vod, vedeních trubních apod.
- **Lávky** – Sloužící chodcům, anebo cyklistům. Lávkou může být i součást mostu, která slouží k revizním či jiným účelům. [5, 6]

1.1.1 Historie

Mosty hrají velmi významnou roli téměř od počátku vývoje lidské společnosti. Člověk byl nucen překonávat různé přírodní překážky a činil tak budováním mostů. Zpočátku používal kmeny stromů a spletená lana z přírodních vláken pro přemostění překážek, později vznikaly první klenuté i cihelné mosty, které byly masivní a měly malá rozpětí. Ve stavbě starověkých mostů vynikali například Římané, kteří v rámci budování rozsáhlé dopravní struktury před dvěma tisíci lety překonávali údolí již klenutými konstrukcemi. Podobně byly budovány akvadukty, které zásobovaly města vodou. Zde stojí za zmínku velkolepý silniční most a akvadukt Pont du Gard postavený v 1. století př. n. l. v jižní Francii v délce 273 metrů (obrázek 1). [1,2]



Obrázek 1 Pont du Gard ve Francii [7].

1.1.1.1 Středověké mosty

Velký úpadek v mostním stavitelství byl zaznamenán rozpadem říše Římské. Větší budování nastalo až po několika stoletích. Nově vznikající a rozvíjející se města vyžadovala dopravní spojení a tím i stavbu mostů. V této době se budovaly hlavně kamenné mosty například Ponte Vecchio přes řeku Arno ve Florencii. Na našem území vznikl v roce 1169 dnes již nedochovaný Juditin most přes Vltavu v Praze na místech dnešního Karlova mostu. Dochovaný u nás je z této doby most přes řeku Otavu v Písku postavený ve 13. století. Světoznámý Karlův most byl založen v roce 1357 a dokončen v roce 1402. I tak mosty této doby nedosahovaly kvalit římského budování. Často byly založeny mělce, s malou světlostí otvorů a vozovkou nízko nad hladinou. Během povodní a pohybu ledu byly mnohokrát poškozeny až strženy. Další rozkvět přinesla renesance v druhé polovině 15. století, která nemálo využila římského vědění i architektury v mostním stavitelství. Toho je důkazem například dochovaný most Ponte di Rialto v Benátkách. [1,2]

1.1.1.2 Novověké mosty

V 17. století nastaly pokroky v matematice, fyzice a mechanice. Začaly se zavádět poznatky z teorie konstrukcí a vznikala první vzdělávací instituce. Od počátku až do této doby byly mosty stavěny bez výpočtů pouze dle citu a zkušeností. Mosty postupně snesly větší zatížení a dosahovaly větších rozpětí právě díky pokroku a rozvoji ve stavitelství. Další pokroky a rozsáhlou stavbu mostů vyvolala industrializace, která spolu s rozvojem železnice vyžadovala levnější a odolnější stavby s rychlejší realizací. Před zavedením betonu a oceli byly mosty a viadukty stavěny dřevěné nebo z kamene či cihel. Od 18. století se pro stavbu začala uplatňovat litina. Po zdokonalení výroby oceli se stavěly mosty ocelové. Beton byl v mostním

stavitelství zaveden ve druhé polovině 19. století. Díky nižší ceně a menší pracnosti postupně začaly betonové mosty vytlačovat mosty kamenné a ocelovým mostům mohly konkurovat. Další rozvoj přineslo použití kombinace betonu a oceli tedy železobetonu a později předpjatého betonu. [1,2]

1.1.1.2.1 Dřevěné mosty

Významné budování dřevěných mostů proběhlo v 17. století v alpských zemích. Díky mnoha zkušenostem a poznatkům se stavěly nosné konstrukce vzpěradlové, věšadlové, roštové a později i obloukové. Stavěny byly jako kryté obedněné s rozpětím přes 60 metrů. Další vývoj a budoucnost dřevěných mostů se odehrál v USA díky potřebě mnoha mostů pro rozvíjející se železniční tratě a díky velkým zásobám dřeva. Tak vznikl například Portage Bridge dokončený v roce 1852, který byl ve své době také nejdelším dřevěným mostem. Most zanikl v roce 1875 mohutným požárem. U nás byly vybudovány dodnes dochované mosty, jako jsou most Černvír z roku 1718 nebo most u Pekla nad Zdobnicí z roku 1840. Po nástupu betonu a oceli v mostním stavitelství dřevěné mosty nemohly novým materiálům konkurovat, přesto najdeme několik předností jak technických, estetických tak i ekonomických. Díky zavedení lepených profilů, rozvoji ochranných nátěrů a spojovacích prostředků hraje i dnes dřevo významnou roli v použití pro dřevěné lávky, které zapadají do krajiny, rekonstrukce mostů postavených v minulosti aj. [1,4]

1.1.1.2.2 Kamenné a zděné mosty

V novodobé výstavbě těchto mostů je významné 18. století, kdy vzniklo mnoho klenbových mostů novým způsobem, do kterého patří kupříkladu změny založení pilířů, zvětšení světlosti oblouku nebo změna poměru rozpětí vůči vzepětí. Vzniklo mnoho významných mostů, jako jsou kamenný Pont de la Concorde dokončený v roce 1791 v Paříži nebo v 19. století nahrazený Westminster Bridge z roku 1750 v Londýně. Na nových poznacích se stavělo mnoho železničních mostů a viaduktů například most v Sasku (rok 1846) přes údolí Goltsch nebo viadukt (rok 1846) spojující Benátky s pevninou. V Lucembursku tak vznikl cihelný viadukt Passarelle z roku 1861 nebo most Adolphe Bridge z roku 1903 fungující dodnes. V novodobé historii bylo postaveno mnoho významných kamenných a cihelných mostů, které nadále fungují nebo se modernizují, než je stejně jako mosty dřevěné, v mnoha faktorech předčily mosty ocelové, betonové či železobetonové. [1,2]

1.1.1.2.3 Kovové mosty

Uplatnění železa pro stavbu kovových mostů umožnila až litina, ze které vznikl první litinový most Iron Bridge přes řeku Severn v Coalbrookdale roku 1779 v Anglii. Tento most byl vytvořen pěti litinovými polokruhovými oblouky a svým tvarem připomíná tvar kamenných mostů, protože litina stejně jako kámen výhradně vzdoruje tlaku. Počátek používání kovových

mostů je následován dalším rozvojem a je tak patentován řetězový most. Vrcholu je ovšem dosaženo nahrazením řetězů ocelovými lany. První na lanech zavěšený most vznikl ve Philadelphii v roce 1815. Následovaly další visuté mosty a zvyšovala se hranice překlenutého rozpětí mezi 100 až 300 metry, k čemuž velmi přispělo průmyslové zpracování oceli a lan. S rozvojem v oblasti výroby a zpracování oceli se v 19. století začínají stavět mosty kromě visutých, také mosty plnostěnné a příhradové. V roce 1890 vznikl třeba železniční most Forth Rail Bridge ve Skotsku s rozpětím 2×520 metrů a celkovou délkou 2467 metrů. Ve 20. století patří vývoj kovových mostů kromě visutých a zavěšených také konstrukcím plnostěnným komorového průřezu s ortotropní mostovkou. U nás Žďákovský most postavený v roce 1967 představuje použití plnostěnných konstrukcí i u obloukových mostů. Dnes se pro překonání velkých rozpětí stavějí mosty visuté a zavěšené s nosnou konstrukcí jak z betonu, tak z oceli. [1,3]

1.1.1.2.4 Betonové mosty

Beton je kompozitní materiál složený z hydraulického pojiva, plniva, vody, přísad a příměsí. Vědci potvrdili použití materiálu na bázi hydraulického pojiva už starověkými Římany například při zakládání pilířů pro již zmíněný Pont du Gard tj. před více než dvěma tisíci lety. Poprvé se beton použil až v novověku od počátku výroby portlandského cementu v 19. století. Koncem století byl postaven obloukový most z prostého betonu přes Dunaj u Munkerkingenu a dále tak bylo postaveno mnoho dalších mostů s jednoduchými nebo spojitými klenbami, protože prostý beton snese podobně jako kámen pouze zatížení tlakem. Další z významných zástupců je obloukový most Pont de la Caille z roku 1928 s rozpětím přes 140 metrů ve Francii. Spolupůsobením betonu s ocelovou výztuží byl vyřešen problém velmi malé pevnosti v tahu a na přelomu 19. a 20. století vznikl železobeton. Kombinací trámu a oblouku je most Risorgimento přes Tiberu v Římě s rozpětím 100 metrů postavený v roce 1911 významný zástupce vyztužených betonových mostů na počátku jeho rozmachu. Železobetonové mosty se posléze vyvíjely několika směry: oblouky s horní mostovkou, oblouky se zavěšenou mostovkou, mosty deskové, trámové a rámové. U nás je významným dílem této doby oceněný obloukový Podolský most z roku 1943 s délkou 510 metrů a největším rozpětím 150 metrů. [1,4]

1.1.1.2.5 Mosty z předpjatého betonu

Výzkum zavedení předpětí do betonu probíhá již od konce 19. století. Beton předepnutím získává významnou tahovou pevnost, při správné technologii vydrží desítky let a v porovnání s ocelovými mosty jsou náklady na údržbu výrazně menší. První praktické použití tohoto betonu bylo provedeno začátkem 20. století a už po druhé světové válce se do rozpětí několika set metrů vyrovnává oceli. Předpjatý beton si získává oblibu v mostním stavitelství,

je používán jak při výrobě monolitů na velké rozpětí, tak při výrobě prefabrikátů na rozpětí menší a celkově je zaznamenán útlum všech typů železobetonových mostů. S rozvojem předpjatého betonu se mění i technologie výstavby, kdy vzniká letmá betonáž, letmá montáž a postupné vysouvání aj. Letmou betonáží byl u nás postaven například v roce 1973 Nuselský most v Praze s délkou 485 metrů. Ve světě je předpjatého betonu použito u mnoha děl kupříkladu u dnes již přejmenovaného Gateway Bridge v Austrálii s délkou 1,627 kilometrů a nejdelším rozpětím 260 metrů dokončeného v roce 1986. Předpjatý beton se s oblibou používá pro visuté a zavěšené mosty v kombinaci s ocelí. Příkladem je most Incheon Bridge v Jižní Koreji vybudovaný v roce 2009 s délkou 21,38 kilometrů a největším rozpětím 800 metrů (obrázek 2). [1,4]



Obrázek 2 Incheon Bridge v Koreji [8].

1.1.2 Mostní názvosloví

Jednotnou terminologii, kterou souhrnně nazýváme „mostní názvosloví“ upravuje technická norma ČSN 73 6200 Mostní názvosloví. Definiuje jednoznačný a nezaměnitelný výklad technických textů spolu s jakoukoliv činností, která je spojena s mostním stavitelstvím. To je důležité z hlediska třídění mostních staveb, popisu jejich základních charakteristik, rozměrů, označování a popisu jednotlivých částí apod. [5]

1.1.2.1 Základní pojmy

Most je mostní objekt, který slouží k převedení dopravních cest, vodních koryt, potrubních komunikací nebo i jen ke stavebně montážním účelům. Je tvořen spodní stavbou (základy, křídla, podpěry), horní stavbou (jednou nebo více nosnými konstrukcemi, svrškem mostu), vybavením (svodidla, odvodnění aj.) a například i cizím zařízením či přidruženými díly jako opěrné zdi apod. [2, 5]

Mostní konstrukce je součástí mostu, která se skládá ze spodní stavby a nosné konstrukce. Tento termín se používá zejména tehdy, pokud není oddělení hlavní nosné konstrukce od spodní stavby zřejmé jako například u mostů rámových, klenbových aj. [5]

Spodní stavba je část mostu, kterou tvoří základy, podpěry, kotevní bloky, závěrné zdi a mostní křídla. [5]

- Základy mostu jsou všechny základy mostu jednotlivých podpěr, případně souvislým základem celého mostu. Rozlišujeme základy plošné a hlubinné. [5]
- Mostní křídlo uzavírá mostní otvor vůči zemnímu tělesu. [5]
- Podpěry mostu přenášejí podporové síly z nosné konstrukce do jeho základů. Dle polohy a funkce rozlišujeme krajní podpěru – opěru a mezilehlé podpěry – pilíře. Z hlediska konstrukčního řešení podpěr dále rozlišujeme: pilíře, sloupy, stojky a pylony. [5]

Nosnou konstrukcí se přenášejí účinky zatížení z mostního svršku na spodní stavbu. Dle polohy vozovky se dělí na nosné konstrukce přesypané (překryté zeminou) a nepřesypané (umístěna vozovka přímo s nutnými mezivrstvami). Je tvořena z částí: [5]

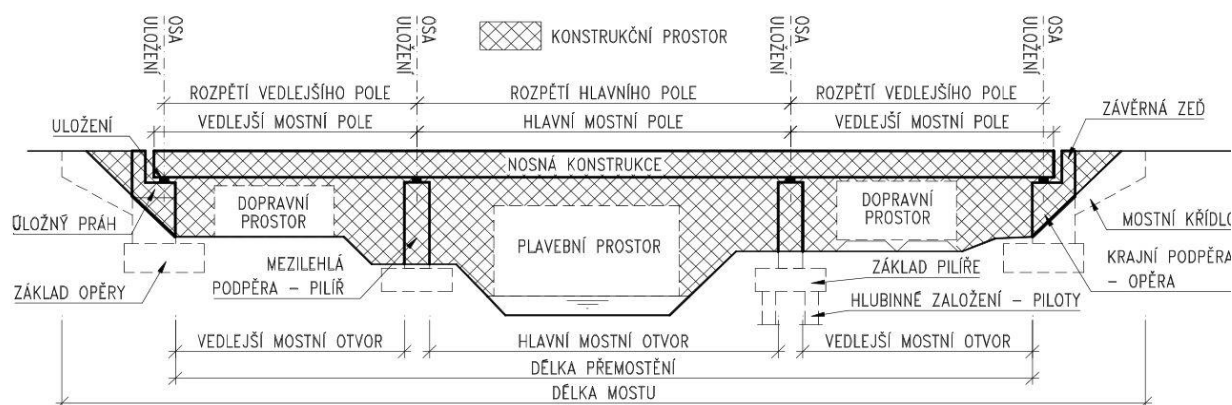
- Hlavní nosná konstrukce podpíraná podpěrami buď přímo, nebo nepřímou. Lze ji rozlišovat dle tvaru, materiálu, konstrukčních charakteristik apod. [5]
- Mostovka mimo jiné přenáší hlavně účinky od zatížení z mostního svršku do jeho hlavní nosné konstrukce. [5]
- Ztužení zachycuje vodorovné síly a zajišťuje prostorového tvaru nosné konstrukce. [5]
- Ložiska zprostředkovávají určitou polohu nosné konstrukce a její požadované směrové vedení. Přenášejí podporové síly NK na spodní stavbu nebo jinou její část. Rozlišujeme ložiska pevná a pohyblivá. [5]
- Mostní závěry zakrývají dilatační spáry mostní konstrukce a ukončují nosnou konstrukci nebo její část. [5]

Mostní svršek je přímo nebo nepřímou uložená na jeho nosnou konstrukci a pro mosty pozemních komunikací se skládá z: vozovky, krajnic, chodníků, cyklistických pruhů, odvodňovacích a odrazných proužků, obrub, dělicích pásů, dopravních ostrůvků, vyrovnávacích vrstev, izolace, říms aj. [5]

Mostní vybavení slouží hlavně pro zajištění bezpečnosti, usnadnění prohlídek, údržby a k prodloužení životnosti na mostním objektu. Tvoří jej: [5]

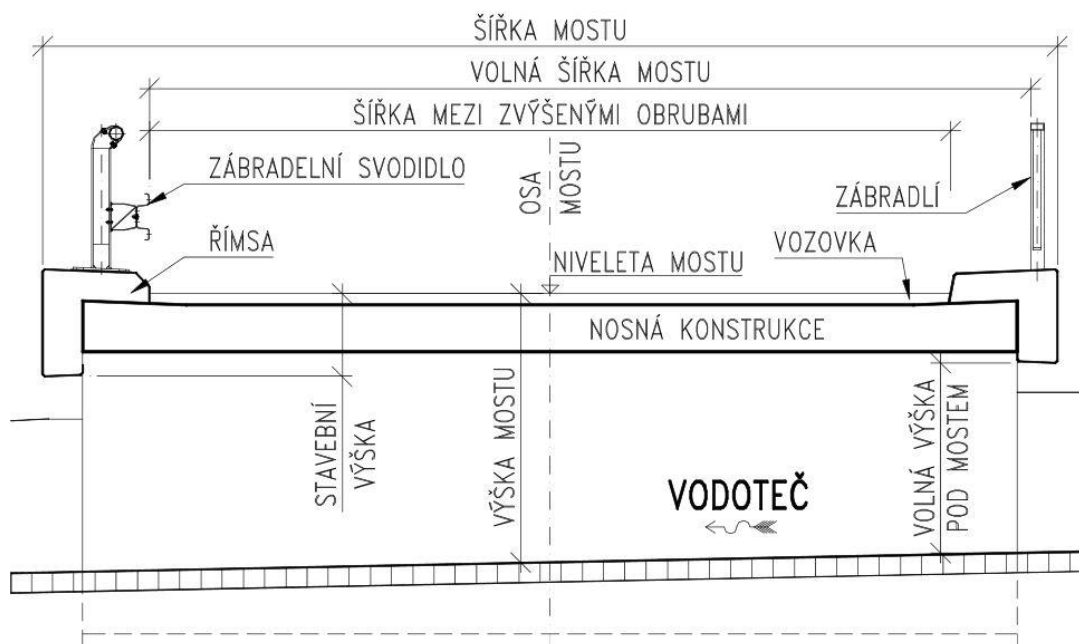
- Záchytný bezpečnostní zařízení tvořené mostním zábradlím, svodidlem nebo svodidlem zábradelním. [5]

- Odpadní zařízení odvádí vodu z mostu a skládá se z mostních odvodňovačů, vpustí, odpadními žlaby, odpadním potrubím apod. [5]
- Zábrany a ochranné kryty slouží pro ochranu NK před zplodinami z výfuků nebo chrání uživatele mostu před kontaktem s blízkou trakcí popřípadě před nečistotami z převáděné drážní komunikace. [5]
- Osvětlovací zařízení se skládá z osvětlovacích stožárů, svítidel, závěsů aj. [5]
- Revizní zařízení za účelem usnadnění činností spojených s prohlídkami a údržbou. [5]



Obrázek 3 Ukázkový podélný řez mostem [5].

Na ukázkovém podélném řezu (obrázek 3) vidíme konstrukční části mostu od spodní po horní stavbu. Délka mostu je vzdálenost mezi konci mostních křídel. Délkou přemostění rozumíme vzdálenost mezi líci opěr. Vzdálenost mezi osami krajních mostních závěr je délka nosné konstrukce. [2, 5]



Obrázek 4 Ukázkový příčný řez mostem [5].

V příčném řezu (obrázek 4) vidíme některé součásti vrchní stavby jako nosnou konstrukci, římsy a vybavení. Šířkou mostu myslíme nejmenší příčnou vzdálenost mezi vnějšími líci obou mostních říms. Nejmenší vzdálenost mezi vnitřními líci stálých bočních překážek měřená kolmo k ose objektu je volná šířka mostu. Stavební výška je výškový rozdíl mezi niveletou mostu a nejnižším bodem nosné konstrukce mostu. Výška mostu je pak největší výškový rozdíl mezi niveletou mostu a povrchem přemostované překážky (v tomto příčném řezu dnem vodoteče). [2, 5]

1.1.3 Rozdělení

Mosty lze členit podle různých hledisek, může to být např.:

Dle druhu převáděné komunikace:

- Most drážní komunikace – převádí např. železnici, tramvaj, metro aj. přes překážku.
- Most pozemní komunikace – převádí pozemní komunikaci např. silnici přes překážku.
- Ostatní mosty např. vodohospodářský, sdružený, průmyslový, migrační atd. [1, 2, 5, 6]

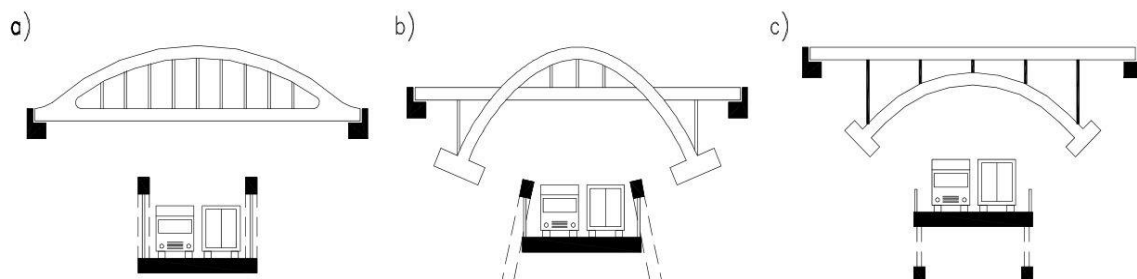
Dle materiálu nosné konstrukce (NK):

- Zděné – z kamene, cihel, tvárnic aj.
- Dřevěné – dřevo a materiály na bázi dřeva.
- Kovové – litina, ocel, lehké slitiny.
- Betonové – prostý beton, železobeton, předpjatý beton. [1, 2, 5, 6]
- Kombinované (NK z několika materiálů).
- Spřažené (např. ocelobetonový).

- Integrované – NK působí společně se spodní stavbou. [1, 2, 5, 6]

Dle polohy mostovky (obrázek 5):

- S dolní mostovkou – při dolním pásu hlavní nosné konstrukce.
- S mezilehlou mostovkou – mezi horním a dolním pásem hlavní nosné konstrukce.
- S horní mostovkou – na horním pásu hlavní nosné konstrukce. [1, 2, 5, 6]



Obrázek 5 Rozdělení mostů dle polohy mostovky [5].

Dle plánované doby trvání:

- Trvalý most – dle norem na návrhovou životnost 100 let.
- Zatímní most (krátkodobý – postavený na maximálně 5 let, dlouhodobý – postavený na více než 5 let). [1, 2, 5, 6]

Dle statické funkce hlavní nosné konstrukce (tabulka 1):

Tabulka 1 Rozdělení mostů dle funkce hlavní nosné konstrukce [1, 2, 5, 6].

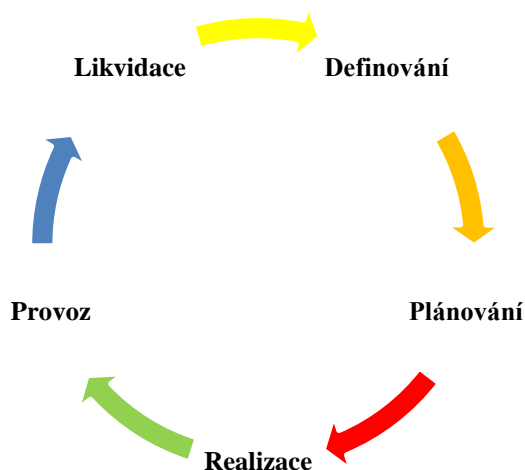
Typ	Hlavní nosná konstrukce
Deskový	Působí jako desková.
Trámový	Z trámů, které působí převážně v podélném směru a z desky.
Rámový	Tuže spojena alespoň s jednou podpěrou.
Obloukový	Tvoří nepřespaný oblouk (plnostěnný, příhradový, apod.)
Klenbový	Oblouková a přespaná.
Vzpěradlový	Vzepřena na podpěrách.
Vzpínadlový	Vyztužena táhlem a vzpěrami.
Věšadlový	Zavěšena na vzpěradlové konstrukci.
Visutý	Pomocí obvykle svislých závěsů zavěšena na nosném lanu podporovaném pylony.
Zavěšený	Zavěšena šikmými závěsy přímo na pylon.

Dle uspořádání mostu:

- Kolmý – úložné úhly jsou rovny 90° .
- Šikmý – minimálně jeden úložný úhel není 90° (rozeznává se šikmost levá a pravá). [1, 2, 5, 6]

1.2 Životní cyklus stavby

Každá stavba, stejně tak i most, prochází během svého životního cyklu několika fázemi od vzniku až po demolici stavby (obrázek 6). I přesto, že jsou jednotlivé fáze jasně oddělené, v praxi může dojít k tomu, že se částečně překrývají. Rozlišujeme tak fázi předinvestiční, investiční, provozní a fázi likvidační (popř. demoliční či ukončovací). Každá fáze je svým způsobem specifická, jsou v ní prováděny různé činnosti, liší se doba trvání fází, jsou očekávány odlišné výsledky, mění se množství a druh nákladů aj. V rámci celého životního cyklu stavby jsou prováděny důležitá rozhodnutí, z nichž se důsledky promítanou do dalších fází, a které lze později jen velmi těžko ovlivnit. Příkladem jsou budoucí náklady a s nimi spjatá analýza nákladů životního cyklu, která je nejvíce efektivní v počátečním stádiu projektování. [2, 9, 10]



Obrázek 6 Životní cyklus stavebního díla [zpracováno dle 12].

