

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Cikhart** Jméno: **Dominik** Osobní číslo: **423061**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Stanovení nákladů životního cyklu silničního mostu

Název diplomové práce anglicky:

Estimating life cycle cost of a road bridge

Pokyny pro vypracování:

Charakteristika předmětu řešení.
Stanovení nákladů na životní cyklus silničního mostu.
Porovnání a výběr optimální varianty.
K řešení bude využit software EstiCon a cenová soustava OTSKP (software Aspe).

Seznam doporučené literatury:

Měšťanová, D.: Ocenění mostních objektů na dálničních stavbách z pohledu udržitelného rozvoje. ČVUT, 2010. 1.vyd. 111 s. ISBN: 978-80-01-04727-9.
Schneiderová Heralová, R.: Oceňování staveb a životní cyklus. ČVUT, 2016. 1.vyd. 81 s. ISBN: 978-80-01-06066-7.
Bridge Life-cycle Cost Analysis, Hugh Hawk, 2003, ISBN 0309068010.
Vaisar, M., Stráský, J.: Silniční mosty a lávky: Road bridges and footbridges. 1. vyd. Praha: MJV ProConsult, 2008. ISBN: 8025411516;9788025411513.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **27.09.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **05.01.2020**

Platnost zadání diplomové práce: _____

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

prof. 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 5.1.2020

Dominik Cikhart

Jméno a příjmení diplomanta

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Ivetě Střelcové, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování této diplomové práce. Další poděkování patří pracovníkům firmy IBR Consulting, s.r.o. a Pontex, s.r.o. za odbornou konzultaci a poskytnutí podkladů.

Stanovení nákladů životního cyklu silničního mostu

Estimating life cycle cost of a road bridge

ANOTACE

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku mostního stavitelství v závislosti na nákladech na životní cyklus. V teoretické části je nejprve popsána historie, názvosloví a životní cyklus mostních objektů. Dále se teoretická část zaměřuje na nástroje, kterými se dají stanovit náklady jednotlivých fází životního cyklu.

V praktické části jsou popsány jednotlivé varianty mostů a na základě poznatků z teoretické části jsou stanoveny náklady na jejich životní cyklus. Jednotlivé varianty se liší konstrukčním řešením mostu a jsou možnou variantou pro rekonstrukci mostu Šmejka.

ANNOTATION

The diploma thesis focuses on the problems of bridge construction in relation to life cycle costs. The theoretical part describes the history, terminology and life cycle of bridge structures. Furthermore, the theoretical part focuses on the tools that can be used to calculate the costs of the stages of the life cycle.

The practical part describes the various options of bridges and also contains the calculation of life cycle costs for each option. Each option differs in the design of the bridge and can be considered as a possible option for the reconstruction of the Šmejka bridge.

KLÍČOVÁ SLOVA

Software EstiCon, Náklady na životní cyklus, Mostní objekt, Šmejalka

KEY WORDS

Software EstiCon, Life cycle cost, Bridge, Šmejalka

Obsah

Úvod.....	1
1. Mosty	2
1.1 Názvosloví.....	2
1.1.1 Spodní stavba mostu.....	3
1.1.2 Vrchní stavba mostu.....	3
1.2 Historie mostů	5
1.3 Druhy mostů.....	6
1.3.1 Dělení dle druhu převáděné konstrukce	6
1.3.2 Dělení dle použitého materiálu.....	6
1.3.3 Dělení dle konstrukčního řešení	7
1.4 Most Šmejka.....	7
1.4.1 Historie mostu Šmejka.....	7
1.4.2 Současnost.....	8
2. Ekonomické hodnocení životnosti	9
2.1.1 Životní cyklus stavebního díla.....	9
2.1.2 Životnost stavebních prvků (objektů).....	12
2.1.3 Životnost stavebních objektů.....	13
2.1.4 Náklady na životní cyklus stavby (LCC)	14
3. Použitý software.....	16
3.1 Software EstiCon.....	16
3.2 Cenová databáze.....	17
4. Praktická část	18
4.1 Postup stanovení nákladů na životní cyklus (LCC)	18
4.1.1 Investiční náklady.....	18
4.1.2 Náklady na údržbu a obnovu.....	19
4.1.3 Náklady na likvidaci.....	20
4.2 Most – varianta 1 – letmá betonáž.....	21
4.2.1 Základní parametry mostu.....	21
4.2.2 Technické řešení mostu	21
4.2.3 Postup výstavby.....	22
4.2.4 Projektová dokumentace mostu.....	22
4.2.5 Investiční náklady – varianta 1 – letmá betonáž.....	26
4.2.6 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 1 – letmá betonáž.....	27
4.2.7 Náklady na likvidaci – varianta 1 – letmá betonáž.....	38
4.2.8 Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 1 – letmá betonáž	39