1.2.1 Předinvestiční fáze

První fáze životního cyklu vzniká představou něco postavit a končí rozhodnutím o realizaci díla či stavby. V této fázi jsou sbírány informace a poznatky marketingové, technicko-technologické, finanční a ekonomické. V jejím průběhu jsou tak zpracovávány mnohé studie jako například studie příležitosti, studie proveditelnosti včetně technického řešení, architektonická studie apod. Zároveň je zkoumán trh, jsou prováděny analýzy nákladů a rizika. Jsou řešeny také dopady na životní prostředí. Velmi vhodné je již v této fázi řešit předběžné náklady životního cyklu stavby. [2, 9, 10]

1.2.2 Investiční fáze

Úkolem této rozsáhlé fáze je příprava a realizace investičního záměru. Je zde prováděno mnoho činností, stejně tak i vypracovaných a schválených dokumentů úřady. Vzhledem k rozsáhlosti ji dělíme do dvou menších úseků a to projektování (plánování a projektování) a realizace (příprava, samotná realizace a závěr realizace). [2, 9, 10]

Během plánování a projektování je prováděno bezpočet úkonů jako průzkumy např. geologické, stavebně technické, zajišťují se pozemky, probíhá výběr projektanta a společnosti řešící inženýring, zpracovává se projektová dokumentace v různých stupních, získává se územní rozhodnutí popřípadě souhlas, stavební povolení aj. V této fázi je vhodné řešit analýzy nákladů životního cyklu, rizika a dopady na životní prostředí a ty aktualizovat dle projektové dokumentace a jejích dalších stupňů. Při pečlivém návrhu lze významně optimalizovat jak náklady na pořízení stavby, náklady provozní, tak i náklady na údržbu a obnovu. Za tímto účelem může vzniknout i několik variant plánování a návrhu. [2, 9, 10]

Během přípravy realizace je obvykle zpracovávána zadávací dokumentace, probíhá výběr zhotovitele a je vyhotovována dokumentace pro provedení stavby. Aby došlo k omezení nákladů za údržby, obnovy a výměny, je třeba většího důrazu na ekonomickou výhodnost v delším časovém měřítku. To je však složité, pokud jsou dodavatelé, tak jako dnes, tlačeni k co nejnižším cenám za dodání materiálu, prvků a stavby bez vlivu na budoucí náklady. [2, 9, 10]

Postoupí-li stavba k samotné realizaci, je předáno a převzato staveniště, probíhá vlastní realizace stavebních objektů, dojde k předání a převzetí stavby. Dále se řeší závěrečné vyúčtování, zpracování dokumentace skutečného provedení stavby a stavba se dostává do zkušebního provozu. Závěrem je kolaudační souhlas nebo oznámení stavebnímu úřadu. Samotnou realizaci a provedenými změnami jsou budoucí náklady stavby také ovlivněny zejména nízkou kvalitou, horšími parametry konstrukcí aj. Po zrealizování stavby je dobré provést aktualizaci nákladů životního cyklu v rámci zpětné vazby. [2, 9, 10]

1.2.3 Provozní fáze

Provozní fáze začíná užíváním stavby a trvá až do konce životnosti stavby, tedy do okamžiku, kdy je rozhodnuto o její demolici. Prostřednictvím úkonů pravidelné údržby a obnovy je hlavní cíl této fáze zaručit bezpečnost a provozní spolehlivost a tím tak dosáhnout optimálního fungování stavby po celou dobu její životnosti. Management údržby hraje významnou roli z pohledu celkových nákladů. K tomu přispívá i plán údržby a výměn a jeho revidování dle intenzity užívání stavby, klimatických vlivů, stárnutí a jiných faktorů. V provozní fázi jsou řešeny například rozhodnutí, zda udržovat dané prvky nebo vybavení za stále rostoucích nákladů nebo je vyměnit a tím dosáhnout nižších nákladů za jejich údržbu. Až v této fázi jsme schopni ověřit předpoklady o velikosti nákladů za provoz. Během fáze lze provést rekonstrukci, čímž uvedeme stavbu do původního stavu nebo modernizaci, kterou zvýšíme standard. [2, 9, 10]

1.2.4 Likvidace

Stavba, která je na konci své životnosti, se dostává do poslední fáze zvané likvidace popřípadě demolice. Pro odstranění stavby je potřebná dokumentace a povolení k odstranění stavby. Ani likvidací nesmí být ohroženo životní prostředí. Území se tak dekontaminuje, rekultivuje nebo upravuje pro novou stavbu a hmoty ze stavby se ukládají jako odpad na skládku nebo recyklují. Touto fází je životní cyklus stavby ukončen. [2, 9, 10]

1.3 Náklady životního cyklu stavby

Náklady životního cyklu (LCC – life cycle cost) stavby jsou veškeré náklady, které vznikají během životního cyklu stavby tedy od jejího vzniku přes její provoz až po ekologickou likvidaci stavby. Patří sem pořizovací náklady, náklady na správu, údržbu, obnovu a opravy, náklady na provoz, dále kupříkladu daně, pojištění, poplatky a náklady na likvidaci díla. Je výhodné vyčíslit tyto náklady v počátečních fázích návrhu stavby a vytvořit několik variant, pro které se stanoví náklady celého životního cyklu stavby, neboť postupem projektu do dalších fází výrazně klesá možnost ovlivnit budoucí náklady. Mnohdy platí, že pořízení stavby v nejlevnější variantě se v průběhu životnosti stavby stane několikanásobně dražší kvůli vysokým nákladům na údržbu a obnovu. Je několik variant členění nákladů životního cyklu. [2, 9, 10]

Například dle [11] rozlišujeme následující členění, které je zobrazeno na obrázku 7:

$$LCC = IN + PN + UO + LN,$$

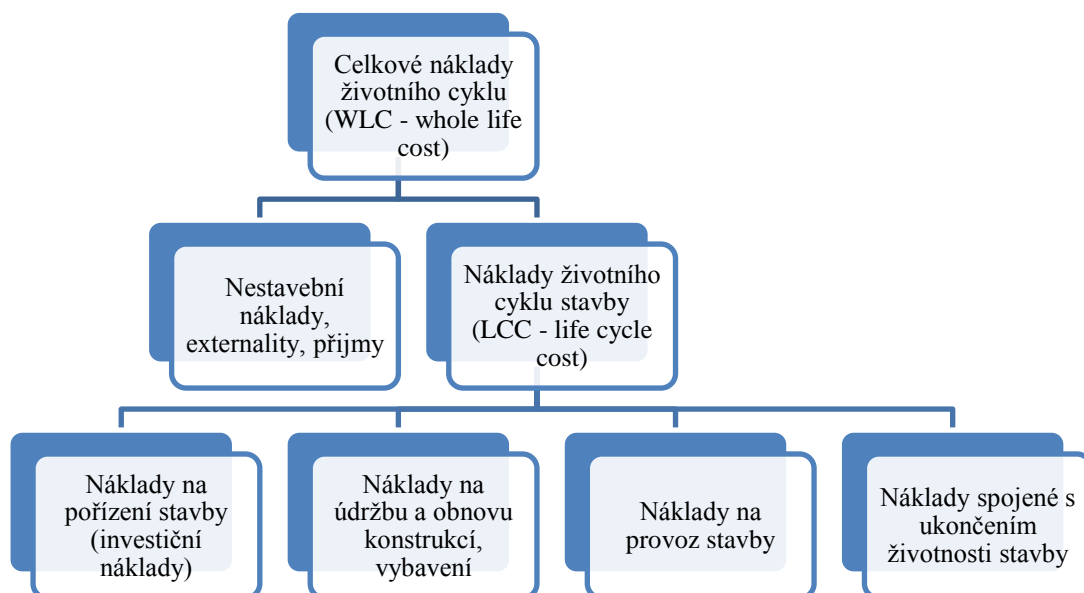
kde:

IN ... jsou investiční náklady,

PN ... jsou náklady na provoz,

UO ... jsou náklady na údržbu a obnovu,

LN ... jsou náklady na likvidaci.



Obrázek 7 Rozdělení nákladů životního cyklu [zpracováno dle 10].

1.3.1 Investiční náklady

Investiční náklady jsou všechny náklady spojené s pořízením stavby. V první řadě jsou to náklady na projektové práce, inženýrské činnosti a průzkumné práce. Mezi investiční náklady se řadí i náklady realizace tedy náklady na pořízení stavby včetně přípravy, materiálu, měření a zkoušek. Patří sem dále vedlejší náklady spjaté s umístěním stavby jako náklady na zařízení staveniště, územní vlivy, ztížené pracovní prostředí atd. Další kategorií mohou být ostatní investice jako přeložky sítí, náklady na provozní soubory (stroje, technologie), ostatní náklady, rezerva na rizika aj. [2, 9, 10]

1.3.2 Náklady na údržbu a obnovu

Náklady na údržbu a obnovu jsou náklady potřebné pro zajištění provozuschopnosti stavby, předejití vad a poruch popřípadě odstranění či napravení, které se v rámci životnosti stavby objeví. Spjaté jsou s nejdelší fází životního cyklu a to s provozní fází. Každý prvek, konstrukce, část stavby má svoji životnost a po její uplynutí dochází ke ztrátě funkce, technického stavu a kvalitě vlivem stárnutí a opotřebení. V rámci zachování funkčnosti je třeba provádět údržbu, obnovu a výměny, které mohou být pravidelné nebo v cyklech. Velkým problémem, nejen dnešní doby, je zanedbaná pravidelná údržba. Dobrým příkladem jsou mostní objekty z předešlých let. Náprava tohoto problému je značně neekonomická, neboť náklady jsou několikanásobně vyšší oproti nákladům za pravidelnou údržbu. Mezi ty se řadí nejen vyšší náklady na opravy technického stavu objektů v již pokročilém stádiu degradace, ale také dodatečné náklady spjaté s haváriemi, uzavírkami aj. [2, 9, 10]

1.3.3 Náklady na provoz stavby

U většiny staveb tvoří provozní náklady velmi významnou část nákladů životního cyklu i z toho důvodu, že provozní náklady jsou stejně jako náklady na údržbu a obnovu spojené s fází provozní, která trvá několikanásobně delší dobu než ostatní fáze. Mezi provozní náklady řadíme např. náklady na energie (elektrina, tuhá paliva, plyn aj.), vodu (vodné), odpadní vodu (stočné), vypořádání se s odpadem, který vznikne za celý objekt. Dále to mohou být servisní poplatky za různé služby, pojištění, náklady na ostrahu a bezpečnost apod. U mostních objektů nejsou tyto náklady z hlediska výše tak důležité a řadí se za náklady na údržbu a obnovu, protože většina provozních nákladů, jejichž příklady jsou vyjmenovány výše, u mostních objektů nevznikají. [2, 9, 10]

1.3.4 Náklady spojené s ukončením životnosti stavby

Veškeré náklady spojené s ekologickou likvidací stavby včetně vypořádání se s odpadem a úpravou dotčeného území jsou náklady spojené s ukončením životnosti stavby. Podle stavby mohou tyto náklady tvořit významnou část nákladů životního cyklu. Během demolice stavby vzniká odpad, který se odváží a ukládá na skládky nebo se dále recykluje. Zasažené území bývalou stavbou se musí rekultivovat popřípadě dekontaminovat nebo připravit pro stavbu novou. [2, 9, 10]

1.4 Životnost stavebních objektů

Stavební objekty, konstrukce a samotné prvky mají svoji životnost. Je to období, kdy plní svoji funkci a přinášejí nějaký užitek tedy to, proč byly vybudovány. Na životnosti tak závisí délka životního cyklu stavby. Rozlišujeme životnost technickou, morální, ekonomickou, právní, technologickou aj. Životnost technická, morální a ekonomická je popsána v následujících podkapitolách. Pro právní životnost platí, že je to doba od kolaudačního souhlasu do okamžiku rozhodnutí o odstranění stavby. Trvalé mosty jsou dle patřičných norem navrhovány na dobu 100 let. [9, 13]

1.4.1 Technická životnost

Technickou životností označujeme dobu, kterou počítáme od počátku vybudování stavby do jejího zchátrání a technického (fyzického) zániku s uvažovanou běžnou údržbou. Důsledkem technické životnosti je fyzické opotřebení, které závisí na čase, způsobu užívání a údržbě. To lze částečně ovlivnit ve fázi návrhu stavby volbou materiálů a celkovým řešením stavby a ve fázi provozní pak správnou a pravidelnou údržbou, způsobem užívání, provedením větších oprav, modernizacemi a rekonstrukcemi. Zanedbáním pravidelné údržby významně snižujeme technickou životnost a zvyšujeme náklady na její nápravu, proto je vhodné připravit plán

údržby, určit frekvence údržby, odhadovanou zbývající životnost prvků a plán jejich výměn. Podle dosažené doby technické životnosti dále odlišujeme prvky s dlouhodobou životností (více jak 80 let) a prvky s krátkodobou životností. [9, 13]

1.4.2 Morální životnost

Morální životností rozumíme dobu s počátkem vzniku stavby a koncem zastarání stavby jako např. módnost, dispoziční řešení, styl, standardy a technologie, změny trhu, rozvoj území a podobné vlivy. Morálně opotřebené konstrukce lze nadále používat, jen je nutné přijmout skutečnost, že existují lepší. Toto opotřebenění je těžko ovlivnitelné a vyčíslitelné. [9, 13]

1.4.3 Ekonomická životnost

Stavba se dostane na mezní stav ekonomické životnosti v momentě, kdy se její provoz již nevyplatí a stavba se dostává do trvalé ztráty výnosů. Nastane tak situace, kdy je lepší na daném místě stávající stavbu zdemolovat a postavit novou, která bude generovat vyšší výnosy. Rozhodující také může být výše nákladů za údržbu objektu v porovnání s výnosy z objektu. Na hranici ekonomické životnosti je také stavba, u které zanikne důvod jejího vzniku a stavbu nelze využít pro jiný účel. [9, 13]

1.5 Použitý software a cenová databáze

Pro stanovení nákladů životního cyklu mostních objektů je v této diplomové práci použit software EstiCon® od firmy IBR Consulting, s.r.o. a cenová databáze Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací (OTSKP) vydávaný Ministerstvem dopravy ČR a chválený Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI). [14, 15]

1.5.1 Software EstiCon®

EstiCon® je placený software, se kterým pracujeme přihlášením do webového rozhraní pomocí uživatelského jména a hesla prostřednictvím internetového prohlížeče. Licence je tak vázaná na emailový účet. Jedná se o systém pro expertní oceňování staveb a stanovení celoživotních nákladů. Stanovení nákladů lze provést v několika fázích projektu právě podle toho, v jaké fázi se nachází náš projekt. Po přihlášení se zadá stavba, nadefinují se případně její konstrukční varianty a dle fáze od nejstručnější – záměr projektu (ZP), přes dokumentaci pro územní rozhodnutí (DÚR), dokumentaci pro stavební povolení (DSP) až po detailní – na úrovni položek pro tvorbu zadávací dokumentace stavby (ZDS) se stanovují celoživotní náklady. Program umožňuje zadat eskalaci – roční nárůst ceny a úrokovou míru v procentech. Lze vyčíslit i rizika jako procentní přírážku. V diplomové práci byla použita úroveň pro DSP. Pro stanovení nákladů software používá cenovou databázi z roku 2015. Kvůli použití cen z cenové databáze z roku 2015 byly ceny přepočítávány na ceny z roku 2018. Postup je popsán v praktické části. [15]

1.5.2 Cenová databáze OTSKP

Zejména pro vyčíslení nákladů na demolici stavby byla použita volně dostupná cenová databáze Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací (OTSKP) z roku 2018. Pro doplnění některých částí v EstiConu® byla použita i databáze OTSKP z roku 2015. Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací je cenovou soustavou určenou pro potřebu výstavby, rekonstrukcí, oprav a údržby pozemních komunikací a železničních staveb. OTSKP je vydáván odborem infrastruktury Ministerstva dopravy. [14]

Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací se skládá ze tří částí. První část zvaná popisovník prací slouží jako jednotný oborový standard pro stavby pozemních komunikací a definuje systém třídění stavební produkce. Druhá část pojmenovaná soupis prací stavby popisuje metodiku a pokyny pro sestavení soupisu prací. Třetí část s názvem soubor položek obsahuje výběr běžně užívaných položek s jednotkovými cenami, které jsou systematicky uspořádány pro potřebu v běžné praxi. Třídění položek je provedeno dle Třídníku stavebních konstrukcí a prací (TSKP) a podle zatřídění je vytvářen kód. Základem je stavební díl, dále se rozlišují skupiny stavebních dílů pro určení podle konstrukcí a prací hlavní stavební výroby (HSV) a přidružené stavební výroby (PSV). Dalším stupněm je rozdělení do skupiny stavebních dílů 0-9 (například 1 jsou zemní práce) a dále na jednotlivé stavební díly, které jsou strukturovány podle konstrukčních a technologicko-materiálových charakteristik a u PSV také podle řemeslného oboru. Další místa kódu jsou tvořena dle druhu konstrukce nebo práce či řemeslného oboru v rámci stavebního dílu a poslední místa kódu jsou pro individuální zpodrobňující charakteristiky. [14]

2. PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části je popsána metodika stanovení nákladů životního cyklu pro tři betonové mosty.

Všechny tři mosty jsou železobetonové a mají rámovou konstrukci s deskou. Druhý most je největší a liší se svojí velikostí, hlubinným založením a odvodněním. Třetí most obsahuje elastomerové ložisko.

V rámci stanovení nákladů na údržbu, opravu a výměnu byly pro každý most vytvořeny dvě varianty lišící se v časovém plánování úkonů. Pro každý most je vypracován souhrn celoživotních nákladů. Závěrem praktické části je porovnání stanovených nákladů mostů mezi sebou.

2.1 Metodika stanovení nákladů životního cyklu

Náklady na pořízení stavby a náklady údržby a oprav byly stanoveny v softwaru EstiCon[®] na návrhovou dobu 100 let životnosti mostu. Software pracuje s jednotkovými cenami stanovené pro rok 2015. Pro převedení na cenovou úroveň 2018 software používá koeficient ČSÚ s hodnotou 4,05 %. Likvidační náklady byly zpracovány dle OTSKP 2018. Stanovené náklady byly následně zaokrouhleny na tisíce. Veškeré náklady životního cyklu byly stanoveny bez DPH.

2.1.1 Náklady na pořízení stavby

Náklady na pořízení stavby jsou stanoveny v softwaru EstiCon[®] a to v úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení (DSP). Za tímto účelem byly v programu pro každý most navoleny skupiny a podskupiny. Například „Nosná konstrukce“ jako skupina a dále „Deska“ jako podskupina.

Pro každou podskupinu má software jednotkovou cenu. Například pro výše zmíněnou podskupinu „Deska“ je jednotková cena myšlena včetně podepření, bednění, výztuže, betonu, ošetřování, odbednění, demontáž podepření a tak dále.

Pro jednotlivé podskupiny lze zadat zpřesňující údaje zvané atributy, kterými ovlivníme jednotkovou cenu za danou podskupinu. Tak lze nastavit mimo jiné pro výkopy třídu těžitelnosti, pro opěry kvalitu betonové směsi a množství výztuže v betonu, pro vozovku její skladbu a podobně.

Po zadání atributů a výměr dostáváme cenu za celou podskupinu. Cena za objekt je pak součtem všech cen za jednotlivé podskupiny.

Jako skupina byly přidány „Práce neuvedené“, které tvoří 20 % z ceny za objekt. Tato skupina vyjadřuje vynechané činnosti související s pořízením stavby, nezahrnuté do žádné skupiny či podskupiny v EstiConu[®]. To jsou například projektové práce, geologické a

průzkumné práce, zařízení stavenišť a podobně. Do podskupiny „Konstrukce ze zemin“ byly uvažovány zásypy základů a popřípadě vybudování pilotážní plošiny.

2.1.2 Náklady údržby a oprav

Při určování nákladů na údržbu, opravy a výměny bylo vycházeno ze softwaru EstiCon[®] v úrovni DSP a některé chybějící cenové údaje byly vyhledány v OTSKP 2015. Do této skupiny nákladů jsou zahrnuty i náklady provozní, do kterých patří u menších mostních objektů zejména náklady spojené s mostními prohlídkami.

Pro stanovení těchto nákladů software používá takzvané elementy, což je výraz pro konstrukční části jako například spodní stavba, nosná konstrukce, římsy a podobně. Každý element má nastavitelné základní údaje jako značku, eskalaci, množství, životnost a jiné. Pro element jsou vyčísleny jednorázové náklady na výměnu rozepsané na náklady na bourání, dodávku, montáž a pomocné práce. Vedle nákladů za výměnu jsou stanoveny i náklady na údržbu elementu, kde jsou zahrnuty všechny činnosti včetně ceny a časového plánování, které se provádějí během celé životnosti elementu. Součtem všech dílčích nákladů výměn a údržby elementů jsou stanoveny náklady údržby a oprav celého mostu.

Pro každý most tak byly zvoleny patřičné elementy a dále byly vytvořeny dvě varianty, které se liší v časovém návrhu, kdy se dané elementy, tedy konstrukční části vyměňují. První varianta odpovídá přednastavenému harmonogramu dle EstiConu[®], varianta druhá byla vytvořena na základě optimalizace. To ovlivňuje i výši nákladů.

2.1.3 Náklady na demolici stavby

Pro stanovení nákladů na demolici stavby byla použita cenová databáze Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací z roku 2018, ze které byly použity vhodné položky s jednotkovými cenami. Bylo počítáno s likvidací samotné stavby a odvozem odpadu na skládku do 20 kilometrů. Pro uskladnění odpadu byly dle materiálu určeny průměrné ceny za tunu z dostupných ceníků ze 14 různých skládek. Náklady na odvoz odpadu na skládku jsou již zahrnuty ve vybraných položkách OTSKP. Po odstranění stavby bylo počítáno se stavbou nového mostu, území by tak nebylo dále nijak upravováno například osetím trávníku, zásypy zeminou a podobně.

2.2 Most č. 1 (Březina)

Jedná se o železobetonový most, který převádí silnici II. třídy přes pravostranný přítok potoka. Most má tak jeden mostní otvor, železobetonovou rámovou konstrukci, je půdorysně přímý s neomezenou volnou výškou. Charakteristické parametry mostu jsou uvedeny v tabulce 2. [19]

Tabulka 2 Charakteristické parametry mostu č. 1 [19].

Délka přemostění	3,00 m	Šířka mostu	9,10 m
Délka mostu	12,5 m	Šířka nosné konstrukce	8,50 m
Rozpětí polí	3,40 m	Výška mostu nad terénem	3,23 m
Typ	rámový	Stavební výška	0,54 m
Volná šířka mostu	8,50 m	Plocha nosné konstrukce	32,3 m ²
Šířka průchozího prostoru	bez chodníků	Plocha mostu	cca 114 m ²
Zatížení a zatížitelnost	dle ČSN EN-1990-2 zatížení skup. 1		

2.2.1 Technické řešení mostu

Most je řešen jako rámový z monolitického železobetonu. Staticky působí nosná konstrukce jako polorám vetknutý do základové konstrukce. Opěry jsou součástí nosné konstrukce jako rámové stojky. Objekt je založen plošně na základových pasech. Deska nosné konstrukce je vedena v jednostranném proměnném podélném spádu. Příčný spád nosné konstrukce je střechovitý a pod římsami je navržen protispád. Na nosnou konstrukci navazují rovnoběžná železobetonová křídla. Římsy jsou na mostě a křídlech navrženy z monolitického železobetonu a jsou opatřeny ochranným nátěrem. [19]

Na římsách je umístěno ocelové zábradlí městského typu se svislou výplní.

Koryto pod mostem je opevněno lomovým kamenem do betonového lože, které je ukončeno betonovými stabilizačními prahy. Obdobně jako dno koryta, břehové svahy budou rovněž opevněny kamenem. [19]

Izolace mostu je provedena z celoplošně natavených izolačních asfaltových pásů na vhodně upravený vyspárovaný povrch ŽB rámové příčle opatřené pečetiví vrstvou. Voda za rubem opěry je odváděna pomocí drenážního potrubí do koryta vodoteče. Veškeré konstrukce ve styku se zemní vlhkostí jsou opatřeny jednou vrstvou penetračního nátěru a dvěma vrstvami izolačního nátěru. [19]

Vozovka na mostě (tabulka 3) je navržena třívrstvá tloušťky 135 mm, včetně izolace, ve složení:

Tabulka 3 Skladba vozovky mostu č. 1 [19].

1. Obrusná vrstva ACO 11+, tl. 40 mm	5. Pod římsami ochrana izolace dle VL4
2. Spojovací postřík z asfaltové emulze 0,5 kg/m ²	6. Izolace z asf. modif. pásů NAIP (5 mm)
3. Ložná vrstva ACL 16+, tl. 50 mm	7. Pečetičí vrstva na bázi epoxidové pryskyřice
4. Spojovací postřík z asfaltové emulze 0,5 kg/m ²	8. Otryskání povrchu
5. Ochrana izolace (litý asfalt) MA 16 IV, tl. 40 mm	

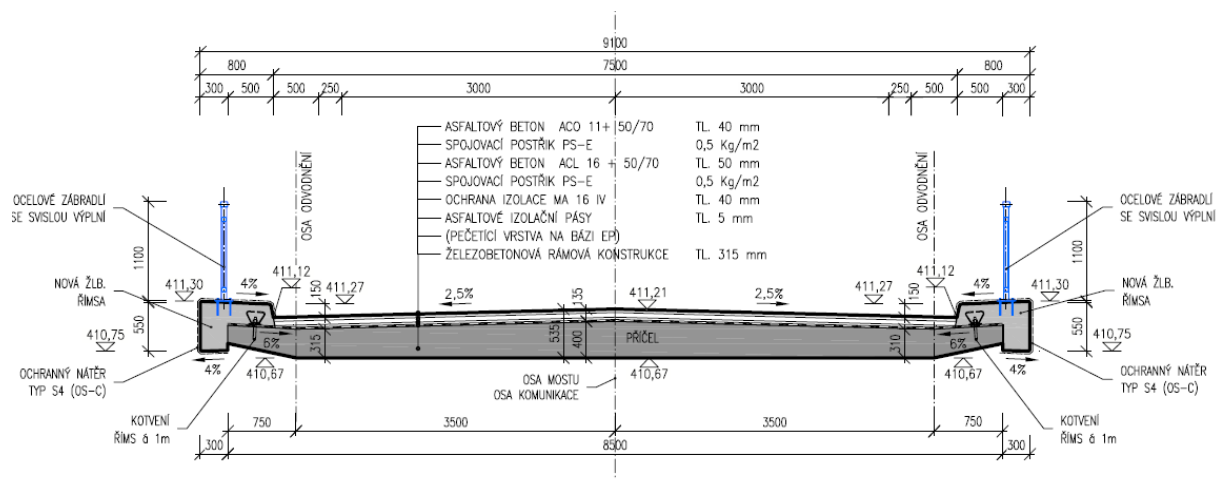
Závěry nejsou s ohledem na typ mostu umístěny. Na obou koncích mostu ve vozovce je prořízlá spára, která je vyplněna zálivkou na bázi EMZ. [19]

Odvodnění vozovky na mostě je řešeno příčným a podélným spádem komunikace, voda je pak sváděna skluzou do koryta vodoteče nebo volně do terénu. Voda z povrchu izolace je odváděna jak příčným, tak podélným spádem a proužků z drenážního plastbetonu za rub opěr. Za rubem opěr je voda odvedena pomocí plošné drenáže a těsnící vrstvy přechodové oblasti do drenážního potrubí dále pak do koryta vodoteče. [19]

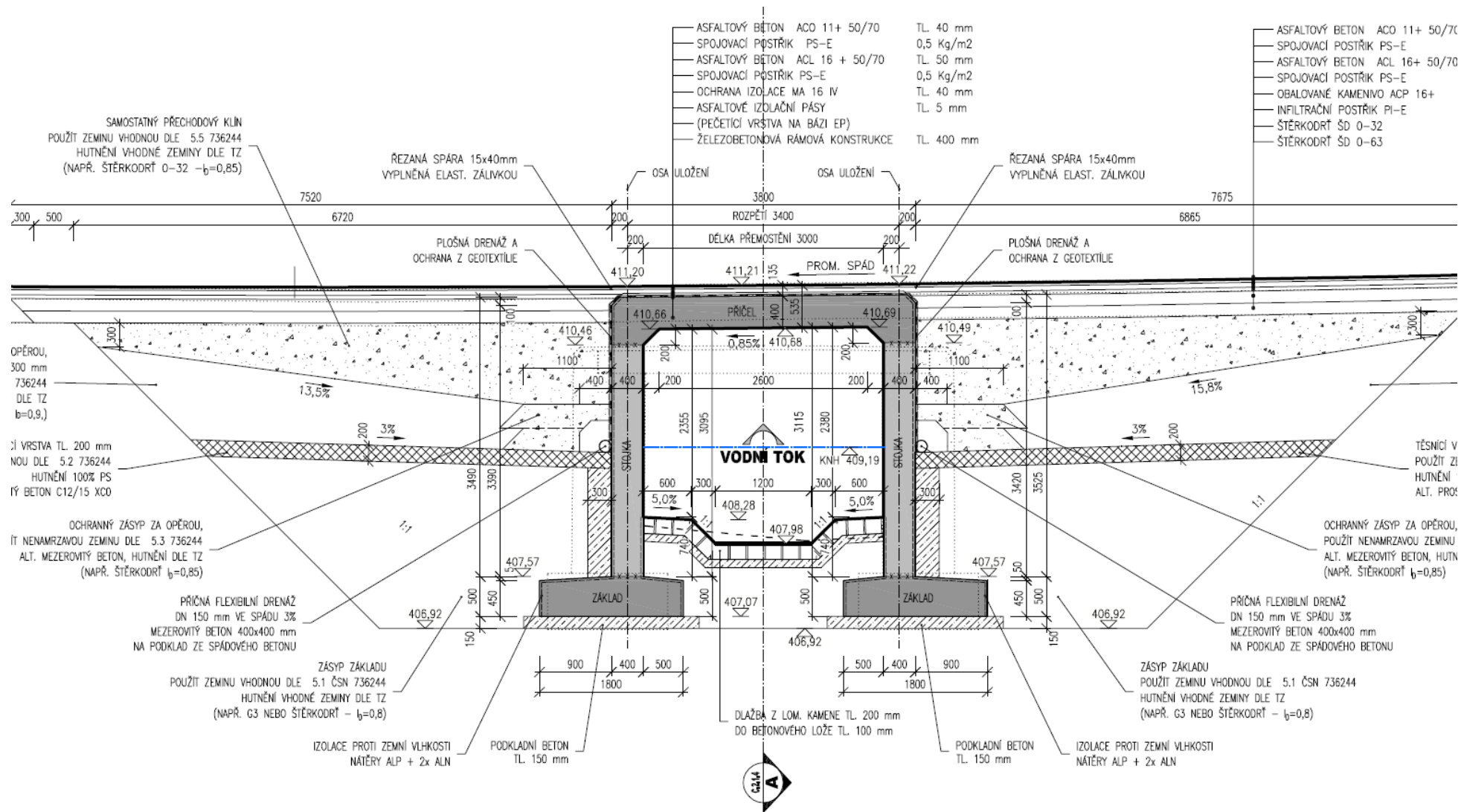
Přechodové oblasti za opěrami jsou provedeny jako přechodové oblasti se samotným přechodovým klínem. [19]

2.2.2 Projektová dokumentace mostu

Dokumentace, ze které je čerpáno v praktické části diplomové práce je ve stupni DSP tedy dokumentace pro stavební povolení. K dispozici byla PD v papírové i elektronické podobě včetně soupisu prací. Příčný a podélný řez jsou zobrazeny na obrázku 8 a 9.



Obrázek 8 Příčný řez mostu č. 1 [19].



Obrázek 9 Podélný řez mostu č. 1 [19].

2.2.3 Náklady na pořízení stavby

Pro stanovení nákladů na pořízení stavby v programu EstiCon[®] byly dle projektové dokumentace a soupisu prací navoleny skupiny a podskupiny (tabulka 4) a jejich atributy (tabulka 5), upravující jejich jednotkové náklady. Zadáním výměr dostáváme celkové náklady skupin a následně náklady na celý objekt. Výsledné náklady jsou přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Tabulka 4 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 1 [17].

Značka	Název skupiny	Zn. podskupiny	Název podskupiny
821 112 N-01	Zemní práce	821 112 N-01.10	Výkopy
		821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin
821 112 N-02	Hlubinné zakládání	821 112 N-02.10	Mikropiloty
821 112 N-03	Plošné zakládání	821 112 N-03.10	Plošné základy
821 112 N-04	Opěry, pilře	821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy
821 112 N-05	Nosná konstrukce	821 112 N-05.10	Deska
821 112 N-06	Izolace nosné konstrukce	821 112 N-06.10	Asfaltové pásy
821 112 N-07	Vozovka	821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá
821 112 N-08	Římsy	821 112 N-08.10	Římsy
821 112 N-09	Zábradlí, svodidla	821 112 N-09.10	Zábradlí
821 112 N-12	Přechodová oblast	821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zemin
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 % z ceny objektu dle sborníku DSP	

Navolené skupiny a podskupiny včetně označení jsou vypsány v tabulce 5. Mikropiloty jsou zde myšleny v rámci zapažení stavební jámy.

Tabulka 5 Zvolené atributy podskupin pro most č. 1 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Atributy	
821 112 N-01.10	Výkopy	Třídy těžitelnosti (I., II., III.) [%]	80/20/0
821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin	Použitý materiál (zemina z výkopu/zemina ze zemníku/nakupovaný materiál) [%]	40/30/30
821 112 N-02.10	Mikropiloty	Průměr mikropilot [mm]	200
		Zatřídění vrtů dle tř. vrtatelnosti (tř. I.-II., III.-IV., V.-VI.) [%]	80/20/0
821 112 N-03.10	Plošné základy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	100
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-05.10	Deska	Kvalit. tř. betonové směsi	C30/37
		Množství výztuže [kg/m ³]	180
		Srovnaná výška [m]	0,5
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	Skladba	ACO40+ACL50+MA IV35
821 112 N-08.10	Římsy	Kvalit. tř. beton. směsi (monolit C30/37, monolit C40/50, prefa C40/50) [%]	100/0/0
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-09.10	Zábradlí	Druh zábradlí	Se svislou výplní
821 112 N-12.10	Přechodová oblast – zemina	Použitý materiál (zemina z výkopu/zemina ze zemníku/nakupovaný materiál) [%]	30/30/40

V tabulce 5 jsou uvedeny atributy tedy zpřesňující údaje pro jednotlivé podskupiny. Atributy byly zadány na základě PD a soupisu prací. Rozdíl oproti projektu je o 5 mm menší zadaná tloušťka ochrany izolace MA IV kvůli tomu, že EstiCon® takový atribut nenabízí.

Tabulka 6 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 1 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Množství	MJ	Jednotkové náklady [Kč]	Náklady celkem [Kč]
821 112 N-01.10	Výkopy	376,6	m ³	286	107 704
821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin	21,0	m ³	289	6 069
821 112 N-02.10	Mikropiloty	62,1	m	3 859	239 651
821 112 N-03.10	Plošné základy	15,6	m ³	6 816	106 397
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	39,1	m ³	9 372	366 464
821 112 N-05.10	Deska	56,4	m ²	7 843	442 345
821 112 N-06.10	Asfaltové pásy	114,7	m ²	748	85 803
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	93,8	m ²	816	76 500
821 112 N-08.10	Římsy	9,3	m ³	15 099	140 871
821 112 N-09.10	Zábradlí	24,6	m	3 300	81 180
821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy	423,4	m ³	424	179 606
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 %		22 907	458 148
Pořizovací náklady na objekt					2 290 738
Pořizovací náklady na objekt (přepočítáno a zaokrouhleno)					2 384 000

V tabulce 6 jsou uvedeny spočítané výměry, výsledné jednotkové a celkové náklady. To určuje pořizovací náklady na objekt, které tak vycházejí 2 384 000 Kč včetně skupiny neuvedených prací, které nejsou zahrnuty v žádné skupině ani podskupině jako například projektové práce, odvodnění a podobně. Náklady jsou blíže popsány v kapitole 2.2.6.

2.2.4 Náklady údržby, oprav a výměn

Pro stanovení nákladů údržby, oprav a výměn byly zvoleny elementy a jejich podrobnější specifikace, které vyjadřují konstrukční části mostu č. 1. Dále byly vytvořeny dvě varianty harmonogramu údržby a oprav s prováděnými činnostmi údržby.

Tabulka 7 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 1 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Množství	MJ
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	33	m ²
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	97	m ²
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	9	m ³
420	Mostní zábradlí	428	Ocelové zábradlí	25	m
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30 mm (jako mostní závěr)	15	m
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	94	m ²
		483	Ložná vrstva ACL 16S 50 mm	94	m ²
		4851	Ochrana izolace MA IV 40 mm	28,5	m ²
		487	Izolace NAIP s pečecí vrstvou	28,5	m ²
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	39	m ²
900	Ostatní	901	Běžná mostní prohlídka (do 1000 m ²)	114	m ²
		903	Hlavní mostní prohlídka (do 1000 m ²)	114	m ²

Zvolené elementy včetně množství jsou uvedené v tabulce 7.

2.2.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn

Pro jednotlivé varianty byly vytvořeny časové plány činností údržby a harmonogramy, ve kterých je zobrazeno, kdy a po jaké době se mění jednotlivé části (elementy) mostu v závislosti na životnostech jednotlivých prvků.

2.2.4.1.1 Varianta EstiCon

Ve variantě EstiCon jsou životnosti prvků a harmonogram jejich výměn, které jsou navrženy softwarem EstiCon[®]. Soupis prvků mostu s jejich životnostmi a počtem výměn během životnosti mostu jsou zobrazeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 1 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	100	0
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	50	1
420	Mostní zábradlí	428	Ocelové zábradlí	30	3
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30mm (jako mostní závěr)	15	6
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	15	6
		483	Ložná vrstva ACL 16S 50 mm	30	3
		4851	Ochrana izolace MA IV 40 mm	30	3
		487	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	30	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	50	1

Prvky jako betonová spodní stavba a betonová deska se za celou životnost mostu nemění, provádí se na nich pouze údržba. Monolitická římsa spolu s opevněním lomovým kamenem je měněna jednou v polovině životnosti mostu. Dále jsou na mostě prvky s životností 30 let, které se mění třikrát a prvky s životností 15 let, například zálivka působící jako závěr a obrusná vrstva, které jsou měněny šestkrát.

Most č.1 - varianta EstiCon		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
205	Spodní stavba betonová	životnost 100 let																			
301	Monolit. betonová deska	životnost 100 let																			
401	Monolit. římsa	životnost 50 let										1.									
556	Ocelové zábradlí	životnost 30 let					1.					2.					3.				
470	Zálivka 30mm	živ. 15 let	1.		2.		3.		4.		5.		6.								
482	Obrusná vrstva ACO 16S	živ. 15 let	1.		2.		3.		4.		5.		6.								
483	Ložná vrstva ACL 16S	životnost 30 let					1.					2.					3.				
4851	Ochrana izolace MA IV	životnost 30 let					1.					2.					3.				
487	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	životnost 30 let					1.					2.					3.				
660	Opevnění lomovým kamenem	životnost 50 let										1.									

Obrázek 10 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 1 [17].

Na obrázku 10 je zobrazen harmonogram výměn varianty EstiCon. Výměny více částí mostu zahrnující zábradlí, kompletní vozovku na mostě včetně izolace a její ochrany a výplně závěr jsou prováděny třikrát v celé životnosti mostu ve 30, 60 a 90 letech. Dle návrhu softwaru

EstiCon® jsou v 90 letech, tedy v poslední dekádě životnosti mostu, tyto prvky s maximální životností 15 až 30 let, měněny pouze na zbývajících 10 let životnosti mostu. Poté proběhne už jen demolice celého mostu. To je značně neekonomické, proto byla vytvořena druhá varianta optimalizovaná. Dále je navržena v polovině životnosti mostu výměna říms a opevnění. V navržené době 100 let je na mostě 7 úseků, kdy jsou prováděny stavební práce spojené s výměnou jeho prvků a z toho jsou 3 úseky spojené pouze s výměnou obrusné vrstvy a zálivky.

Tabulka 9 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 1 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Monolit beton-deska	100	Sanace	30	30	100	3	0
Monolitická římsa	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18	1
		Sanace	20	20	50	4	
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98	
Ocelové zábradlí	30	Nátěr	15	15	30	3	3
		Mytí	1	1	30	94	
Obrusná vrstva ACO 16S	15	Omytí vodou	1	1	15	88	6
Opevnění lom. kamenem	50	Omytí vodou	1	1	50	97	1
Běžná mostní prohlídka	0	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	0	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

Časový plán v tabulce 10 zobrazuje prováděné činnosti údržby jednotlivých prvků mostu včetně jejich period a celkových cyklů v analyzovaném období 100 let standardně zahrnuté softwarem. Jedná se nejčastěji o čištění či omytí vodou, pro zábradlí antikoroziční nátěry a pro betonové prvky sanace a pro římsu navíc i nátěr obrub proti účinkům rozmrazovacích prostředků. Zahrnuté jsou i mostní prohlídky.

Sanací spodní stavby a desky je myšleno, že na 10 % zadané plochy je aplikována reprofilační malta a na 20 % plochy je nanášena sjednocující stěrka. Zadána byla plocha viditelná. Sanace římsy je prováděna jako 20 % plochy reprofilační malta a 100 % plochy sjednocující stěrka.

2.2.4.1.2 Varianta optimalizovaná

Optimalizovaná varianta vychází z varianty EstiCon. Pro tuto variantu se nijak neliší měněné elementy ani podstata prováděných činností údržby. Hlavním rozdílem je přeplánování výměn prvků mostu pro zajištění větší ekonomické efektivity. Za tímto účelem byly změněny

předpokládané životnosti prvků a co nejvíce sjednoceny jejich výměny ve stejný rok. Soupis prvků mostu s jejich životnostmi a počtem výměn během životnosti mostu jsou zobrazeny v tabulce 10.

Tabulka 10 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 1 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	100	0
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	52	1
420	Mostní zábradlí	428	Ocelové zábradlí	26	3
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30 mm (jako mostní závěr)	13	7
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	13	7
		483	Ložná vrstva ACL 16S 50 mm	26	3
		4851	Ochrana izolace MA IV 40 mm	26	3
		487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	26	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	52	1

Prvky, které zůstaly beze změny, jsou spodní stavba a nosná konstrukce tedy části mostu s dlouhodobou životností. Pro prvky s původní životností 15, 30 a 50 let byly životnosti změněny na 13, 26 a 52 let. Oproti původní variantě se nezměnil počet výměn, tedy až na zálivku a obrusnou vrstvu, které mají o jednu výměnu více.

Most č.1 - varianta optimalizovaná		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
205	Spodní stavba betonová	životnost 100 let																			
301	Monolit. betonová deska	životnost 100 let																			
401	Monolit. římsa	životnost 52 let										1.									
556	Ocelové zábradlí	životnost 26 let					1.					2.					3.				
470	Zálivka 30mm	živ. 13 let	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.												
482	Obrusná vrstva ACO 16S	živ. 13 let	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.												
483	Ložná vrstva ACL 16S	životnost 26 let					1.					2.					3.				
4851	Ochrana izolace MA IV	životnost 26 let					1.					2.					3.				
487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	životnost 26 let					1.					2.					3.				
660	Opevnění lomovým kamenem	životnost 52 let										1.									

Obrázek 11 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 1 [17].

Na obrázku 11 je optimalizovaný harmonogram. **Větší výměny se stejně jako v původní variantě provedou třikrát za 100 let, ale s rozdílem, že poslední větší výměna je plánována mnohem dříve, takže je více využita životnost vyměněných prvků až do konce životnosti celého mostu. Další změna proběhla ve sjednocení výměn prvků mostu tak, že za polovinou životnosti stavby jsou měněny všechny uvažované prvky mostu.** Vlivem optimalizace je tak na mostě celkem 7 úseků výměn, z toho je jedna velká výměna uvažovaná pro všechny prvky, 2 větší výměny pro 6 prvků a 2 výměny pouze pro zálivku a obrusnou vrstvu.

Tabulka 11 Optimalizovaný časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy mostu č. 1 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	25	25	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Monolit beton-deska	100	Sanace	25	25	100	3	0
Monolitická římsa	52	Nátěr obrubníku	5	5	52	19	1
		Sanace	18	18	52	4	
		Čištění tlakovou vodou	1	1	52	98	
Ocelové zábradlí	30	Nátěr	13	13	26	4	3
		Mytí	1	1	26	94	
Obrusná vrstva ACO 16S	13	Omytí vodou	1	1	13	86	7
Opevnění lom. kamenem	52	Omytí vodou	1	1	52	98	1
Běžná mostní prohlídka	0	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	0	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

Činnosti údržby se pro optimalizovanou variantu (tabulka 11) na rozdíl od varianty EstiCon nijak neliší. Vzhledem ke změně předpokládaných životností prvků se podle zadaných period liší celkový počet cyklů o jeden, maximálně dva cykly. **V rámci optimalizace byly upraveny periody sanací spodní betonové stavby a desky z 30 na 25 let tak, aby sanace byla prováděna rovnoměrně po celou životnost prvků a tedy i stavby.**

2.2.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn

Dle navržených harmonogramů výměn prvků a časových plánů činností údržby byly stanoveny náklady na údržbu, opravy a výměny. Jednotkové náklady výměn a činností údržby byly převzaty ze softwaru EstiCon[®]. Výsledné náklady byly přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Pro každou variantu je zpracována tabulka, ve které jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Ve sloupci náklady údržby jsou jednotlivé činnosti, pro které je stanoven počet cyklů, jednotkové náklady, náklady na jeden cyklus a náklady na všechny cykly. Ve sloupci náklady na výměny prvků je pro každý element určeno počet výměn, jednotkové náklady, náklady na jednu výměnu a náklady na všechny výměny. Z toho jsou stanoveny celkové náklady údržby, oprav a výměn.

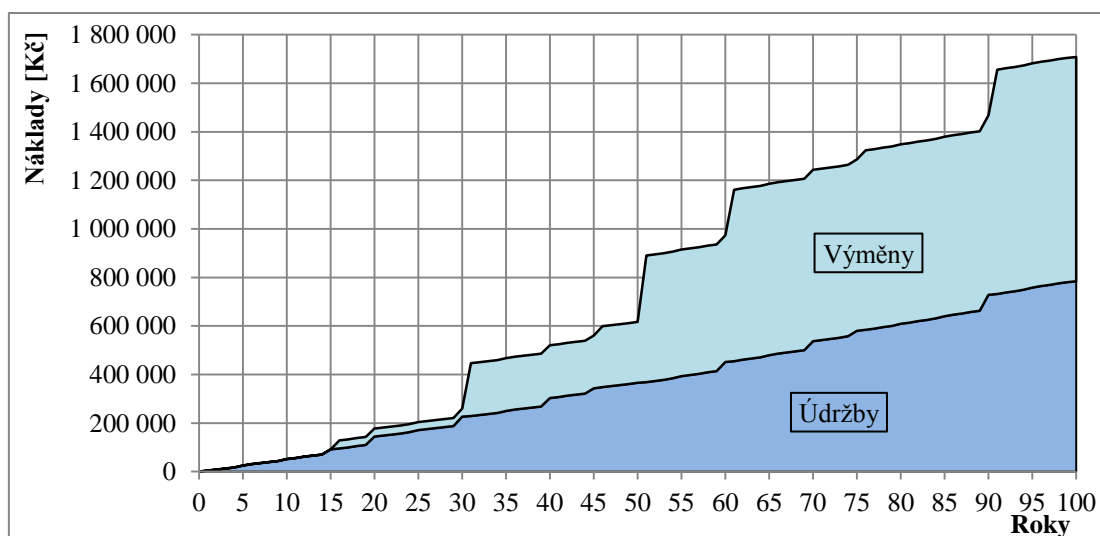
2.2.4.2.1 Varianta EstiCon

V tabulce 13 jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Podrobnější rozbor je proveden v kapitole 2.2.6.

Tabulka 12 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 1 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	925 000 Kč	962 000 Kč
Celkem údržba prvků	784 000 Kč	816 000 Kč
Náklady celkem	1 709 000 Kč	1 778 000 Kč

Stanovené náklady, zobrazené v tabulce 12, jsou rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu, které jsou přepočteny na rok 2018 a dohromady tak tvoří 1 778 000 Kč.



Obrázek 12 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 1 [17].

Pro přehlednost byl vytvořen graf nákladů během celé životnosti mostu rozdělený na náklady na výměny a na náklady na údržby stanovené pomocí softwaru EstiCon[®] (obrázek 12). Náklady na údržby mají téměř lineární průběh, protože náklady na činnosti údržby se mezi sebou tolik neliší a většina je prováděna v pravidelných cyklech. U nákladů za výměny je velký nárůst nákladů ve 30, 50, 60 a 90 letech, kdy je měněno hned několik částí mostu, jak bylo navrženo v již popsaném harmonogramu. V 90. roce je provedena výměna několika částí za více než 200 000 Kč na posledních 10 let životnosti mostu, což se jeví značně neekonomické.

Tabulka 13 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 1 varianty EstiCon [17].

Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Životnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklad za 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklad celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	33	Sanace	3	234	7 757	23 271	0	0	0	0	48 465
			Omytí vodou	19	40	1 326	25 194					
Deska NK	100	97	Sanace	3	234	22 721	68 164	0	0	0	0	68 164
Monolitická římsa	50	9	Nátěr obrubníku	18	304	2 736	49 248	1	20 701	186 309	186 309	421 983
			Sanace	4	2 949	26 541	106 164					
			Čištění tlak. vodou	98	91	819	80 262					
Zálivka 30mm	15	15	bez údržby					6	380	5 700	34 200	34 200
Obrusná vrst.	15	94	Omytí vodou	88	5	469	41 250	6	294	27 563	165 375	206 625
Ložná vrstva	30	94	bez údržby					3	283	26 531	79 594	79 594
Ochrana izol.	30	29	bez údržby					3	486	13 851	41 553	41 553
Izolace NAIP	30	29	bez údržby					3	795	22 658	67 973	67 973
Ocelové zábradlí	30	25	Nátěr	3	550	13 750	41 250	3	3 530	88 250	264 750	409 400
			Mytí	94	44	1 100	103 400					
Opevnění lom. kamenem	50	39	Omytí vodou	98	31	1 209	118 482	1	2 172	84 721	84 721	203 203
Běžná mostní prohlídka	0	114	Prohlídka 0-50 let	50	5	570	28 500	-	-	-	0	84 360
			Prohlídka 50-100 let	49	10	1 140	55 860					
Hlavní mostní prohlídka	0	114	Prohlídka 0-40 let	6	15	1 710	10 260	-	-	-	0	42 750
			Prohlídka 40-80 let	10	15	1 710	17 100					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	1 710	15 390					

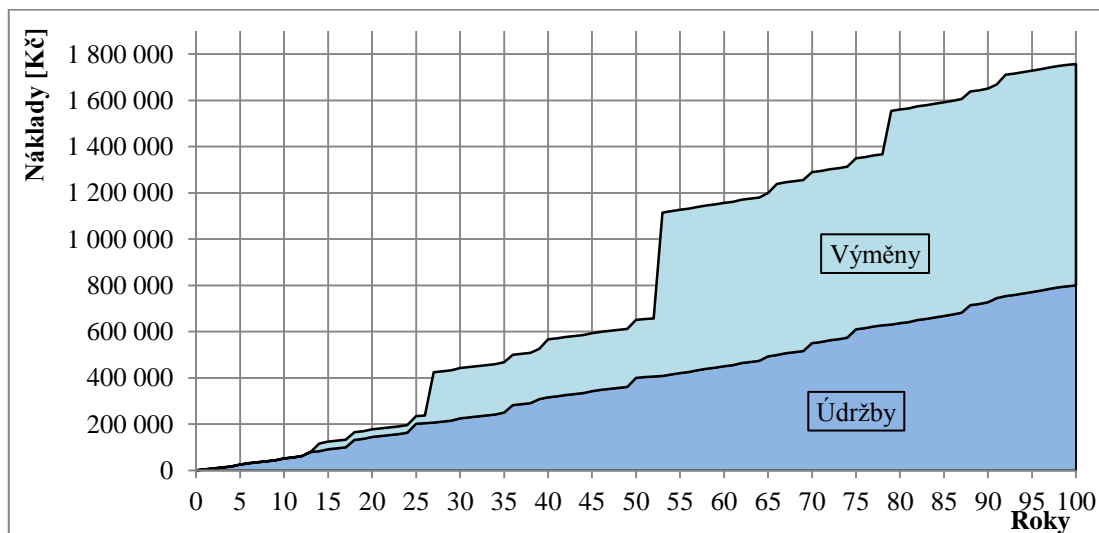
2.2.4.2.2 Varianta optimalizovaná

V tabulce 15 jsou zobrazeny náklady údržby, oprav a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Oproti variantě EstiCon se liší pouze počet cyklů činností údržby a jedna výměna navíc u zálivky a obrusné vrstvy vlivem změny životnosti z důvodu sjednocení výměn. Podrobnější rozbor je proveden v kapitole 2.2.6.

Tabulka 14 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 1 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	958 000 Kč	997 000 Kč
Celkem údržba prvků	799 000 Kč	832 000 Kč
Náklady celkem	1 757 000 Kč	1 829 000 Kč

Stanovené náklady jsou zobrazené v tabulce 14 a jsou dále rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu, které jsou následně přepočteny na rok 2018. Dohromady tak tvoří 1 829 000 Kč.



Obrázek 13 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 1 [17].

Z grafu nákladů během celé životnosti mostu rozdělený na náklady na výměny a na náklady na údržbu (obrázek 13) je vidět podobný, téměř lineární, průběh nákladů na údržbu jako u varianty EstiCon. Vlivem optimalizace je v 52 letech životnosti mostu provedena sjednocená výměna všech uvažovaných elementů (prvků) mostu za více než 400 000 Kč. Větší výměny převyšující 200 000 Kč, jsou provedeny už jen v 27. a 79. roce.

Tabulka 15 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 1 varianty optimalizované [17].

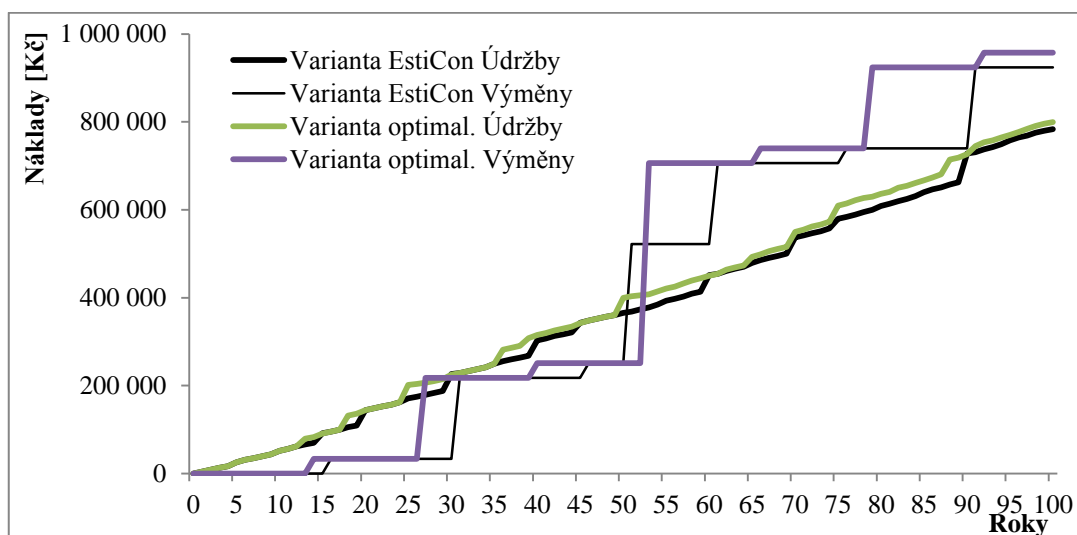
Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Zřivinnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklad za 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklad za 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	33	Sanace	3	234	7 757	23 271	-	-	-	-	48 465
			Omytí vodou	19	40	1 326	25 194					
Deska NK	100	97	Sanace	3	234	22 721	68 164	-	-	-	-	68 164
Monolitická římsa	52	9	Nátěr obrubníku	19	304	2 736	51 984	1	20 701	186 309	186 309	424 719
			Sanace	4	2 949	26 541	106 164					
			Čištění tlak. vodou	98	91	819	80 262					
Zálivka 30mm	13	15	bez údržby					7	380	5 700	39 900	39 900
Obrusná vrst.	13	94	Omytí vodou	86	5	469	40 313	7	294	27 563	192 938	233 250
Ložná vrstva	26	94	bez údržby					3	283	26 531	79 594	79 594
Ochrana izolace	26	29	bez údržby					3	486	13 851	41 553	41 553
Izolace NAIP	26	29	bez údržby					3	795	22 658	67 973	67 973
Ocelové zábradlí	26	25	Nátěr	4	550	13 750	55 000	3	3 530	88 250	264 750	423 150
			Mytí	94	44	1 100	103 400					
Opevnění lom. kamenem	52	39	Omytí vodou	98	31	1 209	118 482	1	2 172	84 708	84 708	203 190
Běžná mostní prohlídka	0	114	Prohlídka 0-50 let	50	5	570	28 500	-	-	-	-	84 360
			Prohlídka 50-100 let	49	10	1 140	55 860					
Hlavní mostní prohlídka	0	114	Prohlídka 0-40 let	6	15	1 710	10 260	-	-	-	-	42 750
			Prohlídka 40-80 let	10	15	1 710	17 100					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	1 710	15 390					

2.2.4.2.3 Porovnání variant

Porovnáním variant z hlediska výše nákladů (tabulka 16) vychází optimalizovaná varianta dražší o 51 000 Kč, než varianta EstiCon, hlavně z důvodu jedné výměny navíc u prvků s nejnižší životností a to u zálivky a obrusné vrstvy. Zvýšení nákladů také ovlivnil jeden nátěr ocelového zábradlí navíc. **I přes zvýšení nákladů optimalizované varianty dosáhneme efektivnějšího využití prvků mostu zejména v poslední třetině životnosti mostu a také se ušetří minimálně jedna větší výměna, kdy na mostě nebudou prováděny žádné stavební práce.**

Tabulka 16 Porovnání variant mostu č. 1 [17].

	EstiCon	Optimalizovaná
Celkem výměna prvků	962 000 Kč	997 000 Kč
Celkem údržba prvků	816 000 Kč	832 000 Kč
Celkem	1 778 000 Kč	1 829 000 Kč
Rozdíl	51 000 Kč	



Obrázek 14 Porovnání variant mostu č. 1 [17].

Pro znázornění rozdílů mezi oběma variantami byl vytvořen graf (obrázek 14). Průběhy nákladů údržby se od sebe nijak významně neliší. Rozdíly jsou patrné mezi průběhy nákladů výměn, kdy optimalizovaná varianta má tři větší výměny a z toho jednu výměnu velkou oproti 4 větším výměn varianty EstiCon. **Poslední větší výměna není téměř na konci životnosti mostu, jako u varianty EstiCon, ale je provedena už v roce 79, díky čemuž vyměněné části mostu dosáhnou své životnosti s koncem životnosti celého mostu.**

2.2.5 Náklady na demolici stavby

Pro stanovení nákladů na demolici objektu je použita cenová databáze OTSKP 2018 a je uvažováno s odvozem všech hmot, vzniklých demolicí, na skládku do 20 km. Odvoz vzniklých hmot je zahrnut v navolených položkách OTSKP, poplatek za uložení nikoliv.

Tabulka 17 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 1 [18].

Položka	Popis položky	MJ	Náklady na MJ [Kč]
14112	Poplatky za skládku typ S-IO (inertní odpad)	t	
97817	Odstranění mostní izolace	m ²	161
113728	Frézování zpevněných ploch asfaltových, odvoz do 20 km	m ³	1 470
114158	Odstr dlaž vod kor z lomkam na mc včet podkl, odvoz do 20 km	m ³	998
966138	Bourání konstrukcí z kamene na mc s odvozem do 20 km	m ³	2 810
966168	Bourání konstrukcí ze železobetonu s odvozem do 20 km	m ³	5 750
978152	Otlučení obkladů z kamene	m ²	221
9112B3	Zábradlí mostní se svislou výplní - demontáž s přesunem	m	156

V tabulce 17 je přehled použitých položek OTSKP 2018 včetně označení a jednotkových nákladů. Poplatky za skládku jsou dle materiálu uvedené v tabulce 19.

Tabulka 18 Demoliční práce mostu č. 1 [18].

Části	Množství	MJ	Jednotkové náklady na odstranění [Kč/MJ]	Cenová soustava	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady na odstranění [Kč]
Spodní stavba betonová	39,1	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	224 825
Betonové vodorovné konstrukce	19,1	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	109 710
Monolit. římsa	9,3	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	53 475
Obrusná vrstva ACO	4,7	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	6 909
Ložná vrstva ACL	4,7	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	6 909
Ochrana izolace MA IV	1,1	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	1 676
Izolace NAIP s pečeticí vrstvou	115,0	m ²	161	OTSKP-SPK	97817	18 515
Mostní zábradlí	25,0	m	156	OTSKP-SPK	9112B3	3 900
Obklad z kamene	17,2	m ²	221	OTSKP-SPK	978152	3 800
Kamenný zához	11,4	m ³	998	OTSKP-SPK	114158	11 387
Celkem za demoliční práce						441 106 Kč
Celkem za demoliční práce (zaokrouhleno)						441 000 Kč

Tabulka 18 ukazuje likvidované části mostu a jejich množství s jednotkovými a celkovými náklady převzaté z OTSKP 2018. Výsledný náklad za demolici objektu bez skládkového je 441 000 Kč. Největší podíl tvoří náklady spojené s likvidací železobetonové nosné konstrukce, římsy a spodní stavby.

Tabulka 19 Poplatky za skládku mostu č. 1 [18].

Poplatky za skládku	Množství	MJ	Jednotkové náklady skládkovného [Kč/MJ]	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady skládkovného [Kč]
Odpad typ S-IO (inertní odpad - beton)	162,0	t	660	14112	106 888
Odpad typ S-IO (inertní odpad - asfalt)	24,5	t	1 250	14112	30 566
Odpad typ S-IO (inertní odpad - kámen)	39,3	t	400	14112	15 740
Celkem skládkovné					153 195 Kč
Celkem skládkovné (zaokrouhleno)					153 000 Kč

Pro zjištění poplatků skládkovného byly vyhledány ceny ze 14 různých skládek a ty zprůměrovány. V tabulce 19 je pro jednotlivé druhy odpadu stanoveno množství, jednotkové a celkové náklady. Největší část nákladů tvoří uskladnění železobetonu.

Tabulka 20 Souhrn nákladů za demolici mostu č. 1 [18].

Celkem za demoliční práce	441 000 Kč
Celkem skládkovné	153 000 Kč
Celkem za odstranění stavby a skládkovné	594 000 Kč

V tabulce 20 je souhrn nákladů vzniklých demolicí stavby, odvozem stavebních hmot na skládku a jejich uskladnění. Celkem tyto náklady tvoří 594 000 Kč.

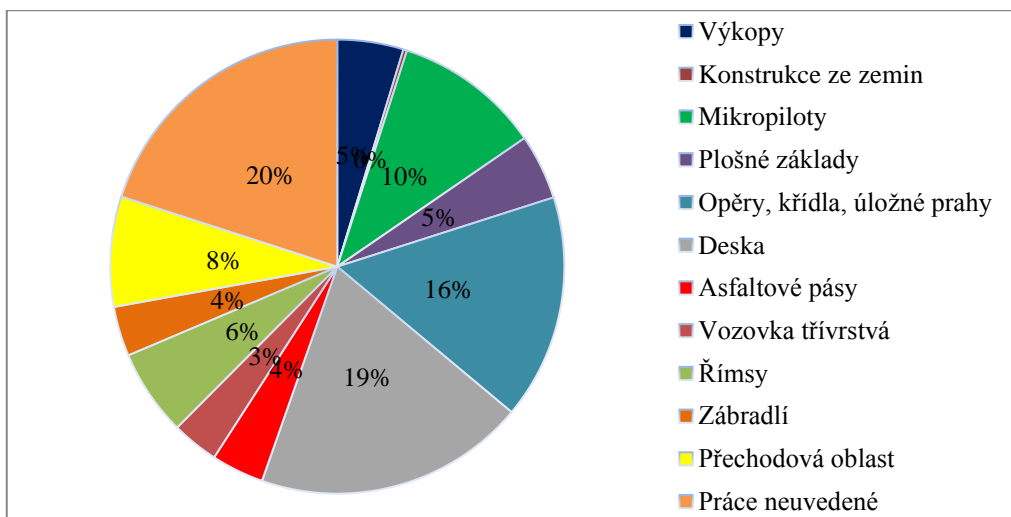
2.2.6 Souhrn nákladů životního cyklu

V této části je proveden přehled nákladů životního cyklu mostu č. 1. Dále jsou rozebrány pořizovací náklady a náklady na údržbu, výměnu a opravy varianty optimalizované.

Tabulka 21 Náklady životního cyklu mostu č. 1 [18].

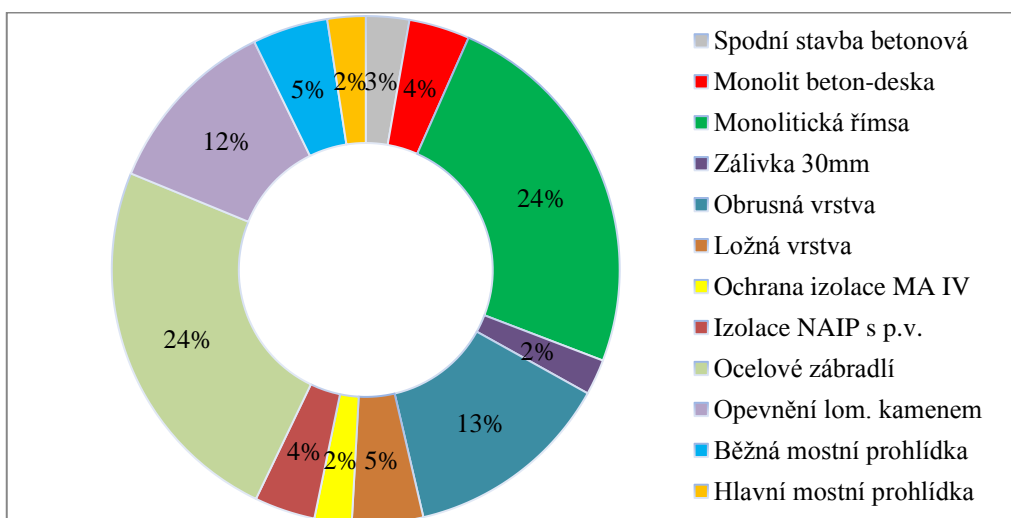
Náklady životního cyklu	
Pořizovací náklady	2 384 000 Kč
Náklady na údržbu	832 000 Kč
Náklady na výměnu prvků	997 000 Kč
Demoliční práce	441 000 Kč
Odstranění odpadů	153 000 Kč
Celkem	4 807 000 Kč

Stanovené náklady životního cyklu mostu jsou přehledně zobrazené v tabulce 21 a dále ve sloupcovém grafu na obrázku 17.



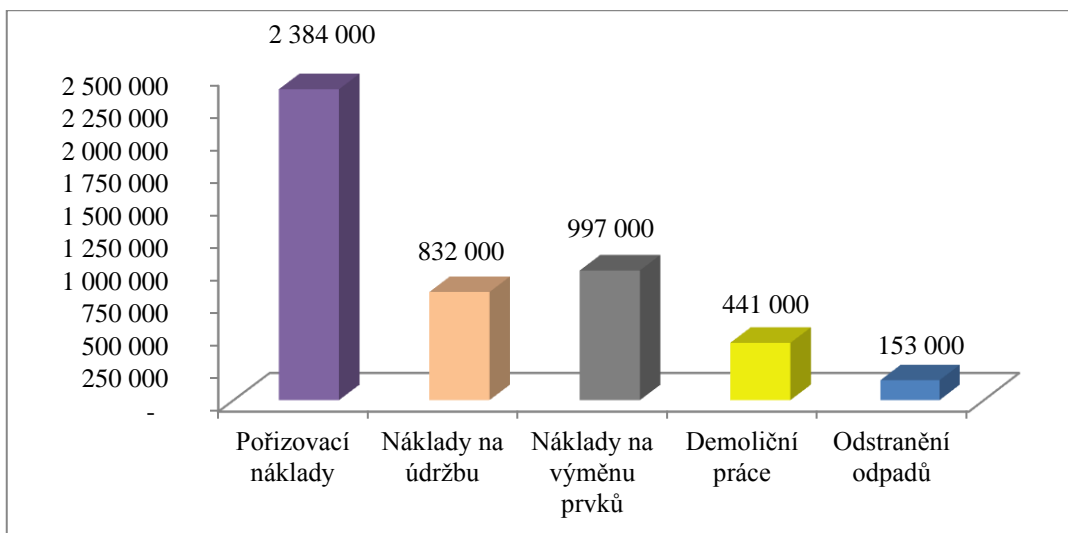
Obrázek 15 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 1 [17].

Na obrázku 15 je graf s rozloženými pořizovacími náklady mostu do jednotlivých nákladů podskupin, které byly určeny v programu EstiCon[®]. Pomineme-li odhadovaných 20 % neuvedených prací, významnou část tvoří železobetonové konstrukce - deska, opěry, křídla a římsa s celkovým podílem 41 %. Výkopy se zakládáním a zapažením stavební jámy tvoří 20 %.



Obrázek 16 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 1 [17].

Na obrázku 16 je rozdělení nákladů údržby, výměn a oprav dle jednotlivých konstrukčních částí mostu. Téměř polovinu z těchto nákladů zaujímá římsa spolu s ocelovým zábradlím. Významnou část dále tvoří obrusná vrstva a opevnění lomovým kamenem. V řádu jednotek procent pak zbylé uvažované konstrukční části mostu.



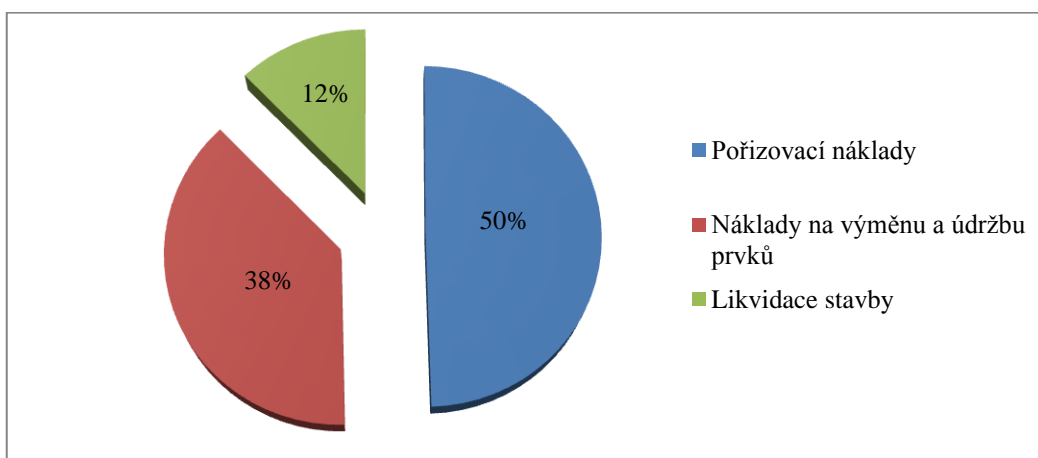
Obrázek 17 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 1 [18].

Stanovené náklady životního cyklu mostu jsou přehledně zobrazené ve sloupcovém grafu na obrázku 17. Největší část nákladů životního cyklu tvoří náklady na pořízení stavby stanovené na 2 384 000 Kč, za nimi jsou náklady na údržbu a výměnu a náklady na demolici.

Tabulka 22 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 1 [18].

Pořizovací náklady	2 384 000 Kč
Náklady na výměnu a údržbu prvků	1 829 000 Kč
Likvidace stavby	594 000 Kč

V tabulce 22 jsou uvedeny souhrnné náklady celoživotního cyklu mostu č. 1. Vznikly tak tři kategorie nákladů a to pořizovací náklady, náklady na výměnu a údržbu prvků a náklady na likvidaci stavby.



Obrázek 18 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 1 [18].

Graf na obrázku 18 zobrazuje souhrnné náklady životního cyklu. Pořizovací náklady tvoří 50 % celkových nákladů, na druhém místě jsou s 38 % náklady na výměnu a údržbu prvků mostu a se 12 % jsou náklady na odstranění stavby.

2.3. Most č. 2 (Podlíšťany)

Most z monolitického betonu převádí silnici III. třídy přes vodní tok. Most má jeden mostní otvor, železobetonovou rámovou konstrukci, s levou šikmostí $82,14^\circ$ a neomezenou volnou výškou. Charakteristické parametry mostu jsou uvedeny v tabulce 23. [19]

Tabulka 23 Charakteristické parametry mostu č. 2 [18].

Délka přemostění	11,00 m	Šířka mostu	9,25 m
Délka mostu	18,8 m	Šířka nosné konstrukce	8,43 – 10,45 m
Rozpětí polí	12,00 m	Výška mostu nad vodním tokem	4,22 m
Volná šířka mostu	min 7,24 m	Stavební výška	0,69 – 0,94 m
Šířka průchozího prostoru	1,5 m	Plocha nosné konstrukce	125,42 m ²
Typ	rámový	Plocha mostu	cca 175 m ²
Zatížení a zatížitelnost	dle ČSN 73 6222 min. zatížení $V_n = V-EN 32 t$		

2.3.1 Technické řešení mostu

Mostní objekt působí jako monolitická jednopolová rámová nosná konstrukce s železobetonovou příčlím s proměnnou tloušťkou a konstantní šířkou. Založení mostu je hlubinné na vrtaných maloprůměrových pilotách umístěných ve dvou řadách pod konstrukcí základových pasů. Pasy jsou umístěny pod konstrukcí rámových stěn. Do pasů jsou vetknuty hlavice mikropilot a jsou provedeny na vrstvě podkladního betonu. Na železobetonové stěny rámu a stojky navazují železobetonová monolitická křídla mostu na straně vtoku a výtoku. Křídla jsou umístěna souběžně s osou převáděné komunikace. Na obou stranách na mostní objekt navazují prodloužená křídla v podobě železobetonových zdí, které se skládají z monolitických základových patek a z železobetonových křídel. Na levé straně na konstrukci křídel a na okraji nosné konstrukce je osazena železobetonová kotvená monolitická římsa. Na straně pravé je osazena římsa spolu s betonovým monolitickým chodníkem šířky 1,5 metrů. [19]

Vpravo podél chodníku je umístěno ocelové mostní zábradlí se svislou výplní, vlevo je na římsě osazeno zábradelní ocelové svodidlo s třídou zadržení H2 a výplní se svislou tyčí. [19]

Opevnění břehu je provedeno betonovou patkou a kamennou dlažbou do betonového lože s vyspárováním z MC. Před patkami je kamenná rovnanina. [19]

Nosná konstrukce je chráněna celoplošnou izolací z modifikovaných izolačních asfaltových pásů s pečticí vrstvou s přetažením na spodní stavbu nosné konstrukce. Ostatní plochy betonového povrchu mostu umístěny trvale pod terénem jsou chráněny izolací proti zemní vlhkosti z asfaltového nátěru a penetračních vrstev a asfaltových pásů. Ostatní plochy spodní stavby jsou opatřeny nátěry proti zemní vlhkosti $N_p + 2x Na$. [19]

Izolace vodorovné nosné konstrukce je doplněna o odvodňovací proužky z drenážního plastbetonu v odvodňovacím úžlabí. Odvodnění celoplošné izolace je svedeno odvodňovací celoplošné izolace pod pohled nosné konstrukce. Rub konstrukce opěr a křídel je odvodněn rubovou drenáží ložené v podélném směru se zaústěním do vodního toku. Mostní odvodňovač je umístěn na levém okraji vozovky v kontaktu s římsou. [19]

Vozovka na mostě (tabulka 24) je navržena třívrstvá tloušťky 140 mm, včetně izolace, ve složení:

Tabulka 24 Skladba vozovky mostu č. 2 [19].

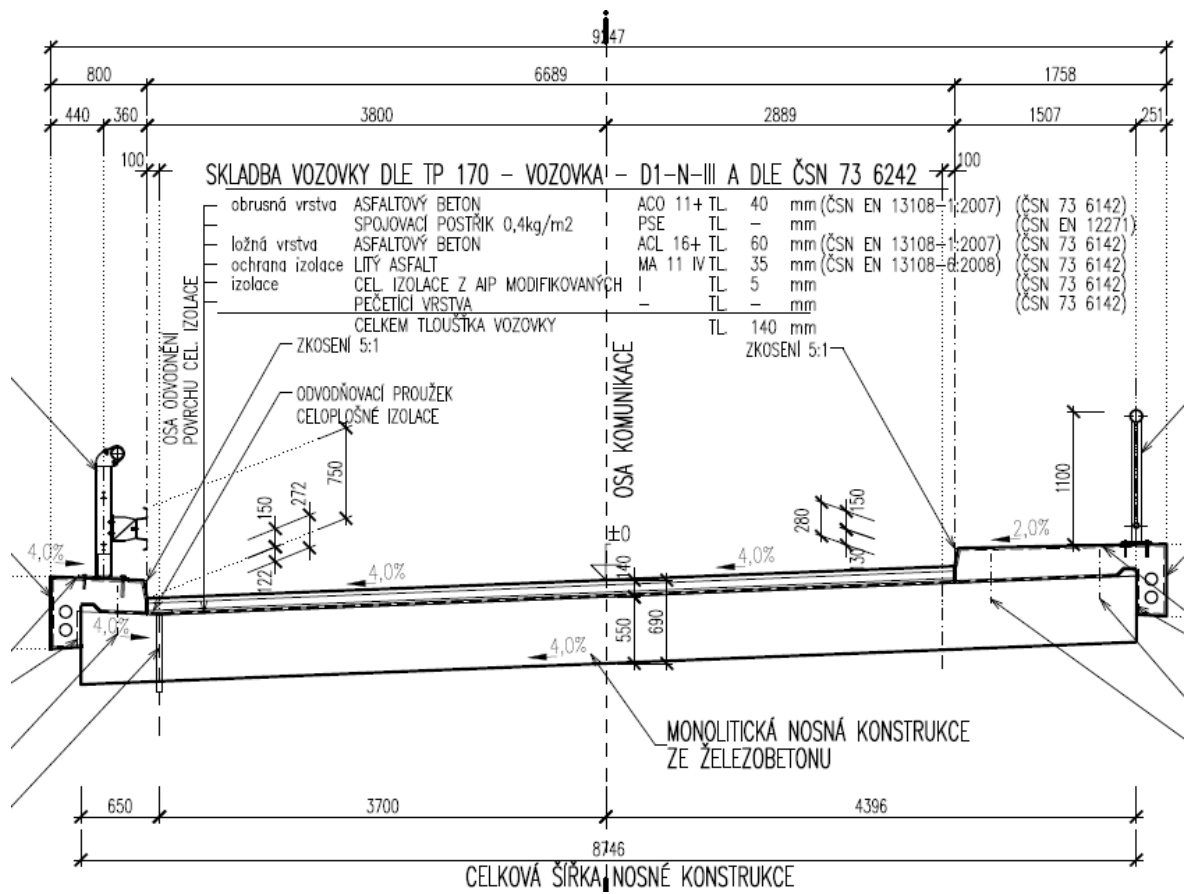
1. Obrusná vrstva ACO 11+, tl. 40 mm	5. Ochrana izolace (litý asfalt) MA 11 IV, tl. 35 mm
2. Spojovací postřík z asfaltové emulze 0,4 kg/m ²	6. Izolace z asf. modif. pásů NAIP (5 mm)
3. Ložná vrstva ACL 16+, tl. 60 mm	7. Pečetící vrstva
4. Posyp předobalenou drtí fr 4-8, 2-3 kg/m ²	

S ohledem na nosnou konstrukci a její typ, jsou navrženy pouze povrchové dilatační spáry v konstrukci vozovky. Dilatace konstrukce vozovky je navržena proříznutím obrusné vrstvy vozovky opatřeným asfaltovou modifikovanou zálivkou typu EMZ. [19]

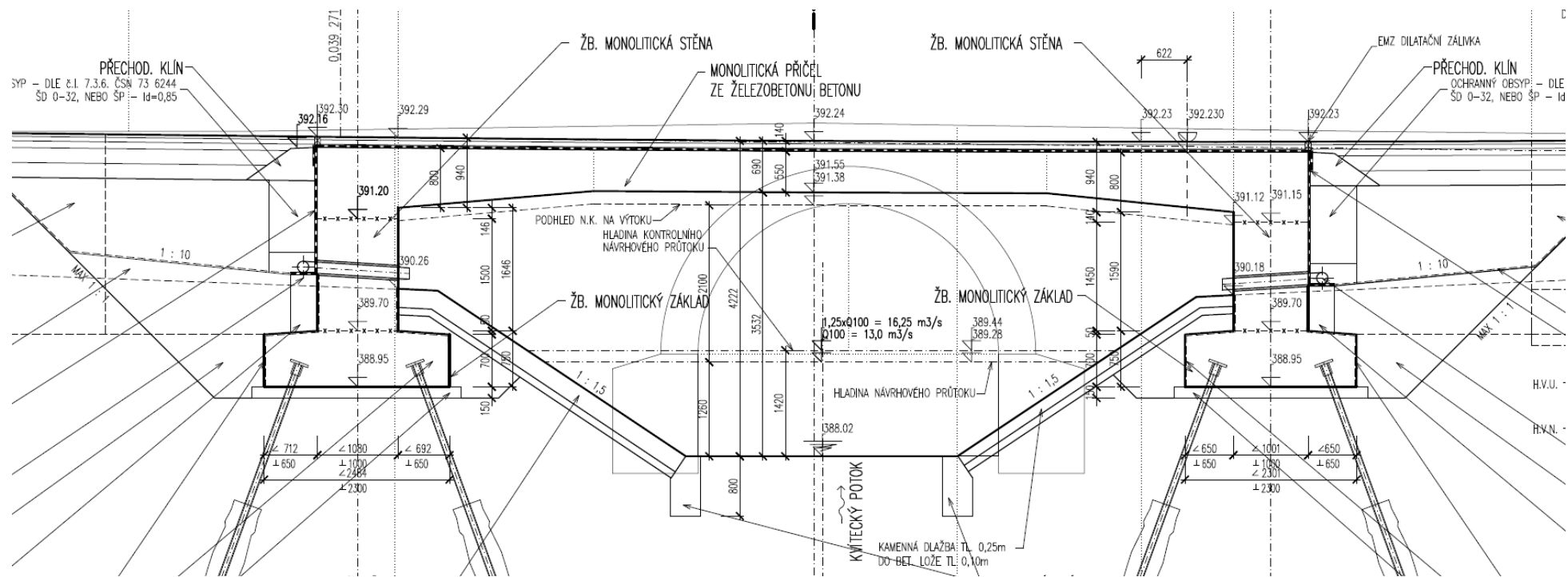
Přechodové oblasti obou opěr mostu jsou řešeny se standardním souvrstvím se samotným přechodovým klínem. Nad přechodovou oblastí v kontaktu s čelem nosné konstrukce jsou navrženy betonové prahy. [19]

2.3.2 Projektová dokumentace mostu

Dokumentace, ze které je čerpáno v praktické části diplomové práce je ve stupni DSP tedy dokumentace pro stavební povolení. K dispozici byla PD v papírové i elektronické podobě včetně soupisu prací. Příčný a podélný řez jsou zobrazeny na obrázku 19 a 20.



Obrázek 19 Příčný řez mostu č. 2 [19].



Obrázek 20 Podélný řez mostu č. 2 [19].

2.3.3 Náklady na pořízení stavby

Pro stanovení nákladů na pořízení stavby v programu EstiCon® byly dle projektové dokumentace a soupisu prací navoleny skupiny a podskupiny (tabulka 25) a jejich atributy (tabulka 26), které upravují jejich jednotkové náklady. Zadáním výměr dostáváme celkové náklady skupin a následně náklady na celý objekt. Náklady na objekt byly následně přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Tabulka 25 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 2 [17].

Značka	Název skupiny	Zn. podskupiny	Název podskupiny
821 112 N-01	Zemní práce	821 112 N-01.10	Výkopy
		821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin
821 112 N-02	Hlubinné zakládání	821 112 N-02.10	Mikropiloty
821 112 N-03	Plošné zakládání	821 112 N-03.10	Plošné základy
821 112 N-04	Opěry, pilíře	821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy
821 112 N-05	Nosná konstrukce	821 112 N-05.10	Deska
821 112 N-06	Izolace nosné konstrukce	821 112 N-06.10	Asfaltové pásy
821 112 N-07	Vozovka	821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá
821 112 N-08	Římsy	821 112 N-08.10	Římsy
821 112 N-09	Zábradlí, svodidla	821 112 N-09.10	Zábradlí
		821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo
821 112 N-12	Přechodová oblast	821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy
		821 112 N-12.20	Přechodová oblast - betonová
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 % z ceny objektu dle sborníku DSP	

Navolené skupiny a podskupiny včetně označení jsou vypsány v tabulce 25. Oproti mostu č. 1 jsou zde mikropiloty nejen jako pažení, ale i jako hlubinné základy. Dle projektu je dále navrženo zábradelní svodidlo a betonová přechodová oblast spolu s oblastí hutněnou ze zeminy.

Tabulka 26 Zvolené atributy podskupin pro most č. 2 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Atributy	
821 112 N-01.10	Výkopy	Třídy těžitelnosti (I., II., III.) [%]	80/20/0
821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin	Použitý materiál (zemina z výkopu/zemina ze zemníku/nakupovaný materiál) [%]	40/30/30
821 112 N-02.10	Mikropiloty	Průměr mikropilot [mm]	100
		Zatřídění vrtů dle tř. vrtatelnosti (tř. I.-II., III.-IV., V.-VI.) [%]	40/50/10
821 112 N-03.10	Plošné základy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-05.10	Deska	Kvalit. tř. betonové směsi	C30/37
		Množství výztuže [kg/m ³]	250
		Srovnaná výška [m]	0,7
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	Skladba	ACO40+ACL50+MAIV35
821 112 N-08.10	Římsy	Kvalit. tř. beton. směsi (monolit C30/37, monolit C40/50, prefa C40/50) [%]	100/0/0
		Množství výztuže [kg/m ³]	140
821 112 N-09.10	Zábradlí	Druh zábradlí	Se svislou výplní
821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo	Úroveň zadržení (H2/H3) [%]	100/0
821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy	Použitý materiál (zemina z výkopu/zemina ze zemníku/nakupovaný materiál) [%]	30/30/40
821 112 N-12.20	Přechodová oblast - betonová	Použitý materiál	mezerovitý beton

V tabulce 26 jsou uvedeny atributy, tedy zpřesňující údaje pro jednotlivé podskupiny. Atributy byly zadány na základě projektové dokumentace a soupisu prací. Rozdíl oproti projektu je o 10 mm menší zadaná tloušťka ložné vrstvy ACL kvůli tomu, že EstiCon[®] takový atribut nenabízí. Vzhledem k malé výměře vozovky a malému rozdílu v jednotkových nákladech nemá tento fakt zásadnější vliv na pořizovací náklady objektu.

Tabulka 27 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 2 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Množství	MJ	Jednotkové náklady [Kč]	Náklady celkem [Kč]
821 112 N-01.10	Výkopy	1093,0	m ³	286	312 598
821 112 N-01.20	Konstrukce ze zemin	340,4	m ³	289	98 376
821 112 N-02.10	Mikropiloty	222,0	m	3 445	764 790
821 112 N-03.10	Plošné základy	85,1	m ³	8 306	706 841
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	132,7	m ³	9 372	1 243 664
821 112 N-05.10	Deska	100,6	m ²	10 705	1 076 923
821 112 N-06.10	Asfaltové pásy	381,9	m ²	748	285 661
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	127,3	m ²	816	103 877
821 112 N-08.10	Římsy	29,1	m ³	14 679	427 775
821 112 N-09.10	Zábradlí	27,1	m	3 300	89 430
821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo	54,0	m	3 030	163 620
821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy	549,6	m ³	424	233 140
821 112 N-12.20	Přechodová oblast - betonová	85,5	m ³	2 260	193 230
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 %		71 249	1 424 981
Pořizovací náklady na objekt					7 124 907
Pořizovací náklady na objekt (přepočítáno a zaokrouhleno)					7 414 000

V tabulce 27 jsou uvedeny spočítané výměry, výsledné jednotkové a celkové náklady. To určuje upravené náklady na objekt, které tak vycházejí 7 414 000 Kč včetně skupiny neuvedených prací, do kterých spadají například náklady na projekt, odvodnění, trativody a jiné. Náklady budou blíže popsány v kapitole 2.3.6.

2.3.4 Náklady údržby, oprav a výměn

Pro stanovení nákladů údržby, oprav a výměn byly zvoleny elementy a jejich podrobnější specifikace, které vyjadřují konstrukční části mostu č. 2. Dále byly vytvořeny taktéž dvě varianty harmonogramu údržby a oprav s prováděnými činnostmi údržby.

Tabulka 28 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 2 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Množství	MJ
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	49	m ²
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	100	m ²
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	29	m ³
420	Mostní zábradlí a svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové	54	m
		428	Ocelové zábradlí	27	m
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30mm (jako mostní závěr)	15	m
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	127	m ²
		484	Ložná vrstva ACL 16S 60 mm	127	m ²
		4850	Ochrana izolace MA IV 35 mm	91	m ²
		487	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	91	m ²
490	Odvodnění mostů	491	Mostní odvodňovač	1	ks
		498	Odvodňovač izolace nerez	4	ks
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	228	m ²
900	Ostatní	901	Běžná mostní prohlídka (do 1000 m ²)	175	m ²
		903	Hlavní mostní prohlídka (do 1000 m ²)	175	m ²

Zvolené elementy včetně množství jsou uvedené v tabulce 28. Oproti mostu č. 1 je zde navíc uvažováno s ocelovým zábradelním svodidlem, jedním mostním odvodňovačem a nerezovými odvodňovací izolace.

2.3.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn

Pro jednotlivé varianty byly vytvořeny časové plány činností údržby a harmonogramy, ve kterých je zobrazeno, kdy a po jaké době se mění jednotlivé části (elementy) mostu v závislosti na životnostech jednotlivých prvků.

2.3.4.1.1 Varianta EstiCon

Ve variantě EstiCon jsou životnosti prvků a harmonogram jejich výměn, které jsou navrženy softwarem EstiCon[®]. Soupis prvků mostu s jejich životnostmi a počtem výměn během životnosti mostu jsou zobrazeny v tabulce 29.

Tabulka 29 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 2 varianty EstiCon [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	100	0
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	50	1
420	Mostní zábradlí a svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové	30	3
		428	Ocelové zábradlí	30	3
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30 mm (jako mostní závěr)	15	6
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	15	6
		483	Ložná vrstva ACL 16S 50 mm	30	3
		4851	Ochrana izolace MA IV 40 mm	30	3
		487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	30	3
490	Odvodnění mostů	491	Mostní odvodňovač	30	3
		498	Odvodňovač izolace nerez	30	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	50	1

Stejně jako u mostu č. 1 jsou uvažovány prvky jako betonová spodní stavba a betonová deska, které se za celou životnost mostu nemění. Stejně tak je monolitická římsa spolu s opevněním lomovým kamenem měněna jednou v polovině životnosti mostu. Podobně jsou na mostě prvky s životností 30 let jako svodidla, zábradlí a odvodnění, které se mění třikrát a prvky s životností 15 let, které jsou měněny šestkrát.

Most č.2 - varianta EstiCon		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
205	Spodní stavba betonová	životnost 100 let																								
301	Monolit. betonová deska	životnost 100 let																								
401	Monolit. římsa	životnost 50 let										1.														
421	Zábradelní svodidlo ocelové	životnost 30 let					1.					2.					3.									
428	Ocelové zábradlí	životnost 30 let					1.					2.					3.									
470	Zálivka (jako mostní závěr)	živ. 15 let	1.				2.				3.				4.				5.				6.			
482	Obrusná vrstva ACO 16S	živ. 15 let	1.				2.				3.				4.				5.				6.			
483	Ložná vrstva ACL 16S	životnost 30 let					1.					2.					3.									
4851	Ochrana izolace MA IV	životnost 30 let					1.					2.					3.									
487	Izolace NAIP s pečetičí vrstvou	životnost 30 let					1.					2.					3.									
491	Mostní odvodňovač	životnost 30 let					1.					2.					3.									
498	Odvodňovač izolace nerez	životnost 30 let					1.					2.					3.									
660	Opevnění lomovým kamenem	životnost 50 let										1.														

Obrázek 21 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 2 [17].

Na obrázku 21 je zobrazen harmonogram výměn varianty EstiCon. Stejně jako pro most č. 1 je navržena jedna výměna pro prvky s životností 50 let, tři výměny prvků s životností 30 let a šest výměn prvků s životností 15 let. Na mostě takto vzniká minimálně sedm období, kdy probíhají stavební práce spojené s výměnou prvků. **Druhá navržená varianta optimalizovaná podobně jako u mostu č. 1 sjednocuje výměny prvků s životností 15, 30 a 50 let v rámci snížení období prací na mostě a posouvá na dřívější období poslední výměnu všech prvků s životností 15 let a 30 let pro jejich efektivnější využití.**

Tabulka 30 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 2 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Monolit beton-deska	100	Sanace	30	30	100	3	0
Monolitická římsa	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18	1
		Sanace	20	20	50	4	
		Čištění tlak. vodou	1	1	50	98	
Zábradelní svodidlo ocelové	30	Nátěr	15	15	30	3	3
		Mytí	1	1	30	94	
Obrusná vrstva ACO	15	Omytí vodou	1	1	15	88	6
Mostní odvodňovač	30	Čištění	1	1	30	94	3
Ocelové zábradlí	30	Nátěr	15	15	30	3	3
		Mytí	1	1	30	94	
Opevnění lom. kamenem	50	Omytí vodou	1	1	50	97	1
Běžná mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

Časový plán v tabulce 30 zobrazuje prováděné činnosti údržby jednotlivých prvků mostu včetně jejich period a celkových cyklů v analyzovaném období 100 let standardně zahrnuté

softwarem. Oproti mostu č. 1 přibily činnosti spojené se zábradelním svodidlem, které se udržuje podobně jako ocelové zábradlí a mostní odvodňovač, který je pravidelně čištěn.

Sanace spodní stavby, desky a římsy se oproti mostu č. 1 nijak nemění a platí, že je aplikována reprofilační malta a sjednocující stěrka.

2.3.4.1.2 Varianta optimalizovaná

Na stejném principu jako u mostu č. 1 vznikla optimalizovaná varianta vycházející z varianty EstiCon. Oproti variantě EstiCon se nijak neliší měněné elementy ani podstata prováděných činností údržby. Rozdílem je přeplánování výměn prvků mostu pro zajištění větší ekonomické efektivity. Za tímto účelem byly změněny předpokládané životnosti prvků a co nejvíce sjednoceny jejich výměny ve stejnou dobu. Soupis prvků mostu s jejich životnostmi a počtem výměn během životnosti mostu jsou zobrazeny v tabulce 31.

Tabulka 31 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 2 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska	100	0
420	Mostní zábradlí a svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové	26	3
		428	Ocelové zábradlí	26	3
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	52	1
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30mm (jako mostní závěr)	13	7
480	Vozovka + izolace	482	Obrusná vrstva ACO 16S 50 mm	13	7
		483	Ložná vrstva ACL 16S 50 mm	26	3
		4851	Ochrana izolace MA IV 40 mm	26	3
		487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	26	3
490	Odvodnění mostů	491	Mostní odvodňovač	26	3
		498	Odvodňovač izolace nerez	26	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	52	1

Prvky nechané beze změny jsou spodní stavba a nosná konstrukce s životností 100 let. Stejně jako u mostu č. 1 pro prvky s původní životností 15, 30 a 50 let byly životnosti změněny na 13, 26 a 52 let. Prvky s upravenou životností 13 let mají oproti variantě EstiCon o jednu výměnu více.

Most č.2 - varianta optimalizovaná		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
205	Spodní stavba betonová	životnost 100 let																			
301	Monolit. betonová deska	životnost 100 let																			
401	Monolit. římsa	životnost 52 let										1.									
421	Zábradelní svodidlo ocelové	životnost 26 let					1.					2.					3.				
428	Ocelové zábradlí	životnost 26 let					1.					2.					3.				
470	Zálivka 30mm	živ. 13 let	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.												
482	Obrusná vrstva ACO 16S	živ. 13 let	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.												
483	Ložná vrstva ACL 16S	životnost 26 let					1.					2.					3.				
4851	Ochrana izolace MA IV	životnost 26 let					1.					2.					3.				
487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	životnost 26 let					1.					2.					3.				
491	Mostní odvodňovač	životnost 26 let					1.					2.					3.				
498	Odvodňovač izolace nerez	životnost 26 let					1.					2.					3.				
660	Opevnění lom. kamenem	životnost 52 let										1.									

Obrázek 22 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 2 [17].

Na obrázku 22, kde je zobrazen harmonogram výměn optimalizované varianty jsou vidět tři velké sjednocené výměny v letech 27, 53 a 79 a z toho jedna výměna se týká všech uvažovaných měněných prvků mostu. Celkem je úseků výměn pět a z toho se dvě výměny týkají pouze obrusné vrstvy a zálivky. **Oproti původnímu harmonogramu je tak uspořeno minimálně jedno období, kdy by na mostě probíhaly stavební práce. Jak bylo zmíněno u mostu č. 1, další zlepšení plyne z posunutí plánované výměny prvků s životností 26 let na dřívější období, než v původní variantě, čímž je docíleno efektivnějšího využití životnosti těchto prvků.**

Tabulka 32 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty optimalizované mostu č. 2 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	25	25	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Monolit beton-deska	100	Sanace	25	25	100	3	0
Monolitická římsa	52	Nátěr obrubníku	5	5	52	19	1
		Sanace	18	18	52	4	
		Čištění tlak. vodou	1	1	52	98	
Zábradelní svodidlo ocelové	26	Nátěr	13	13	26	4	3
		Mytí	1	1	26	94	
Obrusná vrstva ACO	13	Omytí vodou	1	1	13	86	7
Mostní odvodňovač	26	Čištění	1	1	26	94	3
Ocelové zábradlí	26	Nátěr	13	13	26	4	3
		Mytí	1	1	26	94	
Opevnění lom. kamenem	52	Omytí vodou	1	1	52	98	1
Běžná mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

Činnosti údržby se pro optimalizovanou variantu na rozdíl od varianty EstiCon nijak významně neliší. Vlivem změny životnosti prvků se liší celkový počet cyklů o jeden, maximálně dva cykly. **Jako u mostu č. 1 i zde byly upraveny periody sanací spodní betonové stavby a desky z 30 na 25 let, tak, aby sanace byla prováděna rovnoměrně po celou životnost prvků a tedy i stavby.**

2.3.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn

Dle navržených harmonogramů výměn prvků a časových plánů činností údržby byly obdobně jako u předchozího mostu stanoveny náklady na údržbu a opravy. Jednotkové náklady výměn a činností byly převzaty ze softwaru EstiCon[®]. Výsledné náklady byly přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Pro každou variantu je zpracována tabulka, ve které jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry.

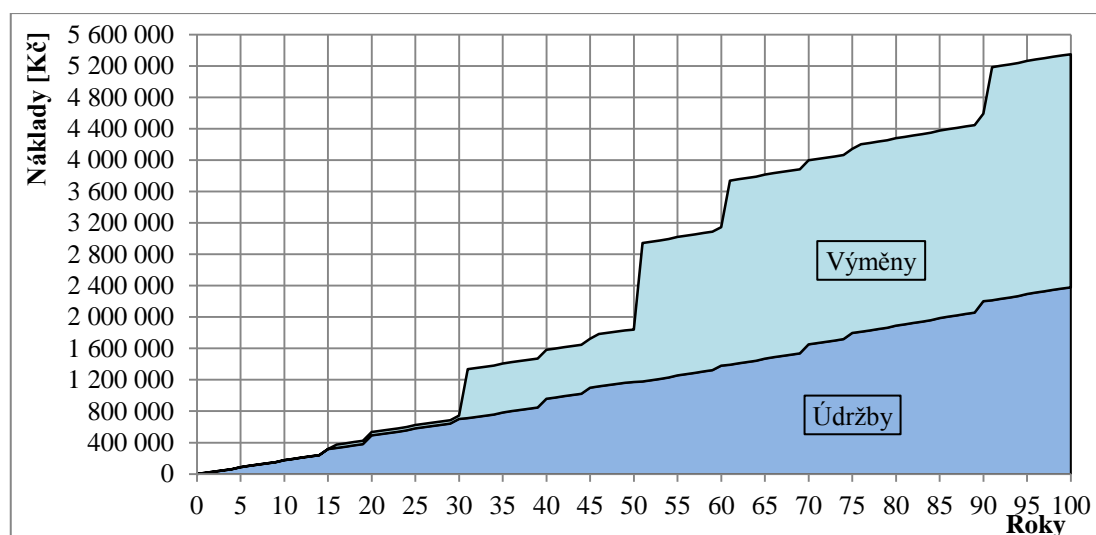
2.3.4.2.1 Varianta EstiCon

V tabulce 34 jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Podrobnější rozbor je proveden v kapitole 2.3.6.

Tabulka 33 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 2 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	2 972 000 Kč	3 092 000 Kč
Celkem údržba prvků	2 377 000 Kč	2 474 000 Kč
Náklady celkem	5 349 000 Kč	5 566 000 Kč

Stanovené náklady rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu, které jsou přepočteny na rok 2018 jsou zobrazeny v tabulce 33. Náklady dohromady tvoří 5 566 000 Kč.



Obrázek 23 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 2 [17].

Podobně jako pro most č. 1 byl vytvořen graf nákladů během celé životnosti mostu rozdělený na náklady na výměny a na náklady na údržby stanovené pomocí softwaru EstiCon[®] (obrázek 23). Z grafu vidíme tvarem podobné průběhy jako u mostu č. 1. A to

téměř lineární průběh nákladů za údržby vlivem rovnoměrných nákladů každý rok a skokový nárůst nákladů za výměny dle navrženého harmonogramu ve 30, 50, 60 a 90 letech. Neefektivní je výměna mnoha prvků v 90. letech životnosti mostu s náklady přes 600 000 Kč.

Tabulka 34 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 2 varianty EstiCon [17].

Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Životnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	49	Sanace	3	234	11 539	34 616	0	-	-	-	72 091
			Omytí vodou	19	40	1 972	37 476					
Monolit beton-deska	100	100	Sanace	3	234	23 435	70 305	0	-	-	-	70 305
Monolitická římsa	50	29	Nátěr obrubníku	18	304	8 859	159 454	1	20 701	603 227	603 227	1 366 287
			Sanace	4	2 949	85 934	343 735					
			Čištění tlak. vodou	98	91	2 652	259 871					
Zábradelní svodidlo ocel.	30	54	Nátěr	3	690	37 260	111 780	3	4 860	262 440	787 320	1 122 444
			Mytí	94	44	2 376	223 344					
Zálivka 30mm	15	15	bez údržby					6	380	5 814	34 884	34 884
Obrusná vrstva	15	127	Omytí vodou	88	5	637	56 012	6	294	37 426	224 557	280 569
Ložná vrstva	30	127	bez údržby					3	337	42 900	128 700	128 700
Ochrana izolace MA IV	30	91	bez údržby					3	436	39 850	119 551	119 551
Izolace NAIP s p.v.	30	91	bez údržby					3	795	72 663	217 989	217 989
Mostní odvodňovač	30	1	Čištění	94	400	400	37 600	3	19 220	19 220	57 660	95 260
Odvodňovač izolace nerez	30	4	bez údržby					3	1 360	5 440	16 320	16 320
Ocelové zábradlí	30	27	Nátěr	3	550	14 905	44 715	3	3 530	95 663	286 989	443 790
			Mytí	94	44	1 192	112 086					
Opevnění lom. kamenem	50	228	Omytí vodou	98	31	7 055	691 418	1	2 172	494 325	494 325	1 185 744
Běžná mostní prohlídka	-	175	Prohlídka 0-50 let	50	5	874	43 700	-	-	-	-	129 352
			Prohlídka 50-100 let	49	10	1 748	85 652					
Hlavní mostní prohlídka	-	175	Prohlídka 0-40 let	6	15	2 622	15 732	-	-	-	-	65 550
			Prohlídka 40-80 let	10	15	2 622	26 220					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	2 622	23 598					

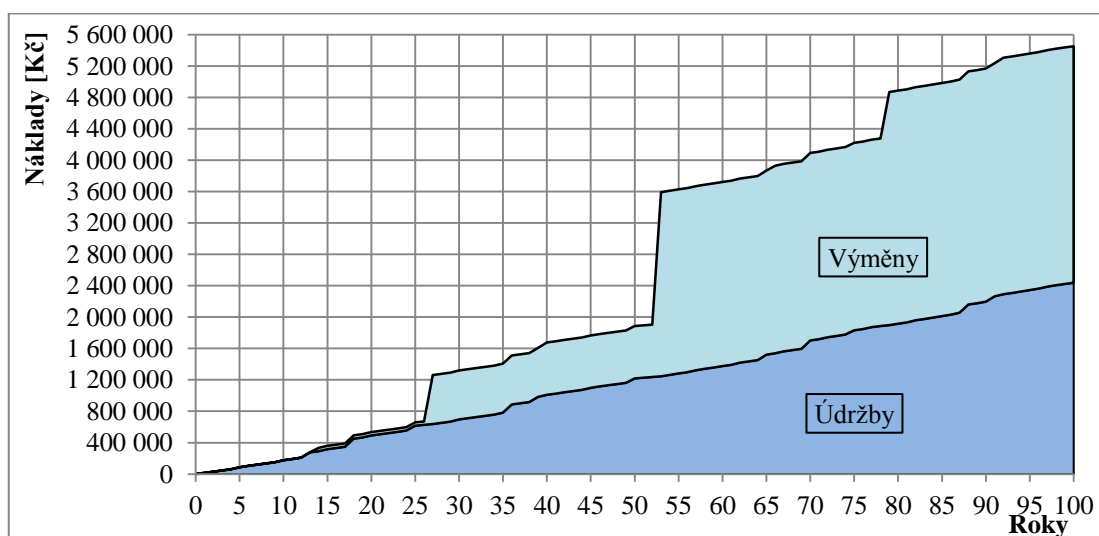
2.3.4.2.2 Varianta optimalizovaná

V tabulce 36 jsou zobrazeny náklady údržby, oprav a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Oproti variantě EstiCon se liší pouze počet cyklů činností údržby a jedna výměna navíc u elementů s nejnižší životností, tedy pro obrusnou vrstvu a zálivku. Podrobnější rozbor je proveden v kapitole 2.3.6.

Tabulka 35 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 2 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	3 015 000 Kč	3 137 000 Kč
Celkem údržba prvků	2 437 000 Kč	2 536 000 Kč
Náklady celkem	5 452 000 Kč	5 673 000 Kč

Stanovené a přepočtené náklady dále rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu jsou zobrazeny v tabulce 35. Dohromady tak tvoří 5 673 000 Kč.



Obrázek 24 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 2 [17].

Z grafu nákladů (obrázek 24), kde jsou náklady na údržbu a opravy během celé životnosti mostu, u křivky výměn je vidět jeden velký skok za polovinu životnosti mostu odpovídající sjednocené výměně všech uvažovaných prvků za více než 1 600 000 Kč. Za první a třetí čtvrtinou životnosti mostu lze vidět menší skoky vyjadřující náklady přes 400 000 Kč, což odpovídá výměně prvků s životností 13 a 26 let.

Tabulka 36 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 2 varianty optimalizované [17].

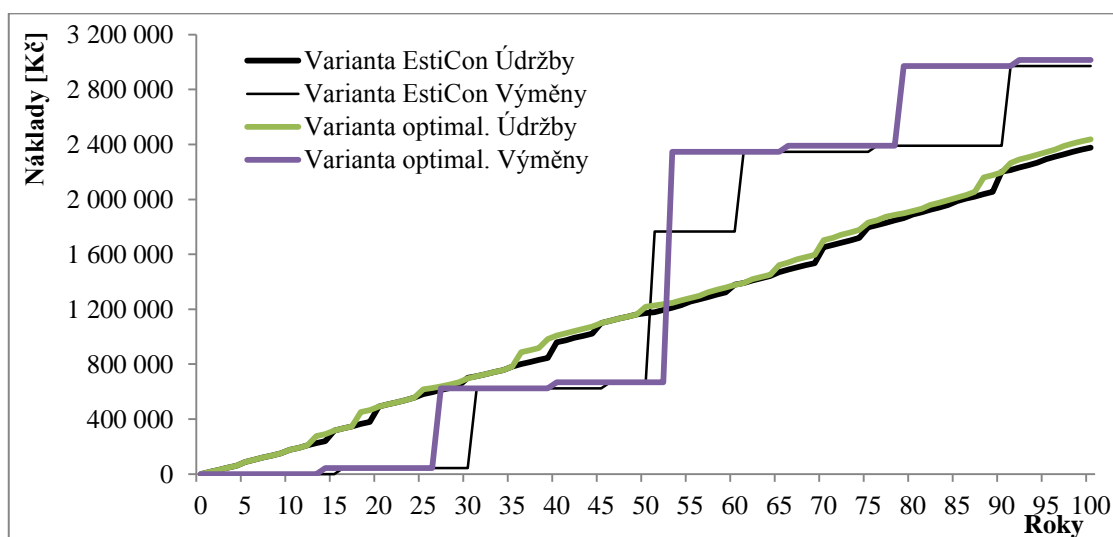
Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Životnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	49	Sanace	3	234	11 539	34 616	0	-	-	-	72 091
			Omytí vodou	19	40	1 972	37 476					
Monolit beton-deska	100	100	Sanace	3	234	23 435	70 305	0	-	-	-	70 305
Monolitická římsa	52	29	Nátěr obrubníku	19	304	8 859	168 313	1	20 701	603 227	603 227	1 375 146
			Sanace	4	2 949	85 934	343 735					
			Čištění tlak. vodou	98	91	2 652	259 871					
Zábradelní svodidlo ocel.	26	54	Nátěr	4	690	37 260	149 040	3	4 860	262 440	787 320	1 159 704
			Mytí	94	44	2 376	223 344					
Zálivka 30mm	13	15	bez údržby				7	380	5 814	40 698	40 698	
Obrusná vrstva	13	127	Omytí vodou	86	5	637	54 739	7	294	37 426	261 983	316 722
Ložná vrstva	26	127	bez údržby				3	337	42 900	128 700	128 700	
Ochrana izolace MA IV	26	91	bez údržby				3	436	39 850	119 551	119 551	
Izolace NAIP s p.v.	26	91	bez údržby				3	795	72 663	217 989	217 989	
Mostní odvodňovač	26	1	Čištění	94	400	400	37 600	3	19 220	19 220	57 660	95 260
Odvodňovač izolace nerez	26	4	bez údržby				3	1 360	5 440	16 320	16 320	
Ocelové zábradlí	26	27	Nátěr	4	550	14 905	59 620	3	3 530	95 663	286 989	458 695
			Mytí	94	44	1 192	112 086					
Opevnění lom. kamenem	52	228	Omytí vodou	98	31	7 055	691 418	1	2 172	494 325	494 325	1 185 744
Běžná mostní prohlídka	-	175	Prohlídka 0-50 let	50	5	874	43 700	-	-	-	-	129 352
			Prohlídka 50-100 let	49	10	1 748	85 652					
Hlavní mostní prohlídka	-	175	Prohlídka 0-40 let	6	15	2 622	15 732	-	-	-	-	65 550
			Prohlídka 40-80 let	10	15	2 622	26 220					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	2 622	23 598					

2.3.4.2.3 Porovnání variant

Vzhledem ke stejnému principu tvorby optimalizované varianty jako pro most předchozí, jsou rozdíly mezi variantami velmi podobné těm předcházejícím. Z tabulky 37 lze vyčíst, že optimalizovaná varianta vychází dražší z hlediska nákladů na výměnu a údržbu o 107 000 Kč. To ovlivnila hlavně sedmá výměna zálivky a obrusné vrstvy a několik cyklů činností údržby navíc.

Tabulka 37 Porovnání variant mostu č. 2 [17].

	EstiCon	Optimalizovaná
Celkem výměna prvků	3 092 000 Kč	3 137 000 Kč
Celkem údržba prvků	2 474 000 Kč	2 536 000 Kč
Celkem	5 566 000 Kč	5 673 000 Kč
Rozdíl	107 000 Kč	



Obrázek 25 Porovnání variant mostu č. 2 [17].

V grafu na obrázku 25 jsou průběhy nákladů za údržbu a výměnu prvků v celé životnosti mostu č. 2. Mezi průběhy nákladů údržby nejsou větší rozdíly. Jak bylo popsáno výše, změna je díky optimalizaci hlavně mezi průběhy nákladů na výměny prvků. **Oproti variantě EstiCon se jedná o hlavně o sdružení výměn za polovinou životnosti mostu ze dvou úseků na jeden a posunutí výměn prvků s původní životností 15 a 30 let na rok 79 oproti původně navrženému roku 91. Díky tomu je tato výměna efektivnější, neboť vyměněné prvky zestárnou do konce životnosti celého mostu.**

2.3.5 Náklady na demolici stavby

Jak bylo popsáno v metodice, stanovení nákladů na demolici objektu je použita cenová databáze OTSKP 2018 a je uvažováno s odvozem všech hmot, vzniklých demolicí, na skládku do 20 km. Odvoz vzniklých hmot je zahrnut v navolených položkách OTSKP, poplatek za uložení nikoliv.

Tabulka 38 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 2 [18].

Položka	Popis položky	MJ	Náklad za MJ [Kč]
14112	Poplatky za skládku typ S-IO (inertní odpad)	t	
96787	Vybourání mostních odvodňovačů	ks	1270
97817	Odstanění mostní izolace	m ²	161
113728	Frézování zpevněných ploch asfaltových, odvoz do 20km	m ³	1 470
114158	Odstr. dlaž. vod kor. z lomkam na mc včet. podkl., odvoz do 20km	m ³	998
966138	Bourání konstrukcí z kamene na mc s odvozem do 20km	m ³	2 810
966168	Bourání konstrukcí ze železobetonu s odvozem do 20km	m ³	5 750
978152	Otlučení obkladů z kamene	m ²	221
9112B3	Zábradlí mostní se svislou výplní - demontáž s přesunem	m	156
9115C3	Svodidlo ocel mostní jednotr, úroveň zadrž H2 - demontáž s přesunem	m	291

Přehled použitých položek OTSKP 2018 včetně označení a jednotkových nákladů je zobrazen v tabulce 38. Poplatky za skládku jsou dle materiálu uvedené v tabulce 40.

Tabulka 39 Demoliční práce mostu č. 2 [18].

Části	Množství	MJ	Jednotková cena za odstranění [Kč/MJ]	Cenová soustava	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady na odstranění [Kč]
Spodní stavba betonová	132,7	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	763 025
Betonové vodorovné konstrukce	61,2	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	351 774
Monolit. římsa	29,1	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	167 325
Mostní odvodňovače	5,0	ks	1 270	OTSKP-SPK	96787	6 350
Obrusná vrstva ACO	5,1	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	7 485
Ložná vrstva ACL	7,6	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	11 228
Ochrana izolace MA IV	3,2	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	4 703
Izolace NAIP s pečetící vrstvou	381,9	m ²	161	OTSKP-SPK	97817	61 486
Silniční zábradlí	27,1	m	156	OTSKP-SPK	9112B3	4 228
Svodidlo mostní ocelové	54,0	m	291	OTSKP-SPK	9115C3	15 714
Obklad z kamene	92,8	m ²	221	OTSKP-SPK	978152	20 507
Kamenný zához	51,8	m ³	998	OTSKP-SPK	114158	51 714
Celkem za demoliční práce						1 465 538 Kč
Celkem za demoliční práce (zaokrouhleno)						1 466 000 Kč

V tabulce 39 jsou zobrazeny likvidované části mostu a jejich množství s jednotkovými a celkovými náklady převzaté z OTSKP 2018. Výsledné náklady na demolici objektu bez skládkovného jsou tak 1 466 000 Kč. Největší podíl tvoří náklady spojené opět s likvidací železobetonových konstrukcí.

Tabulka 40 Poplatky za skládku mostu č. 2 [18].

Poplatky za skládku	Množství	MJ	Jednotkové náklady skládkovného [Kč/MJ]	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady skládkovného [Kč]
Odpad typ S-IO (inertní odpad - beton)	535,1	t	660	14112	353 197
Odpad typ S-IO (inertní odpad - asfalt)	39,2	t	1 250	14112	49 056
Odpad typ S-IO (inertní odpad - kámen)	186,5	t	400	14112	74 599
Celkem skládkovné					476 852 Kč
Celkem skládkovné (zaokrouhleno)					477 000 Kč

V tabulce 40 jsou vyčísleny poplatky za uložení odpadu. Pro jednotlivé druhy odpadu je stanoveno množství, jednotkové a celkové náklady. Největší část nákladů tak tvoří uskladnění železobetonu se sumou přes 350 000 Kč.

Tabulka 41 Souhrn nákladů za demolicí mostu č. 2 [18].

Celkem za demoliční práce	1 466 000 Kč
Celkem skládkovné	477 000 Kč
Celkem za odstranění stavby a skládkovné	1 943 000 Kč

V tabulce 41 je souhrn nákladů vzniklých demolicí stavby, odvozem stavebních hmot na skládku a jejich uskladnění. Celkem tyto náklady tvoří 1 943 000 Kč.

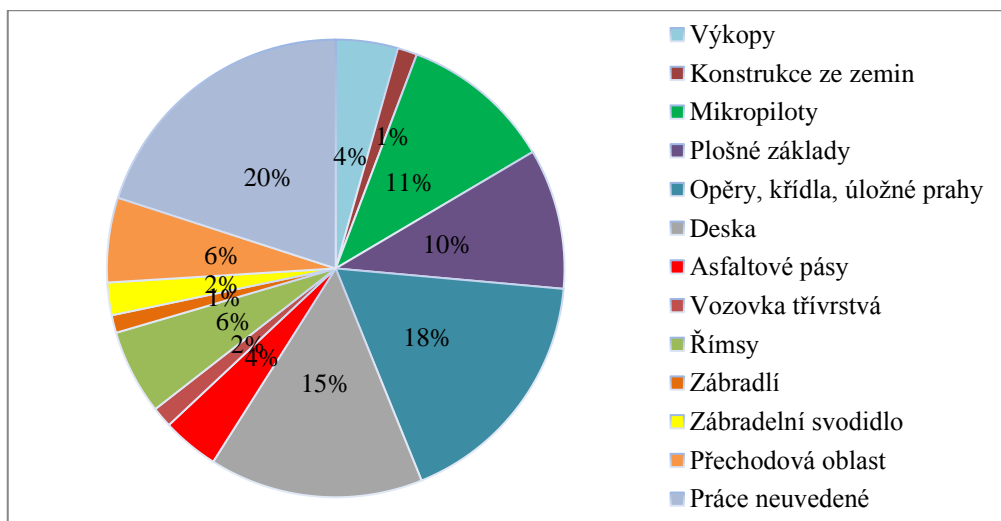
2.3.6 Souhrn nákladů životního cyklu

V této části je proveden přehled nákladů životního cyklu mostu č. 2 od pořízení objektu po demolicí. Dále jsou rozebrány pořizovací náklady a náklady na údržbu, výměnu a opravy podle konstrukčních prvků mostu. Pro rozebrání nákladů na údržbu, výměny a opravy byly použity náklady stanovené z varianty optimalizované.

Tabulka 42 Náklady životního cyklu mostu č. 2 [18].

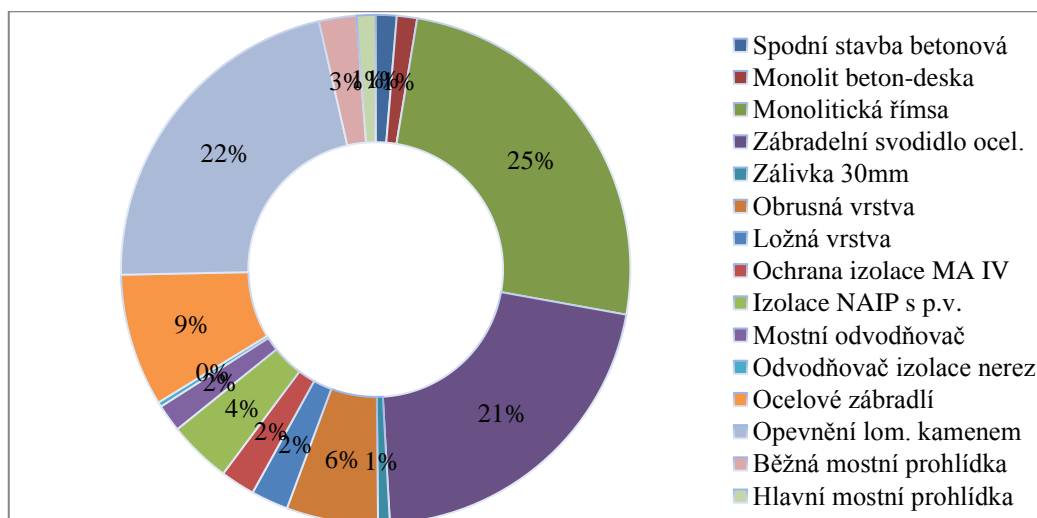
Náklady životního cyklu	
Pořizovací náklady	7 125 000 Kč
Náklady na údržbu	2 437 000 Kč
Náklady na výměnu prvků	3 015 000 Kč
Demoliční práce	-
Odstranění odpadů	-
Celkem	12 577 000 Kč

Stanovené náklady životního cyklu mostu jsou přehledně zobrazené v tabulce 42 a dále ve sloupcovém grafu na obrázku 28.



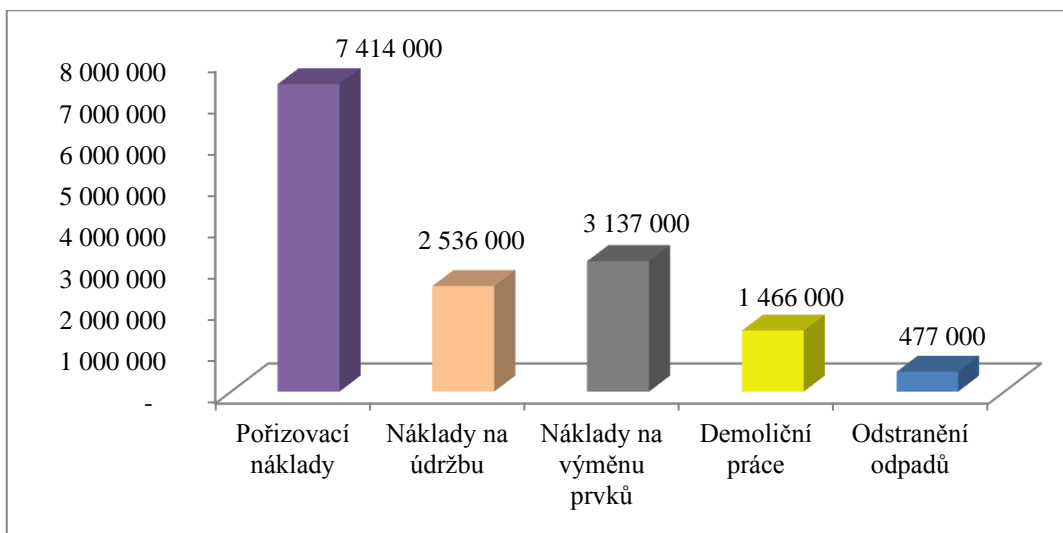
Obrázek 26 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 2 [17].

Náklady jednotlivých podskupin, které byly získány z programu EstiCon® pro zjištění pořizovacích nákladů mostu, jsou v procentech zobrazeny na obrázku 26. Pomineme-li odhadovaných 20 % neuvedených prací, významnou část s 39 % tvoří železobetonové konstrukce - deska, opěry, křídla a římsa. Zakládání plošné a hlubinné tvoří dohromady 21 %. Zbýlých 20 % pořizovacích nákladů mostu vzniká zejména na výkopy a na přechodovou oblast.



Obrázek 27 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 2 [17].

Na obrázku 27 jsou sloučené náklady údržby, výměn a oprav dle jednotlivých konstrukčních částí mostu. Pouhé tři konstrukční části dohromady zaujímají 68 % a to římsa s 25 %, opevnění lomovým kamenem s 22 % a s 21 % zábradelní ocelové svodidlo. Dalších 15 % zaujímá ocelové zábradlí s 9 % a obrusná vrstva s 6 % nákladů. Zbýlých 17 % nákladů je využito ostatními konstrukčními prvky mostu.



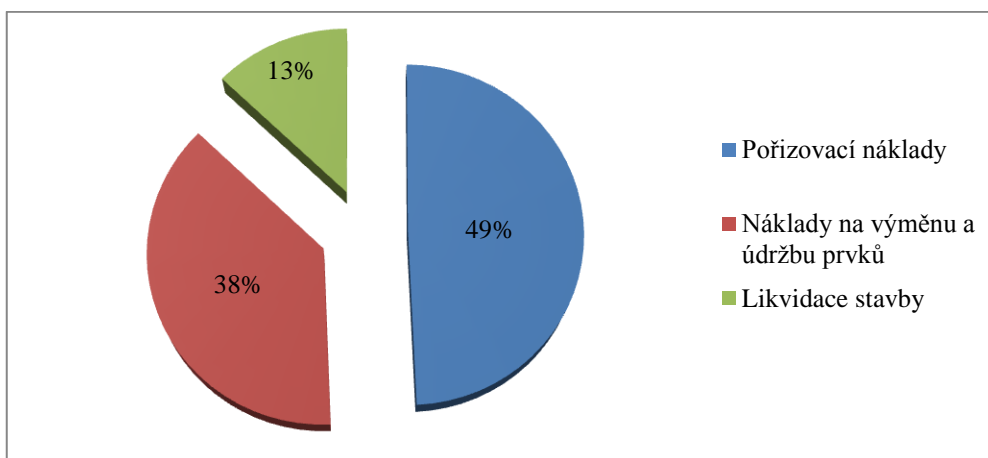
Obrázek 28 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 2 [18].

Stanovené náklady životního cyklu mostu jsou přehledně zobrazené ve sloupcovém grafu na obrázku 28. Náklady na pořízení stavby tvoří největší část nákladů životního cyklu a to 7 414 000 Kč. Významných hodnot dosáhly náklady na výměnu prvků s 3 137 000 Kč a náklady na údržbu s 2 536 000 Kč. Nezanedbatelné se jeví náklady na demolici stavby a uložení odpadů.

Tabulka 43 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 2 [18].

Pořizovací náklady	7 414 000 Kč
Náklady na výměnu a údržbu prvků	5 673 000 Kč
Likvidace stavby	1 943 000 Kč

V tabulce 43 jsou uvedeny souhrnné náklady celoživotního cyklu mostu č. 2. Vznikly tak tři kategorie nákladů a to pořizovací náklady, náklady na výměnu a údržbu prvků a náklady na likvidaci stavby.



Obrázek 29 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 2 [18].

Graf na obrázku 29 zobrazuje souhrnné náklady životního cyklu. Pořizovací náklady tak tvoří 49 % celkových nákladů, na druhém místě jsou s 38 % náklady na výměnu a údržbu prvků mostu a se 13 % jsou náklady na odstranění stavby.

2.4. Most č. 3 (Žďár)

Jde o rámový most z monolitického betonu, jehož mostovka je uložena na elastomerových ložiscích. Objekt převádí vedlejší silnici přes vodoteč, most má jeden mostní otvor a je půdorysně přímý s neomezenou volnou výškou. Charakteristické parametry mostu jsou uvedeny v tabulce 44. [19]

Tabulka 44 Charakteristické parametry mostu č. 3 [19].

Délka přemostění	5,00 m	Šířka mostu	6,94 m
Délka mostu	10,00 m	Šířka nosné konstrukce	6,50 m
Rozpětí polí	5,00 m	Výška mostu nad terénem	2,00 m
Volná šířka mostu	6,50 m	Stavební výška	0,765 – 0, 600
Šířka průchozího prostoru	bez chodníků	Plocha nosné konstrukce	42 m ²
Typ	rámový	Plocha mostu	70,0 m ²
Zatížení a zatížitelnost		neuvedeno	

2.4.1 Technické řešení mostu

Most je řešen jako beztrámový – tj. rámový z monolitického železobetonu. Železobetonové opěry jsou součástí nosné konstrukce jako rámové stojky. Objekt je založen plošně na základových pasech. Deska nosné konstrukce je rovná železobetonová deska. Ta je na opěry uložena na elastomerových ložiscích. Na opěry navazují rovnoběžná železobetonová křídla. Římsy jsou na mostě a křídlech navrženy z monolitického železobetonu a jsou opatřeny ochranným nátěrem. [19]

Po obou stranách mostu je do říms kotveno ocelové zábradelné svodidlo se zadržením H2. [19]

Koryto pod mostem je opevněno lomovým kamenem do betonového lože. Obdobně jako dno koryta, břehové svahy budou rovněž opevněny kamenem. [19]

Izolace mostu je provedena z celoplošně natavených izolačních asfaltových pásů. Veškeré konstrukce ve styku se zemní vlhkostí jsou opatřeny jednou vrstvou penetračního nátěru a dvěma vrstvami izolačního nátěru. [19]

Vozovka na mostě (tabulka 45) je navržena třívrstvá tloušťky 185 mm včetně izolace ve složení:

Tabulka 45 Skladba vozovky mostu č. 3 [19].

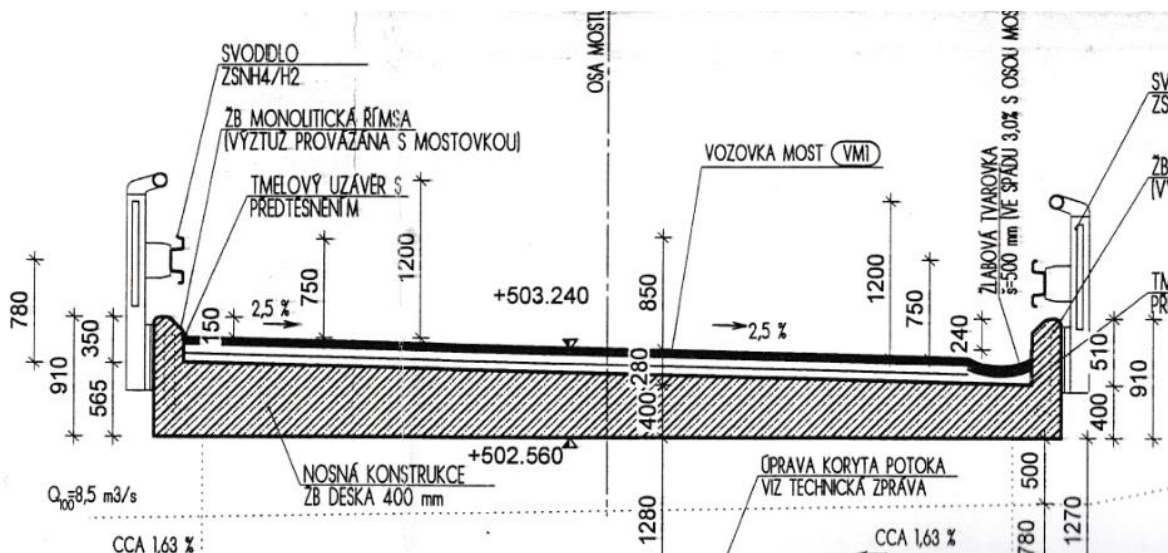
1. Obrusná vrstva ACO 11+, tl. 50 mm	4. Ložná vrstva ACP 16+, tl. 60 mm
2. Spojovací postřík asfaltový	5. Mechanicky zpevněné kamenivo MZK, tl. 200 mm
3. Ložná vrstva ACL 22, tl. 70 mm	6. Izolace z asf. modif. pásů NAIP (5 mm)

Závěry jsou vzhledem k velikosti mostu řešeny pouze jako prořízlá spára na obou koncích mostu ve vozovce vyplněná zálivkou na bázi EMZ. [19]

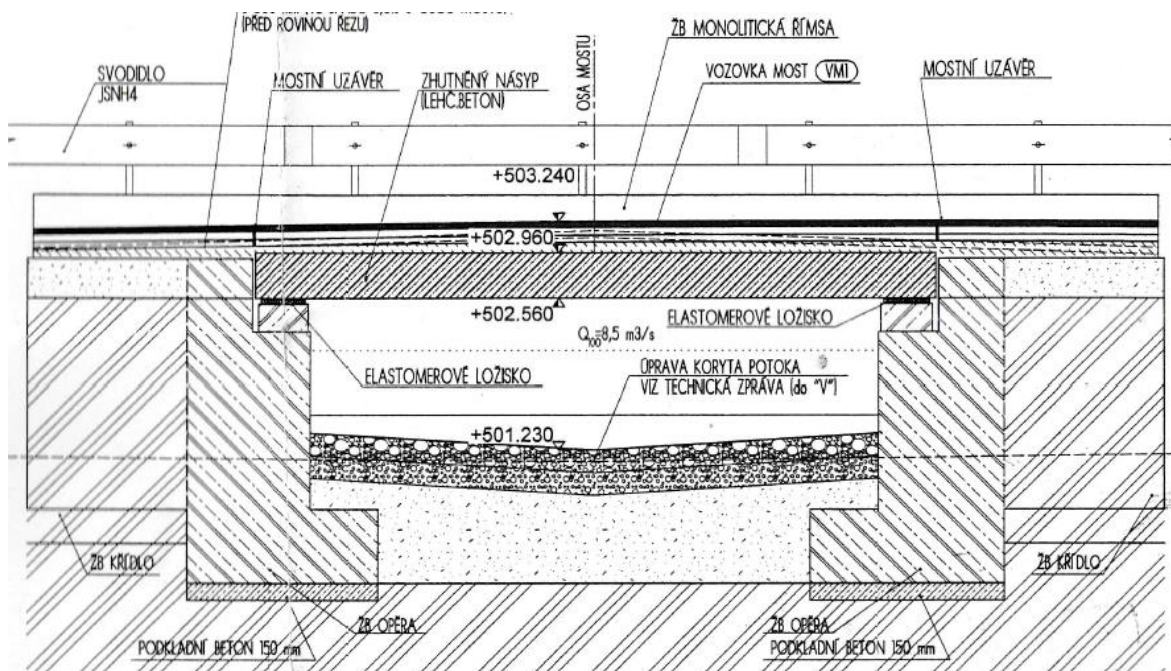
Odvodnění z povrchu komunikace na mostě je navrženo příčným vyspádováním z mechanicky zpevněného kameniva do betonových tvarovek uložených u návodní strany. Odtud odtéká voda dále ve žlabu z betonových tvarovek do koryta na návodní straně. [19]

2.4.2 Projektová dokumentace

Dokumentace, ze které je čerpáno v praktické části diplomové práce je ve stupni DSP tedy dokumentace pro stavební povolení a byla k dispozici pouze v papírové podobě bez soupisu prací. Naskenovaný příčný a podélný řez jsou zobrazeny na obrázku 30 a 31.



Obrázek 30 Příčný řez mostu č. 3 [19].



Obrázek 31 Podélný řez mostu č. 3 [19].

2.4.3 Náklady na pořízení stavby

Náklady na pořízení stavby byly určeny v softwaru EstiCon[®] dle projektové dokumentace. V programu byly zvoleny patřičné skupiny a podskupiny (tabulka 46) a jejich atributy (tabulka 47). Náklady na objekt jsou součtem výsledných nákladů jednotlivých skupin a podskupin. Výsledné náklady jsou přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Tabulka 46 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 3 [17].

Značka	Název skupiny	Zn. podskupiny	Název podskupiny
821 112 N-01	Zemní práce	821 112 N-01.10	Výkopy
821 112 N-02	Hlubinné zakládání	821 112 N-02.10	Mikropiloty
821 112 N-03	Plošné zakládání	821 112 N-03.10	Plošné základy
821 112 N-04	Opěry, pilíře	821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy
821 112 N-05	Nosná konstrukce	821 112 N-05.10	Deska
821 112 N-06	Izolace nosné konstrukce	821 112 N-06.10	Asfaltové pásy
821 112 N-07	Vozovka	821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá
821 112 N-08	Římsy	821 112 N-08.10	Římsy
821 112 N-09	Zábradlí, svodidla	821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo
821 112 N-11	Ložiska	821 112 N-11.10	Ložisko elastomerové
821 112 N-12	Přechodová oblast	821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 % z ceny objektu dle sborníku DSP	

Most má navolené skupiny a podskupiny podobně jako mosty předchozí. Mikropiloty jsou zde pro zapažení stavební jámy. Na rozdíl od předchozích mostů je počítáno s elastomerovými ložisky dle projektu.

Tabulka 47 Zvolené atributy podskupin pro most č. 3 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Atributy	
821 112 N-01.10	Výkopy	Třídy těžitelnosti (I., II., III.) [%]	60/30/10
821 112 N-02.10	Mikropiloty	Průměr mikropilot [mm]	200
		Zatřídění vrtů dle tř. vrtatelnosti (tř. I.-II., III.-IV., V.-VI.) [%]	40/50/10
821 112 N-03.10	Plošné základy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	100
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	Kvalit. tř. betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-05.10	Deska	Kvalit. tř. betonové směsi	C30/37
		Množství výztuže [kg/m ³]	180
		Srovnaná výška [m]	0,5
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	Skladba	ACO11+, ACL22, ACP16+, MZK
821 112 N-08.10	Římsy	Kvalit. tř. beton. směsi (monolit C30/37, monolit C40/50, prefa C40/50) [%]	100/0/0
		Množství výztuže [kg/m ³]	160
821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo	Úroveň zadržení (H2/H3) [%]	100/0
821 112 N-11.10	Ložisko elastomerové	Únosnost [MN]	do 2,5 MN
821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy	Použitý materiál (zemina z výkopu/zemina ze zemníku/nakupovaný materiál) [%]	30/30/40

V tabulce 47 jsou uvedeny atributy, tedy zpřesňující údaje pro jednotlivé podskupiny. Atributy byly zadány na základě projektové dokumentace a technické zprávy. U ložisek byla předpokládána únosnost do 2,5 MN. Vzhledem k úplně odlišným atributům v softwaru EstiCon[®] byla jednotková cena třívrstvé vozovky určena z jednotlivých položek OTSKP 2015, jak popisuje tabulka 49.

Tabulka 48 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 3 [17].

Zn. podskupiny	Název podskupiny	Množství	MJ	Jednotkové náklady [Kč]	Náklady celkem [Kč]
821 112 N-01.10	Výkopy	311,0	m ³	377	117 247
821 112 N-02.10	Mikropiloty	38,1	m	4 262	162 382
821 112 N-03.10	Plošné základy	22,5	m ³	6 816	153 087
821 112 N-04.10	Opěry, křídla, úložné prahy	47,4	m ³	9 372	443 764
821 112 N-05.10	Deska	32,4	m ²	7 843	254 427
821 112 N-06.10	Asfaltové pásy	167,2	m ²	748	125 066
821 112 N-07.20	Vozovka třívrstvá	65,0	m ²	990	64 350
821 112 N-08.10	Římsy	4,0	m ³	15 099	60 396
821 112 N-09.30	Zábradelní svodidlo	55,0	m	3 030	166 650
821 112 N-11.10	Ložisko elastomerové	4,0	ks	31 300	125 200
821 112 N-12.10	Přechodová oblast - hutněná ze zeminy	66,8	m ³	424	28 345
821 112 N-13	Práce neuvedené	20 %		21 261	425 229
Pořizovací náklady na objekt					2 126 143
Pořizovací náklady na objekt (přepočítáno a zaokrouhleno)					2 212 000

V tabulce 48 jsou uvedeny uvažované výměry, výsledné jednotkové a celkové náklady. Upravené náklady na objekt tak vycházejí 2 212 000 Kč. V pořizovacích nákladech je zahrnuta skupina neuvedených prací, do kterých spadají na příklad náklady na projekt, odvodnění, trativody a jiné. Náklady budou blíže popsány v kapitole 2.4.6.

Tabulka 49 Agregovaná položka vozovky mostu č. 3 vytvořená na základě OTSKP 2015 [17].

Vozovka třívrstvá		
Vrstva	OTSPK 2015	Náklady na m ²
Obrusná vrstva ACO 11+ 50 mm	574B44	276,00
Spojovací postřik z modif. asfaltu do 0,5 kg/m ²	572212	10,00
Ložná vrstva ACL 22 70 mm	574C67	287,00
Spojovací postřik z modif. asfaltu do 0,5 kg/m ²	572212	10,00
Podkladní vrstva ACP 16+ 60 mm	574E56	246,00
Spádová vrstva mechanicky zpev. kamenivo 200 mm	56310	161,00
Celkem		990,00

Protože program EstiCon[®] nenabízí vhodný atribut pro vozovku navrženou v projektu, jednotková cena vozovky byla určena z položek OTSKP 2015, které jsou spolu s označením a dílčích nákladů za m² vypsány v tabulce 49. Jednotkový náklad za třívrstvou vozovku byl stanoven na 990 Kč za m².

2.4.4 Náklady údržby, oprav a výměn

Pro stanovení nákladů údržby, oprav a výměn byly zvoleny elementy v softwaru EstiCon[®] a jejich podrobnější specifikace, které dohromady vyjadřují konstrukční části mostu. Stejně

jako u předchozích mostů, vytvořeny byly taktéž dvě varianty harmonogramu údržby, oprav a výměn s prováděnými činnostmi údržby.

Tabulka 50 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 3 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Množství	MJ
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	16	m ²
250	Mostní ložiska	256	Elastomerové ložisko do 2,5 MN	4	ks
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska - jednostrán	46	m ²
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	4	m ³
420	Mostní svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové (zadrž. H2)	55	m
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30mm (jako mostní závěr)	13	m
480	Vozovka + izolace	487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	46	m ²
		489	Asfaltová vozovka třívrstvá na mostě	65	m ²
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	79	m ²
900	Ostatní	901	Běžná mostní prohlídka (do 1000 m2)	70	m ²
		903	Hlavní mostní prohlídka (do 1000 m2)	70	m ²

Zvolené elementy včetně množství jsou uvedené v tabulce 50. Oproti předchozím mostům je zde navíc uvažováno s údržbou a výměnami mostních ložisek. Asfaltová třívrstvá vozovka je zde jako jeden element č. 489 oproti minimálně třem elementům, které byly zadány u mostu 1 a 2. Je to z důvodu značné odlišnosti nabízených elementů softwarem EstiCon, než je navrženo v projektu mostu 3.

2.4.4.1 Návrh harmonogramu údržby, oprav a výměn

Pro jednotlivé varianty byly vytvořeny časové plány činností údržby a harmonogramy zobrazující plán prováděných výměn jednotlivých elementů (prvků) mostu.

2.4.4.1.1 Varianta EstiCon

Ve variantě EstiCon jsou životnosti prvků a harmonogram jejich výměn, které jsou navrženy softwarem EstiCon[®]. Soupis prvků mostu s jejich životnostmi a počtem výměn během životnosti mostu jsou zobrazeny v tabulce 51.

Tabulka 51 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 3 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
250	Mostní ložiska	256	Elastomerové ložisko do 2,5 MN	30	3
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska - jednostrán	100	0
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	50	1
420	Mostní svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové (zadrž. H2)	30	3
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30 mm (jako mostní závěr)	15	6
480	Vozovka + izolace	487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	30	3
		489	Asfaltová vozovka třívrstvá na mostě	30	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	50	1

Podobně jako u předchozích mostů jsou uvažovány prvky jako betonová spodní stavba a betonová deska, které se za celou životnost mostu nemění. Stejně tak je monolitická římsa spolu s opevněním lomovým kamenem měněna jednou v polovině životnosti mostu. Podobně jsou na mostě prvky s životností 30 let, mezi které patří i elastomerové ložisko a třívrstvá vozovka sloučená do jednoho elementu.

Most č.3 - varianta EstiCon		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
205	Spodní stavba betonová	životnost 100 let																			
256	Elastomerové ložisko	životnost 30 let					1.					2.					3.				
301	Monolit. betonová deska	životnost 100 let																			
401	Monolit. Římsa	životnost 50 let										1.									
421	Zábradelní svodidlo ocelové	životnost 30 let					1.					2.					3.				
470	Zálivka (jako mostní závěr)	živ. 15 let	1.		2.		3.		4.		5.		6.								
487	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	životnost 30 let					1.					2.					3.				
489	Asfaltová vozovka 3vrstvá	životnost 30 let					1.					2.					3.				
660	Opevnění lomovým kamenem	životnost 50 let										1.									

Obrázek 32 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 3 [17].

Na obrázku 32 je zobrazen harmonogram výměn varianty EstiCon. Stejně jako pro předchozí mosty je navržena jedna výměna pro prvky s životností 50 let, tři výměny prvků s životností 30 let a šest výměn prvků s životností 15 let. Na mostě takto vzniká minimálně sedm období, kdy probíhají stavební práce spojené s výměnou prvků.

Tabulka 52 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 3 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Elastomerové ložisko	30	Čištění	2	2	30	47	3
Monolit beton-deska	100	Sanace	30	30	100	3	0
Monolitická římsa	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18	1
		Sanace	20	20	50	4	
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98	
Zábradelní svodidlo ocelové	30	Nátěr	15	15	30	3	3
		Mytí	1	1	30	94	
Asf. vozovka třívrstvá na mostě	30	Obnova obrusné vrstvy	15	15	30	3	3
		Čištění	1	1	30	94	
Opevnění lom. kamenem	50	Omytí vodou	1	1	50	98	1
Běžná mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

Časový plán v tabulce 52 zobrazuje prováděné činnosti údržby jednotlivých prvků mostu včetně jejich period a celkových cyklů v analyzovaném období 100 let standardně zahrnuté

softwarem. Oproti předchozím mostům je zahrnuta činnost čištění spojena s mostními ložisky. Nově je také v časovém plánu činností údržby element třívrstvá vozovka. Pro tento element jsou navrženy činnosti – čištění každý rok a výměna obrusné vrstvy po 15 letech. Sanace spodní stavby, desky a římsy byla vysvětlena u mostů předchozích.

2.4.4.1.2 Varianta optimalizovaná

Tato varianta vznikla za stejným účelem jako u předchozích mostů pro zefektivnění a sjednocení výměn. Ovlivněno nebylo množství ani navolené elementy mostu. Co ovlivněno bylo, je životnost elementů.

Tabulka 53 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 3 [17].

Zn. elementu	Název elementu	Podrobnější specifikace elementu		Životnost [roky]	Počet výměn
		Zn.	Popis		
200	Spodní stavba	205	Spodní stavba betonová	100	0
250	Mostní ložiska	256	Elastomerové ložisko do 2,5 MN	26	3
300	Nosná konstrukce	301	Monolit. betonová deska - jednostrán	100	0
400	Římsy	401	Monolit. římsa š. 800 mm	52	1
420	Mostní svodidla	421	Zábradelní svodidlo ocelové (zadrž. H2)	26	3
460	Mostní závěry	470	Zálivka 30mm (jako mostní závěr)	13	7
480	Vozovka + izolace	487	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	26	3
		489	Asfaltová vozovka třívrstvá na mostě	26	3
650	Chodníky, zpevněné plochy	660	Opevnění lomovým kamenem	52	1

V tabulce 53 jsou změněné životnosti elementů v rámci optimalizované varianty. Změna neproběhla u prvků s životností 100 let. Vlivem optimalizace je životnost konstrukčních prvků změněna u prvků s původní životností 50, 30 a 15 let na životnosti dle tabulky.

Most č.3 - varianta optimalizovaná	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
205 Spodní stavba betonová	životnost 100 let																			
256 Elastomerové ložisko	životnost 26 let			1.							2.			3.						
301 Monolit. betonová deska	životnost 100 let																			
401 Monolit. Římsa	životnost 52 let										1.									
421 Zábradelní svodidlo ocelové	životnost 26 let					1.					2.					3.				
470 Zálivka (jako mostní závěr)	živ. 13 let	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.												
487 Izolace NAIP s pečetící vrstvou	životnost 26 let					1.					2.					3.				
489 Asfaltová vozovka 3vrstvá	životnost 26 let					1.					2.					3.				
660 Opevnění lomovým kamenem	životnost 52 let										1.									

Obrázek 33 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 3 [17].

Harmonogram na obrázku 33 vychází z optimalizace varianty EstiCon, která je pro všechny tři mosty v diplomové práci na stejném principu. Vidíme tak sjednocení výměn za polovinou životnosti mostu a posunutí výměn původně plánovaných na konci životnosti do dřívějších let životnosti mostu. Výhodou je snížení o jedno období, kdy by na mostě byly prováděny stavební práce a lepší využití prvků měněných původně na konci životnosti mostu.

Tabulka 54 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty optimalizované mostu č. 3 [17].

Element	Životnost	Činnosti údržby					Počet výměn v analyz. období
		Činnost	Perioda	Počáteční rok	Konečný rok	Cyklů v analyz. období	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	25	25	100	3	0
		Omytí vodou	5	5	100	19	
Elastomerové ložisko	26	Čištění	2	2	26	47	3
Monolit beton-deska	100	Sanace	25	25	100	3	0
Monolitická římsa	52	Nátěr obrubníku	5	5	52	19	1
		Sanace	18	18	52	4	
		Čištění tlakovou vodou	1	1	52	98	
Zábradelní svodidlo ocelové	26	Nátěr	13	13	26	4	3
		Mytí	1	1	26	94	
Asf. vozovka 3vrstvá na mostě	26	Obnova obrusné vrstvy	13	13	26	4	3
		Čištění	1	1	26	94	
Opevnění lom. kamenem	52	Omytí vodou	1	1	52	98	1
Běžná mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50	-
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49	
Hlavní mostní prohlídka	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6	-
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10	
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9	

V časovém plánu činností údržby v tabulce 54 byla i zde přeplánována perioda sanací spodní stavby a desky, jak již bylo popsáno pro předchozí mosty. Větší změny nebyly provedeny, až na jeden cyklus výměny obrusné vrstvy navíc pro element třívrstvá vozovka a jeden cyklus nátěru navíc u elementu zábradelní svodidlo. Tyto cykly navíc byly vyvolány vlivem snížení životnosti.

2.4.4.2 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn

Dle navržených harmonogramů výměn prvků a časových plánů činností údržby byly obdobně jako u předchozích mostů stanoveny náklady na údržbu a opravy. Jednotkové náklady výměn a činností byly převzaty ze softwaru EstiCon[®]. Výsledné náklady byly přepočítány na rok 2018 a zaokrouhleny.

Pro každou variantu je zpracována tabulka, ve které jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry.

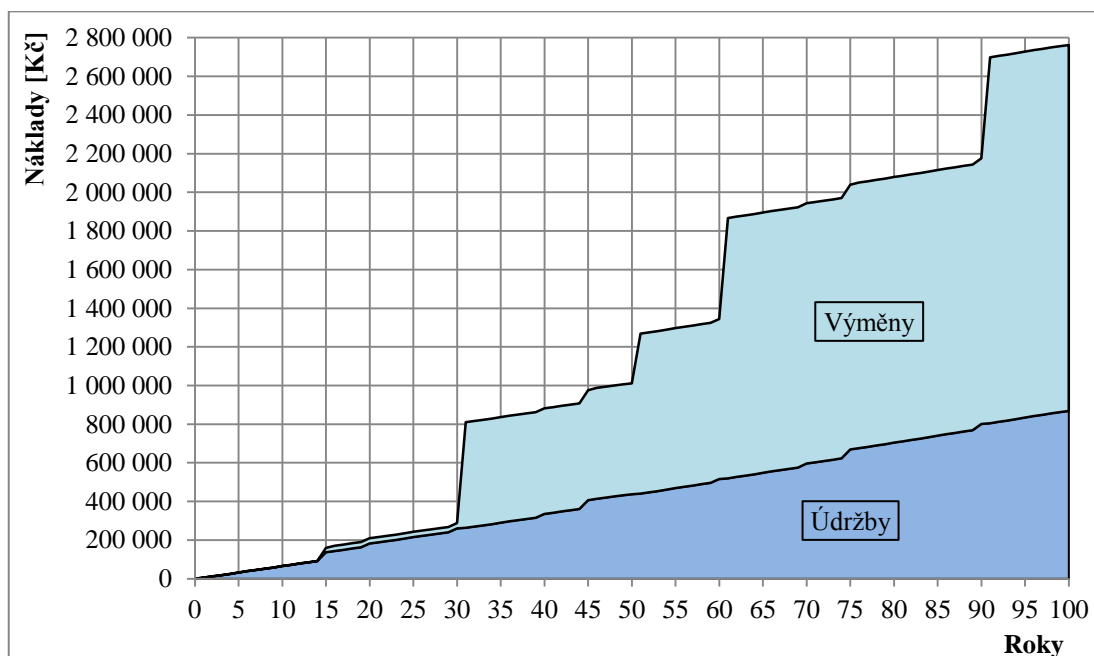
2.4.4.2.1 Varianta EstiCon

V tabulce 56 jsou zobrazeny náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry. Podrobnější rozbor je proveden v kapitole 2.4.6.

Tabulka 55 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 3 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	1 894 000 Kč	1 971 000 Kč
Celkem údržba prvků	868 000 Kč	903 000 Kč
Náklady celkem	2 762 000 Kč	2 874 000 Kč

Stanovené náklady rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu, které jsou přepočteny na rok 2018 jsou zobrazeny v tabulce 55. Náklady dohromady tvoří 2 874 000 Kč.



Obrázek 34 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 3 [17].

Podobně jako pro předchozí mosty byl vytvořen graf nákladů během celé životnosti mostu rozdělený na náklady na výměny a na náklady na údržby stanovené pomocí softwaru EstiCon[®] (obrázek 34). Z grafu vidíme tvarem podobné průběhy jako u mostu č. 1. A to téměř lineární průběh nákladů za údržby vlivem rovnoměrných nákladů každý rok a skokový nárůst nákladů za výměny dle navrženého harmonogramu ve 30, 50, 60 a 90 letech. Neefektivní se jeví výměna prvků s životností 30 let až v 90. letech životnosti mostu s náklady přes 400 000 Kč.

Tabulka 56 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 3 varianty EstiCon [17].

Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Životnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	16	Sanace	3	234	3 721	11 162	0	-	-	-	23 246
			Omytí vodou	19	40	636	12 084					
Elastomerové ložiska	30	4	Čištění	47	100	400	18 800	3	31 760	127 040	381 120	399 920
Monolit beton-deska	100	46	Sanace	3	234	10 647	31 941	0	-	-	-	31 941
Monolitická římsa	50	4	Nátěr obrubníku	18	304	1 216	21 888	1	20 701	82 804	82 804	187 548
			Sanace	4	2 949	11 796	47 184					
			Čištění tlak. vodou	98	91	364	35 672					
Zábradelní svodidlo ocel.	30	55	Nátěr	3	690	37 950	113 850	3	4 860	267 300	801 900	1 143 230
			Mytí	94	44	2 420	227 480					
Zálivka 30mm	15	13	bez údržby					6	380	4 940	29 640	29 640
Izolace NAIP s p.v.	30	46	bez údržby					3	795	36 650	109 949	109 949
Asf. vozovka třívrstvá	30	65	Obnova obrusné vrstvy	3	347	22 555	67 665	3	1 281	83 265	249 795	348 010
			Čištění	94	5	325	30 550					
Opevnění lom. kamenem	50	79	Omytí vodou	98	31	2 443	239 394	1	2 172	171 154	171 154	410 548
Běžná mostní prohlídka	-	70	Prohlídka 0-50 let	50	5	350	17 500	-	-	-	-	51 800
			Prohlídka 50-100 let	49	10	700	34 300					
Hlavní mostní prohlídka	-	70	Prohlídka 0-40 let	6	15	1 050	6 300	-	-	-	-	26 250
			Prohlídka 40-80 let	10	15	1 050	10 500					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	1 050	9 450					

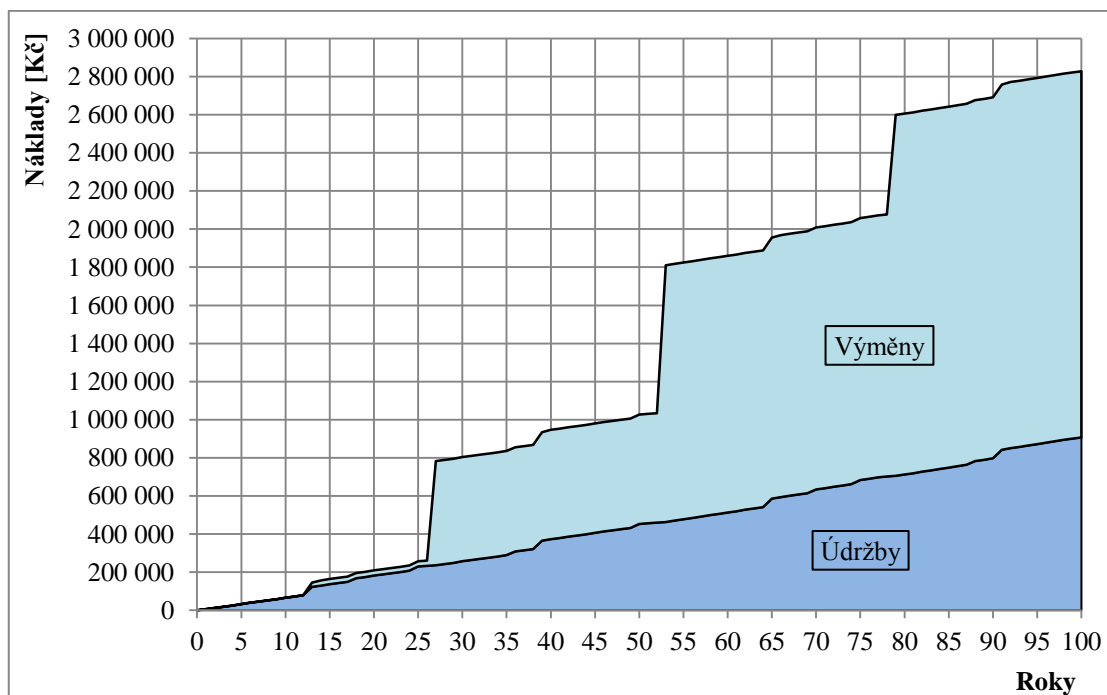
2.4.4.2.2 Varianta optimalizovaná

Náklady údržby a výměn pro jednotlivé elementy (prvky) mostu a jejich výměry pro optimalizovanou variantu jsou stanoveny v tabulce 58. Oproti variantě EstiCon se tabulka významněji liší jedním cyklem navíc u obnovy obrusné vrstvy a jednou výměnou navíc u výměny zálivky. Dále je rozdíl v řádu jednoho cyklu u několika činností údržby. To je zapříčiněno snížením životností elementů optimalizací a důsledkem jsou vyšší náklady varianty. Podrobnější rozbor nákladů je proveden v kapitole 2.4.6.

Tabulka 57 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 3 [17].

	2015	2018
Celkem výměna prvků	1 922 000 Kč	1 999 000 Kč
Celkem údržba prvků	907 000 Kč	944 000 Kč
Náklady celkem	2 829 000 Kč	2 943 000 Kč

Stanovené a přepočtené náklady dále rozdělené na náklady na výměnu a na údržbu jsou zobrazeny v tabulce 57. Dohromady tak tvoří 2 943 000 Kč.



Obrázek 35 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 3 [17].

Graf kumulovaných nákladů během životnosti mostu je zobrazen na obrázku 35. Náklady jsou zde rozděleny na náklady na údržbu a na náklady na výměny konstrukčních částí mostu. Vlivem optimalizace je vidět, podobně jako u předchozích mostů, jeden velký skok u nákladů výměn za polovinou životnosti mostu odpovídající sjednocené výměně všech uvažovaných prvků za více než 600 000 Kč. Stejně tak lze za první a třetí čtvrtinou životnosti mostu vidět menší skoky vyjadřující náklady přes 300 000 Kč, což odpovídá výměně prvků s životností 13 a 26 let.

Tabulka 58 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 3 varianty optimalizované [17].

Element			Náklady údržby					Náklady na výměny prvků				Náklady celkem
Název	Životnost	MJ	Činnost	Cyklů v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 cyklus [Kč]	Náklady na všechny cykly [Kč]	Počet výměn v analyz. období	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na 1 výměnu [Kč]	Náklady na všechny výměny [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Spodní stavba betonová	100	16	Sanace	3	234	3 721	11 162	0	-	-	-	23 246
			Omytí vodou	19	40	636	12 084					
Elastomerové ložiska		4	Čištění	46	100	400	18 400	3	31 760	127 040	381 120	399 520
Monolit beton-deska	100	46	Sanace	3	234	10 647	31 941	0	-	-	-	31 941
Monolitická římsa	52	4	Nátěr obrubníku	19	304	1 216	23 104	1	20 701	82 804	82 804	188 764
			Sanace	4	2 949	11 796	47 184					
			Čištění tlak. vodou	98	91	364	35 672					
Zábradelní svodidlo ocel.	26	55	Nátěr	4	690	37 950	151 800	3	4 860	267 300	801 900	1 181 180
			Mytí	94	44	2 420	227 480					
Zálivka 30mm	13	13	bez údržby					7	380	4 940	34 580	34 580
Izolace NAIP s p.v.	26	46	bez údržby					3	795	36 650	109 949	109 949
Asf. vozovka třívrstvá	26	65	Obnova obrusné vrstvy	4	347	22 555	90 220	3	1 281	83 265	249 795	370 565
			Čištění	94	5	325	30 550					
Opevnění lom. kamenem	52	79	Omytí vodou	98	31	2 443	239 394	1	2 172	171 154	171 154	410 548
Běžná mostní prohlídka	-	70	Prohlídka 0-50 let	50	5	350	17 500	-	-	-	-	51 800
			Prohlídka 50-100 let	49	10	700	34 300					
Hlavní mostní prohlídka	-	70	Prohlídka 0-40 let	6	15	1 050	6 300	-	-	-	-	26 250
			Prohlídka 40-80 let	10	15	1 050	10 500					
			Prohlídka 80-100 let	9	15	1 050	9 450					

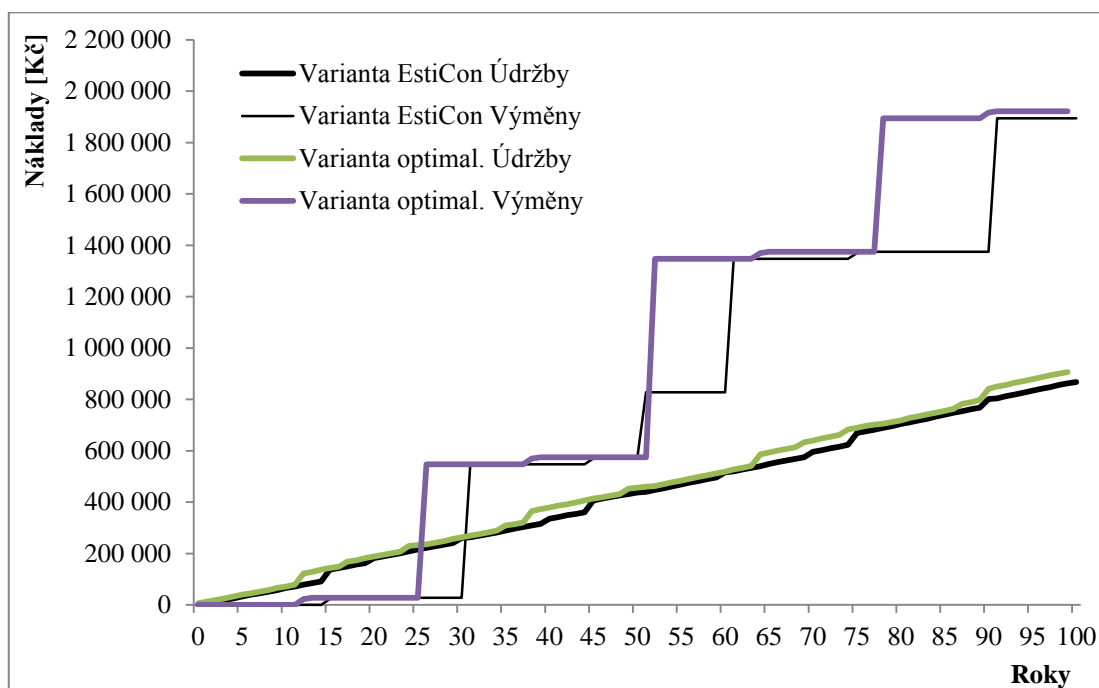
2.4.4.2.3 Porovnání variant

Porovnání variant z hlediska nákladů je v tabulce 59. Průběhy nákladů výměn a údržby jsou zobrazeny na obrázku 36.

Tabulka 59 Porovnání variant mostu č. 3 [17].

	EstiCon	Optimalizovaná
Celkem výměna prvků	1 971 000 Kč	1 999 000 Kč
Celkem údržba prvků	903 000 Kč	944 000 Kč
Celkem	2 874 000 Kč	2 943 000 Kč
Rozdíl	69 000 Kč	

V tabulce 59 vidíme, že optimalizovaná varianta vychází dražší o 69 000 Kč než varianta EstiCon z důvodů několika cyklů údržby a výměn navíc vlivem optimalizace.



Obrázek 36 Porovnání variant mostu č. 3 [17].

Na obrázku 36 jsou průběhy nákladů na údržbu a výměnu prvků v celé životnosti mostu č. 2. Mezi průběhy nákladů údržby nejsou větší rozdíly, liší se jen nepatrně svojí výší. **Jak bylo popsáno u předchozích mostů, změna je díky optimalizaci hlavně mezi průběhy nákladů na výměny prvků. Z grafu je vidět sjednocení výměn v polovině životnosti mostu a posunutí původně naplánované výměny z roku 91 na rok 78. Výhody oproti vyšším nákladům je delší využití měněných prvků v poslední etapě a omezení stavební prací na mostě.**

2.4.5 Náklady na demolici stavby

Podle stejné metodiky jako pro předchozí mosty byly stanoveny náklady spojené s demolicí stavby, odvozem a uskladněním hmot. Pro tento účel je použita cenová databáze OTSKP 2018 a je uvažováno s odvozem všech hmot, vzniklých demolicí, na skládku do 20 km. Odvoz vzniklých hmot je zahrnut v navolených položkách OTSKP, poplatek za uložení nikoliv.

Tabulka 60 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 3 [18].

Položka	Popis položky	MJ	Cena za MJ [Kč]
11332	Odstranění podkladů vozovek a chodníků z kameniva nestmeleného	m ³	225
14112	Poplatky za skládku typ S-IO (inertní odpad)	t	
97817	Odstranění mostní izolace	m ²	161
113728	Frézování zpevněných ploch asfaltových, odvoz do 20km	m ³	1 470
966138	Bourání konstrukcí z kamene na mc s odvozem do 20km	m ³	2 810
966168	Bourání konstrukcí ze železobetonu s odvozem do 20km	m ³	5 750
9115C3	Svodidlo ocel mostní jednost. úroveň zadrž H2 - demontáž s přesunem	m	291

Přehled použitých položek OTSKP 2018 včetně označení a jednotkových nákladů je zobrazen v tabulce 60. Poplatky za skládku jsou dle materiálu uvedené v tabulce 62.

Tabulka 61 Demoliční práce mostu č. 3 [18].

Části	Množství	MJ	Jednotkové náklady na odstranění [Kč/MJ]	Cenová soustava	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady na odstranění [Kč]
Spodní stavba betonová	47,4	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	272 550
Mostní ložiska	4,0	ks	479	EstiCon (element 256)		1 915
Betonové vodorovné konstrukce	13,0	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	74 601
Monolit. římsa	4,0	m ³	5 750	OTSKP-SPK	966168	23 000
Asfaltová vozovka	11,7	m ³	1 470	OTSKP-SPK	113728	17 199
Mechanicky zpevněné kamenivo	10,7	m ³	225	OTSKP-SPK	11332	2 408
Izolace NAIP s pečeticí vrstvou	167,2	m ²	161	OTSKP-SPK	97817	26 919
Svodidlo mostní ocelové	55,0	m	291	OTSKP-SPK	9115C3	16 005
Kamenný zához	27,6	m ³	998	OTSKP-SPK	114158	27 525
Celkem za demoliční práce						462 121 Kč
Celkem za demoliční práce (zaokrouhleno)						462 000 Kč

V tabulce 61 jsou zobrazeny likvidované části mostu a jejich množství s jednotkovými a celkovými náklady převzaté z OTSKP 2018.

V cenové databázi OTSKP nebyla nalezena žádná vhodná položka s odstraněním mostního ložiska, cenový náklad byl však převzat ze softwaru EstiCon z elementu 256 (elastomerové ložisko), ve kterém jsou obsaženy náklady spojené s bouráním elementu. Náklady na odstranění ložisek byl následně přepočten na cenovou úroveň 2018.

Výsledné náklady na demolici objektu bez skládkovného jsou tak 462 000 Kč. Největší podíl tvoří náklady, podobně jako u předchozích mostů, spojené s likvidací železobetonových konstrukcí.

Tabulka 62 Poplatky za skládku mostu č. 3 [18].

Poplatky za skládku	Množství	MJ	Jednotkové náklady skládkovného [Kč/MJ]	Číslo v OTSKP-SPK	Celkové náklady skládkovného [Kč]
Odpad typ S-IO (inertní odpad - beton)	154,5	t	660	14112	101 968
Odpad typ S-IO (inertní odpad - asfalt)	27,6	t	1 250	14112	34 474
Odpad typ S-IO (inertní odpad - kámen)	101,4	t	400	14112	40 577
Celkem skládkovné					177 019 Kč
Celkem skládkovné (zaokrouhleno)					177 000 Kč

V tabulce 62 jsou vyčísleny poplatky za uložení odpadu. Pro jednotlivé druhy odpadu je stanoveno množství, jednotkové a celkové náklady. Největší část nákladů je spojena s uskladněním železobetonu se sumou přes 100 000 Kč.

Tabulka 63 Souhrn nákladů za demolici mostu č. 3 [18].

Celkem za demoliční práce	462 000 Kč
Celkem skládkovné	177 000 Kč
Celkem za odstranění stavby a skládkovné	639 000 Kč

Souhrn nákladů vzniklých demolicí stavby a odvozem stavebních hmot na skládku včetně uskladnění je zobrazen v tabulce 63. Celkem tyto náklady tvoří 639 000 Kč.

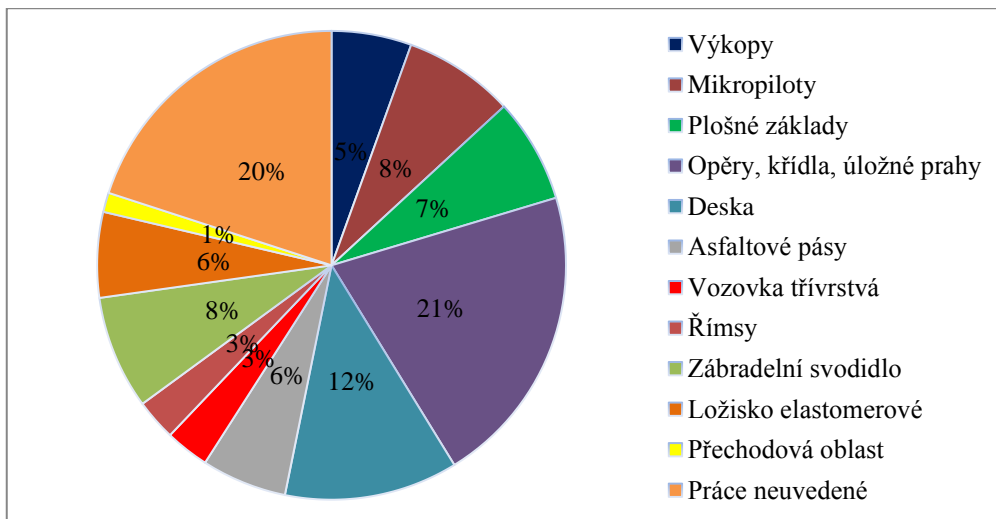
2.4.6 Souhrn nákladů životního cyklu

V této části je proveden přehled nákladů životního cyklu mostu č. 3 od pořízení objektu po demolici. Dále jsou rozebrány pořizovací náklady a náklady na údržbu, výměnu a opravy podle konstrukčních prvků mostu. Pro rozebrání nákladů na údržbu, výměny a opravy byly použity náklady stanovené z varianty optimalizované.

Tabulka 64 Náklady životního cyklu mostu č. 3 [18].

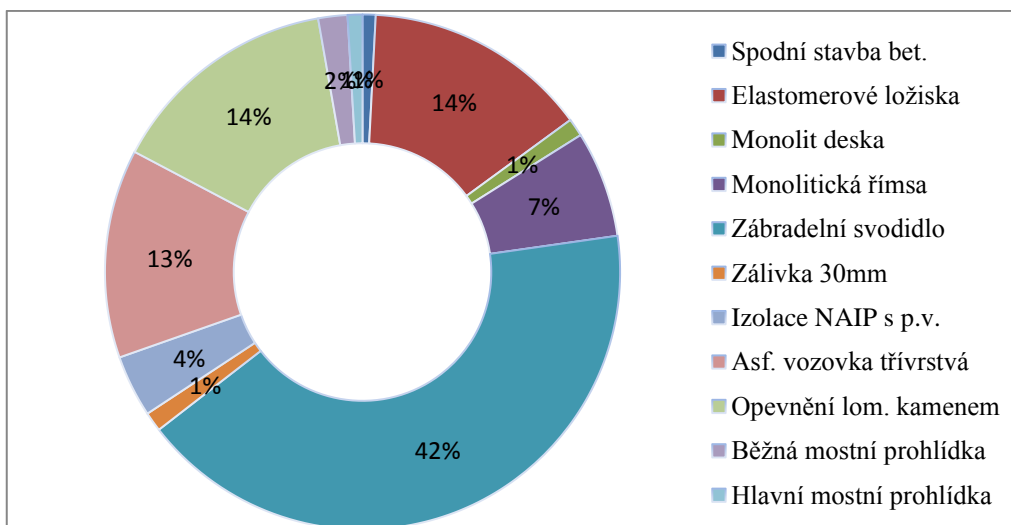
Náklady životního cyklu	
Pořizovací náklady	2 212 000 Kč
Náklady na údržbu	944 000 Kč
Náklady na výměnu prvků	1 999 000 Kč
Demoliční práce	462 000 Kč
Odstranění odpadů	177 000 Kč
Celkem	5 794 000 Kč

Stanovené náklady životního cyklu mostu jsou přehledně zobrazené v tabulce 64 a dále ve sloupcovém grafu na obrázku 39.



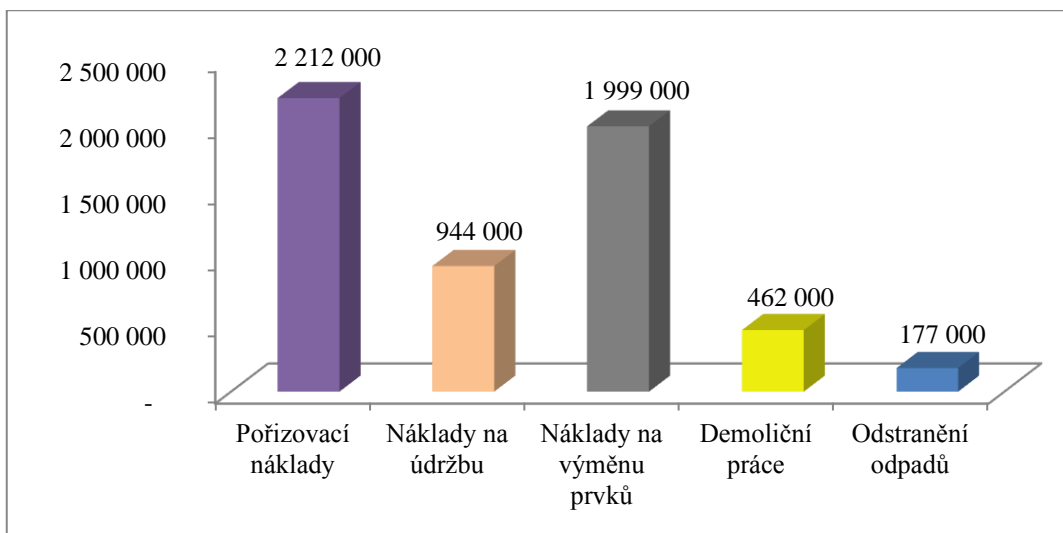
Obrázek 37 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 3 [17].

Na obrázku 37 jsou jednotlivé náklady podskupin vyjádřené v procentech, které dohromady určují pořizovací náklady mostu. Jako u předchozích mostů je zde odhadovaných 20 % nákladů na neuvedené práce. Pouze opěry a křídla tvoří 21 % z pořizovacích nákladů celého mostu. Spolu s deskou zaujímají opěry a křídla 33 % nákladů. Dále plošné základy a mikropiloty tvoří 15 % a výkopy dalších 5 %. Zbývající podskupiny zaujímají 22 % nákladů, z toho ložisko 6 % a asfaltové pásy také 6 %.



Obrázek 38 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 3 [17].

Sloučené náklady údržby, výměn a oprav dle jednotlivých konstrukčních částí mostu jsou na obrázku 38. Největší část nákladů s podílem 42 % tvoří zábradelní svodidlo. Dohromady 28 % nákladů, každý konstrukční prvek s podílem 14 %, tvoří ložisko a opevnění lomovým kamenem. Dále se 13 % je to vozovka a se 7 % je to římsa. Zbylé náklady tvoří ostatní konstrukční části mostu.



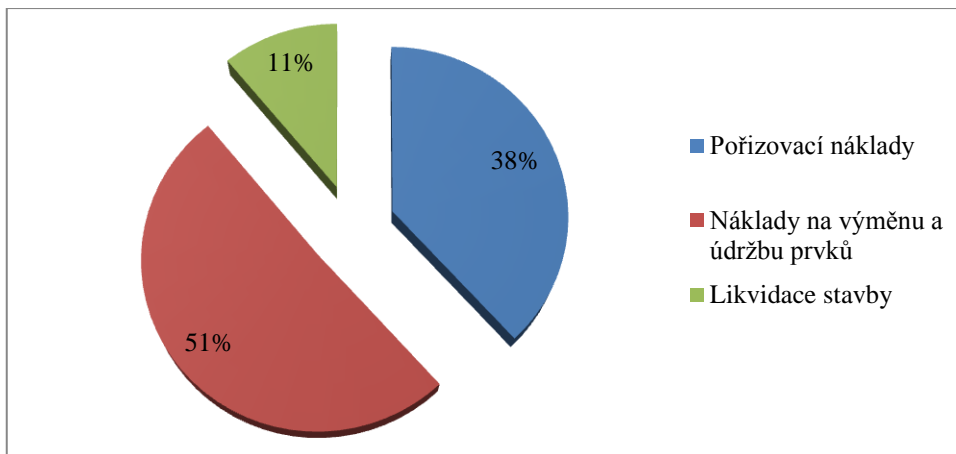
Obrázek 39 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 3 [18].

Na obrázku 39 jsou přehledně zobrazené náklady životního cyklu mostu, které byly stanoveny. Náklady na pořízení stavby tvoří největší část nákladů životního cyklu a to 2 212 000 Kč, o něco méně vycházejí náklady na výměnu prvků mostu s hodnotou 1 999 000.

Tabulka 65 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 3 [18].

Pořizovací náklady	2 212 000 Kč
Náklady na výměnu a údržbu prvků	2 943 000 Kč
Likvidace stavby	639 000 Kč

V tabulce 65 jsou uvedeny souhrnné náklady celoživotního cyklu mostu, které jsou i procentuálně zobrazeny na obrázku 40.



Obrázek 40 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 3 [18].

Z grafu sloučených nákladů vidíme, že náklady na výměnu a údržbu prvků mostu tvoří více než polovinu celoživotních nákladů s hodnotou 51 %. Pořizovací náklady tvoří 38 % a náklady na likvidaci stavby pak 11 %.

2.5. Porovnání stanovených nákladů mezi mosty

Závěrem praktické části je porovnání stanovených nákladů životního cyklu pro všechny tři mosty. Jsou porovnány jednotlivé a souhrnné náklady životního cyklu mostů, které jsou následně přepočítány na jeden m² mostu.

2.5.1 Náklady životního cyklu

Tabulka 66 představuje stanovené náklady životního cyklu všech tří mostů včetně procentuálního vyjádření jednotlivých nákladů.

Tabulka 66 Stanovené náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].

Náklady	Most 1		Most 2		Most 3	
	Kč	%	Kč	%	Kč	%
Pořizovací náklady	2 384 000	50	7 414 000	49	2 212 000	38
Náklady na údržbu	832 000	17	2 536 000	17	944 000	16
Náklady na výměnu prvků	997 000	21	3 137 000	21	1 999 000	35
Demoliční práce	441 000	9	1 466 000	10	462 000	8
Odstranění odpadů	153 000	3	477 000	3	177 000	3
Celkem	4 807 000	100	15 030 000	100	5 794 000	100

Nejvyšší celoživotní náklady vyšly pro most 2 s hodnotou 15 030 000 Kč zejména vlivem toho, že most je větší, než zbývající dva mosty. Procentuálně náklady tohoto mostu vyšly podobně jako pro menší most 1. Pořizovací náklady s 49 %, náklady výměn s 21 %, dále náklady údržby se 17 % a nejmenší jsou náklady na demolici objektu s 10 % a odstraněním odpadů se 3 %.

Podobně mezi mosty 1 a 3 vyšly náklady na údržbu mezi 16 až 17 %, náklady na demolici mezi 8 až 9 % a odstranění odpadů se 3 %. **Rozdílné jsou procentuálně vyjádřené náklady na pořízení, kdy most 3 má 38 % oproti 50 % mostu 1, finančně však vycházejí podobně a to 2 212 000 Kč pro most 3 a 2 384 000 Kč pro most 1. Velkým rozdílem jsou dvojnásobné náklady na výměny prvků s hodnotou téměř dva miliony korun mostu 3 oproti necelému jednomu milionu mostu 1. Příčinou jsou vysoké náklady výměn elastomerových ložisek přes 380 000 Kč a hlavně výměny ocelových zábradelních svodidel s náklady přes 800 000 Kč.**

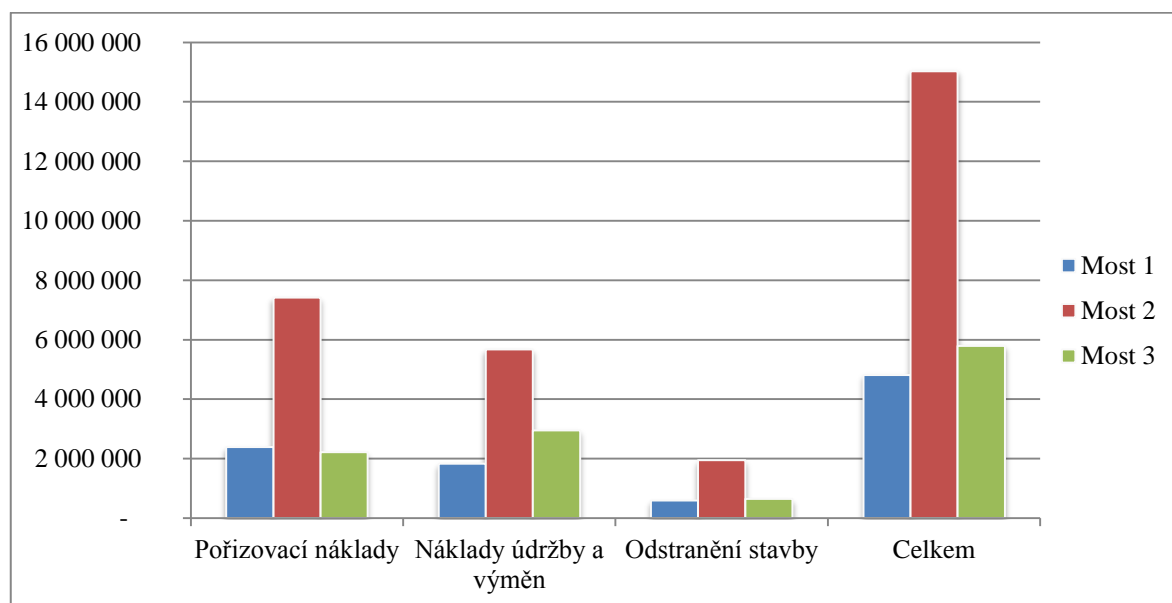
2.5.2 Souhrnné náklady životního cyklu

V tabulce 67 najdeme stanovené náklady životního cyklu všech tří mostů včetně procentuálního vyjádření sloučené do tří kategorií nákladů.

Tabulka 67 Souhrnné náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].

Náklady	Most 1		Most 2		Most 3	
	Kč	%	Kč	%	Kč	%
Pořizovací náklady	2 384 000	50	7 414 000	49	2 212 000	38
Náklady údržby a výměn	1 829 000	38	5 673 000	38	2 943 000	51
Odstranění stavby	594 000	12	1 943 000	13	639 000	11
Celkem	4 807 000	100	15 030 000	100	5 794 000	100

Z procentuálního vyjádření vidíme podobnou hodnotu 11 až 12 % nákladů na odstranění stavby u všech tří mostů. U mostu 1 a 2 tvoří náklady na pořízení stavby největší část a to 49 až 50 % celkových nákladů a sloučené náklady údržby a výměn 38 % pro oba mosty. **Most 3 se svými náklady od zbývajících mostů odlišuje. Jeho pořizovací náklady tvoří pouze 38 % z celku a největší část tak tvoří náklady údržby a výměn s podílem 51 % hlavně vlivem nákladných výměn ložisek a navržených svodidel. Hodnoty nákladů jsou zobrazeny na obrázku 41.**



Obrázek 41 Souhrnné náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].

2.5.3 Souhrnné náklady životního cyklu na m² mostu

Pro informativní charakter byly souhrnné náklady přepočteny na jeden m² mostu. Za tímto účelem byly náklady vyděleny plochou daného mostu, která je uvedena v charakteristických parametrech.

Tabulka 68 Souhrnné náklady životního cyklu na m² mostu [18].

Náklady	Most 1		Most 2		Most 3	
	Kč	Kč/m ²	Kč	Kč/m ²	Kč	Kč/m ²
Pořizovací náklady	2 384 000	20 912	7 414 000	42 366	2 212 000	31 600
Náklady údržby a výměn	1 829 000	16 044	5 673 000	32 417	2 943 000	42 043
Odstranění stavby	594 000	5 211	1 943 000	11 103	639 000	9 129
Celkem	4 807 000	42 200	15 030 000	85 900	5 794 000	82 800

Stanovené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 68. S nejnižšími náklady na m² mostu vyšel most 1 s hodnotou 42 200 Kč na m² a nejvyššími most 2 s 85 900 Kč na m². Velmi podobně je na tom most 3 s 82 800 Kč na m². Most 2 vyšel nejdražší i z hlediska pořízení, protože obsahuje rozsáhlá železobetonová křídla a jeho zakládání je složitější. U nákladů údržby a výměn dominuje most 3 s hodnotou přes 42 000 Kč na m², vlivem jsou nákladné výměny mostních ložisek a zábradelních svodidel, což zvýšilo i celkovou cenu mostu.

Závěr

Pomocí softwaru EstiCon[®] a cenové soustavy Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací byly stanoveny náklady v každé fázi životního cyklu jednotlivých mostů.

V rámci stanovení nákladů během provozní fáze tří mostů byla vytvořena optimalizovaná varianta vycházející z původně navržené varianty softwaru EstiCon. I přes vyšší náklady údržby a výměn této varianty o několik procent je docíleno snížení stavebních prací na mostě tím, že dochází ke sjednocení výměn konstrukčních částí mostu. Další výhodou navržené varianty je efektivnější využití měněných prvků, zejména těch, které byly původně v plánu vyměnit až ke konci životnosti mostu.

Mezi cíli práce bylo i vzájemné porovnání nákladů životního cyklu stavby složené ze tří stavebních objektů - tří betonových mostů. Z porovnání lze konstatovat, že i přesto, že všechny tři mosty jsou betonové, dílčí výsledky mezi sebou jsou velmi odlišné. Příčinou je to, že každý most je jiný a vyžaduje specifická konstrukční řešení. Vybavení se mezi mosty často neshoduje a dle vybavení mostu je třeba i různě velkých nákladů na jejich pořízení, údržbu a výměny.

Na základě porovnání pořizovacích nákladů tří betonových mostů vyplývá, že největším způsobem ovlivňují náklady mostu nejen objemy železobetonových konstrukcí (opěry, křídla, deska), ale i samotné založení mostu. Porovnáním nákladů na pořízení objektu byl zjištěn velký vliv na objemu železobetonových konstrukcí jako opěry, křídla, deska, ale i na samotném založení mostu. V nákladech na pořízení bylo zahrnuto 20 % nákladů na práce neuvedené, tedy náklady na stavební práce, které nebyly zahrnuty v žádné skupině jako například zařízení staveniště, monitorování, vypracování projektové dokumentace a podobně. Otázkou je, jak moc by tyto práce byly nákladné ve skutečnosti. Tím by se náklad na pořízení mohl ještě zvýšit popřípadě snížit.

Při analýze nákladů v provozní fázi, tedy nákladů na údržby, výměny a opravy konstrukčních částí mostu bylo zjištěno, že mezi velmi nákladné konstrukční části patří monolitické římsy spolu s mostními ložisky a mostním vybavením, které má obecně nižší životnost jako zábradlí a svodidla. Velká část nákladů je spotřebována na výměnu celé vozovky včetně hydroizolace na mostě.

Z hlediska nákladů na demolici mostu a uskladnění vzniklých hmot bylo nejvíce nákladů vynaloženo na likvidaci a uskladnění železobetonu.

Použitá literatura

- 1 POKORNÝ, Jiří a Hynek ŠERTLER. *Mosty. Část první* [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: http://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty_-_cast_1.pdf/
- 2 MĚŠŤANOVÁ, Dana. *Ocenění mostních objektů na dálničních stavbách z pohledu udržitelného rozvoje*. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04727-9.
- 3 *Konstrukce: Odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství* [online]. Ostrava, 2003, č. 3 [cit. 2018-12-29]. ISSN 1803-8433. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/ohlednuti-do-historie-kovovych-konstrukci/>
- 4 TOMICA, Vladimír, Andrej SOKOLÍK a Štefan ZEMKO. *Údržba a rekonštrukcia mostov*. Bratislava: Alfa, 1992.
- 5 ŠAFÁŘ, Roman. *Betonové mosty 1: přednášky*. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04661-6.
- 6 *Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví. Podklady ke cvičením z předmětu Kalkulace inženýrských staveb: ČVUT v Praze, Fakulta stavební* [online]. 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://k126.fsv.cvut.cz/?p=kist/>
- 7 France.fr [online]. © 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://no.france.fr/en/information/pont-gard-0/>
- 8 *Wsp-pb* [online]. © 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://www.wsp-pb.com/en/Korea/What-We-Do/Project-Experience/Incheon-Bridge/>
- 9 SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- 10 SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Oceňování v rámci výstavbového projektu: (propočty, položkové rozpočty)*. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05226-6.
- 11 ČÁPOVÁ, Dana, Lucie KREMLOVÁ, Renáta SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ a Jaroslava TOMÁNKOVÁ. Plánování nákladů na obnovu a údržbu v průběhu životního cyklu stavebního objektu. *Ekonomická rizika životního cyklu staveb*. Praha: ČVUT, 2006. s. 11-17.
- 12 *Tzb-info* [online], © 2013 [cit. 2018-12-29]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb/>
- 13 KUDA, František a Eva BERÁNKOVÁ. *Facility management v technické správě a údržbě budov*. Praha: Professional Pub., 2012. ISBN 978-80-7431-114-7.
- 14 *Sfdi: státní fond dopravní infrastruktury* [online]. 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/>

- 15** *EstiCon: systém pro expertní oceňování staveb a stanovení celoživotních nákladů* [online]. © 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://www.esticon.cz/>
- 16** Český normalizační institut. *ČSN 73 6200 Mostní názvosloví = Bridges. Terminology.*
- 17** Vlastní zpracování autora na základě softwaru EstiCon[®].
- 18** Vlastní zpracování autora.
- 19** Projektová dokumentace mostu.

Použité zkratky

ACL	asfaltový beton pro ložnou vrstvu
ACO	asfaltový beton pro obrusnou vrstvu
ACP	asfaltový beton pro podkladní vrstvu
AIP	asfaltové izolační pásy
ČSN	České technické normy
ČSÚ	Český statistický úřad
DSP	dokumentace pro stavební povolení
DÚR	dokumentace pro územní rozhodnutí
EMZ	elastické mostní závěry
HSV	hlavní stavební výroba
IN	investiční náklady
LCC	life cycle cost, náklady životního cyklu
LN	náklady na likvidaci
MA	litý asfalt
NAIP	natavitelné asfaltové izolační pásy
NK	nosná konstrukce
OTSKP	Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací
OTSKP- SPK	Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací - stavby pozemních komunikací
PD	projektová dokumentace
PN	náklady na provoz
PSV	přidružené stavební výroby
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
TSKP	Třídník stavebních konstrukcí a prací
UO	náklady na údržbu a obnovu
VL4	vzorové listy staveb pozemních komunikací - mosty
ZDS	zadávací dokumentace stavby
ŽB	železobeton

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozdělení mostů dle funkce hlavní nosné konstrukce [1, 2, 5, 6].	18
Tabulka 2 Charakteristické parametry mostu č. 1 [19].	28
Tabulka 3 Skladba vozovky mostu č. 1 [19].	29
Tabulka 4 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 1 [17].	31
Tabulka 5 Zvolené atributy podskupin pro most č. 1 [17].	31
Tabulka 6 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 1 [17].	32
Tabulka 7 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 1 [17].	32
Tabulka 8 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 1 [17].	33
Tabulka 9 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 1 [17].	34
Tabulka 10 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 1 [17].	35
Tabulka 11 Optimalizovaný časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy mostu č. 1 [17].	36
Tabulka 12 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 1 [17].	37
Tabulka 13 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 1 varianty EstiCon [17].	38
Tabulka 14 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 1 [17].	39
Tabulka 15 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 1 varianty optimalizované [17].	40
Tabulka 16 Porovnání variant mostu č. 1 [17].	41
Tabulka 17 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 1 [18].	42
Tabulka 18 Demoliční práce mostu č. 1 [18].	42
Tabulka 19 Poplatky za skládku mostu č. 1 [18].	43
Tabulka 20 Souhrn nákladů za demolici mostu č. 1 [18].	43
Tabulka 21 Náklady životního cyklu mostu č. 1 [18].	43
Tabulka 22 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 1 [18].	45
Tabulka 23 Charakteristické parametry mostu č. 2 [18].	46
Tabulka 24 Skladba vozovky mostu č. 2 [19].	47
Tabulka 25 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 2 [17].	50
Tabulka 26 Zvolené atributy podskupin pro most č. 2 [17].	51
Tabulka 27 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 2 [17].	52
Tabulka 28 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 2 [17].	52
Tabulka 29 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 2 varianty EstiCon [17].	53
Tabulka 30 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 2 [17].	54
Tabulka 31 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 2 [17].	55
Tabulka 32 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty optimalizované mostu č. 2 [17].	56
Tabulka 33 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 2 [17].	57
Tabulka 34 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 2 varianty EstiCon [17].	59
Tabulka 35 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 2 [17].	60

Tabulka 36 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 2 varianty optimalizované [17].	61
Tabulka 37 Porovnání variant mostu č. 2 [17].	62
Tabulka 38 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 2 [18].	63
Tabulka 39 Demoliční práce mostu č. 2 [18].	63
Tabulka 40 Poplatky za skládku mostu č. 2 [18].	64
Tabulka 41 Souhrn nákladů za demolici mostu č. 2 [18].	64
Tabulka 42 Náklady životního cyklu mostu č. 2 [18].	64
Tabulka 43 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 2 [18].	66
Tabulka 44 Charakteristické parametry mostu č. 3 [19].	67
Tabulka 45 Skladba vozovky mostu č. 3 [19].	67
Tabulka 46 Zvolené skupiny a podskupiny pro most č. 3 [17].	69
Tabulka 47 Zvolené atributy podskupin pro most č. 3 [17].	69
Tabulka 48 Stanovení stavebních nákladů mostu č. 3 [17].	70
Tabulka 49 Agregovaná položka vozovky mostu č. 3 vytvořená na základě OTSKP 2015 [17].	70
Tabulka 50 Zvolené elementy včetně jejich upřesnění pro most č. 3 [17].	71
Tabulka 51 Doporučené životnosti upřesněných elementů mostu č. 3 [17].	71
Tabulka 52 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty EstiCon mostu č. 3 [17].	72
Tabulka 53 Optimalizované životnosti upřesněných elementů mostu č. 3 [17].	73
Tabulka 54 Časový plán jednotlivých činností údržby pro dané elementy varianty optimalizované mostu č. 3 [17].	74
Tabulka 55 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 3 [17].	75
Tabulka 56 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 3 varianty EstiCon [17].	76
Tabulka 57 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 3 [17].	77
Tabulka 58 Stanovení nákladů údržby, oprav a výměn mostu č. 3 varianty optimalizované [17].	78
Tabulka 59 Porovnání variant mostu č. 3 [17].	79
Tabulka 60 Přehled použitých položek z OTSKP-SPK mostu č. 3 [18].	80
Tabulka 61 Demoliční práce mostu č. 3 [18].	80
Tabulka 62 Poplatky za skládku mostu č. 3 [18].	81
Tabulka 63 Souhrn nákladů za demolici mostu č. 3 [18].	81
Tabulka 64 Náklady životního cyklu mostu č. 3 [18].	81
Tabulka 65 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 3 [18].	83
Tabulka 66 Stanovené náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].	84
Tabulka 67 Souhrnné náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].	84
Tabulka 68 Souhrnné náklady životního cyklu na m ² mostu [18].	85

Seznam obrázků

Obrázek 1 Pont du Gard ve Francii [7].	11
Obrázek 2 Incheon Bridge v Koreji [8].	14
Obrázek 3 Ukázkový podélný řez mostem [5].	16
Obrázek 4 Ukázkový příčný řez mostem [5].	17
Obrázek 5 Rozdělení mostů dle polohy mostovky [5].	18
Obrázek 6 Životní cyklus stavebního díla [zpracováno dle 12].	19
Obrázek 7 Rozdělení nákladů životního cyklu [zpracováno dle 10].	22
Obrázek 8 Příčný řez mostu č. 1 [19].	29
Obrázek 9 Podélný řez mostu č. 1 [19].	30
Obrázek 10 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 1 [17].	33
Obrázek 11 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 1 [17].	35
Obrázek 12 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 1 [17].	37
Obrázek 13 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 1 [17].	39
Obrázek 14 Porovnání variant mostu č. 1 [17].	41
Obrázek 15 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 1 [17].	44
Obrázek 16 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 1 [17].	44
Obrázek 17 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 1 [18].	45
Obrázek 18 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 1 [18].	45
Obrázek 19 Příčný řez mostu č. 2 [19].	48
Obrázek 20 Podélný řez mostu č. 2 [19].	49
Obrázek 21 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 2 [17].	54
Obrázek 22 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 2 [17].	56
Obrázek 23 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 2 [17].	57
Obrázek 24 Náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 2 [17].	60
Obrázek 25 Porovnání variant mostu č. 2 [17].	62
Obrázek 26 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 2 [17].	65
Obrázek 27 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 2 [17].	65
Obrázek 28 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 2 [18].	66
Obrázek 29 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 2 [18].	66
Obrázek 30 Příčný řez mostu č. 3 [19].	68
Obrázek 31 Podélný řez mostu č. 3 [19].	68
Obrázek 32 Varianta EstiCon - harmonogram výměn pro most č. 3 [17].	72
Obrázek 33 Varianta optimalizovaná - harmonogram výměn pro most č. 3 [17].	73
Obrázek 34 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu EstiCon mostu č. 3 [17].	75
Obrázek 35 Kumulované náklady údržby, oprav a výměn pro variantu optimalizovanou mostu č. 3 [17].	77
Obrázek 36 Porovnání variant mostu č. 3 [17].	79

Obrázek 37 Pořizovací náklady dle podskupin mostu č. 3 [17].	82
Obrázek 38 Rozdělení nákladů údržby, oprav a výměn pro jednotlivé konstrukční prvky varianty optimalizované mostu č. 3 [17].	82
Obrázek 39 Přepočítané náklady životního cyklu mostu č. 3 [18].	83
Obrázek 40 Přepočítané souhrnné náklady mostu č. 3 [18].	83
Obrázek 41 Souhrnné náklady životního cyklu pro všechny mosty [18].	85