4.3	Most – varianta 2 – spřažená konstrukce.....	42
4.3.1	Základní parametry mostu.....	42
4.3.2	Technické řešení mostu	42
4.3.3	Postup výstavby.....	43
4.3.4	Projektová dokumentace mostu.....	43
4.3.5	Investiční náklady – varianta 2 – spřažená konstrukce	47
4.3.6	Náklady na údržbu a obnovu – varianta 2 – spřažená konstrukce.....	48
4.3.7	Náklady na likvidaci – varianta 2 – spřažená konstrukce.....	59
4.3.8	Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 2 – spřažená konstrukce	60
4.4	Most – varianta 3 – obloukový most	63
4.4.1	Základní parametry mostu.....	63
4.4.2	Technické řešení mostu	63
4.4.3	Postup výstavby.....	63
4.4.4	Projektová dokumentace mostu.....	64
4.4.5	Investiční náklady – varianta 3 – obloukový most	68
4.4.6	Náklady na údržbu a obnovu – varianta 3 – Obloukový most	69
4.4.7	Náklady na likvidaci – varianta 3 – obloukový most	80
4.4.8	Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 3 – obloukový most.....	81
4.5	Stanovení rizikové přírážky	84
4.5.1	Databáze a ohodnocení rizik	84
4.5.2	Stanovení rizikové přírážky pro most Šmejka.....	88
4.6	Porovnání nákladů na životní cyklus mezi jednotlivými mosty	89
4.6.1	Porovnání nákladů mezi jednotlivými mosty na celý objekt.....	90
4.6.2	Porovnání nákladů mezi jednotlivými mosty na m ² nosné konstrukce	91
	Závěr.....	93
	Bibliografie.....	94
	Seznam obrázků	96
	Seznam tabulek	96
	Seznam grafů.....	98
	Seznam příloh.....	98

Úvod

Cílem práce je stanovení nejvýhodnější varianty přemostění Hrusického údolí v místě stávajícího, již nevyhovujícího obloukového mostu Šmejka z pohledu nákladů na životní cyklus. Podkladem pro analýzu a vzájemné porovnání jsou tři zjednodušené studie řešení nového mostu. Varianty se liší typem nosné konstrukce mostu.

Most Šmejka měl být opraven v rámci modernizace dálnice D1. Zejména z důvodu posunu začátku stavby a komplikovanými dopravně inženýrskými opatřeními však byla oprava Ředitelstvím silnic a dálnic z modernizace vyňata a bude vedena jako samostatná akce.

Mostní objekty jsou v dopravní infrastruktuře velice důležité. Pomáhají efektivně překonávat překážky, ovlivňují rychlost, kvalitu a bezpečnost dopravy. Významně však zvyšují náklady na výstavbu i údržbu jednotlivých komunikací. Vlivem rychlého nárůstu dopravního zatížení, nekvalitního provedení z doby socialismu a zanedbanou údržbou je velké množství stávajících mostů v kritickém stavu. Zejména tyto faktory snižují plánovanou životnost mostů, nebo jejich částí.

Oprava mostu v havarijním stavu se mnohdy ekonomicky nevyplatí. Hlavním faktorem je dopravní omezení nutné pro opravu, které bývá téměř totožné s tím pro demolici stávajícího a výstavbu mostu nového. Navíc rozsáhlá degradace zejména nosných částí konstrukce spolehlivou sanací již vylučuje, resp. nezaručí takovou životnost opravy, jaká je životnost nové konstrukce. Opravený most má tak nesporně vyšší náklady na životní cyklus než most nový.

Stanovení nákladů na životní cyklus mostu se provádí na základě plánovaných životností jednotlivých prvků mostu a činnostech údržby. Kvalitní a pravidelná údržba má vliv na delší životnost, než je udávána výrobcem prvku, nebo naopak, zanedbáním údržby může být životnost kratší, než je ta plánovaná. To může vést až ke katastrofě v podobě zřícení mostního objektu.

Návrhová životnost mostních objektů je 100 let.

1. Mosty

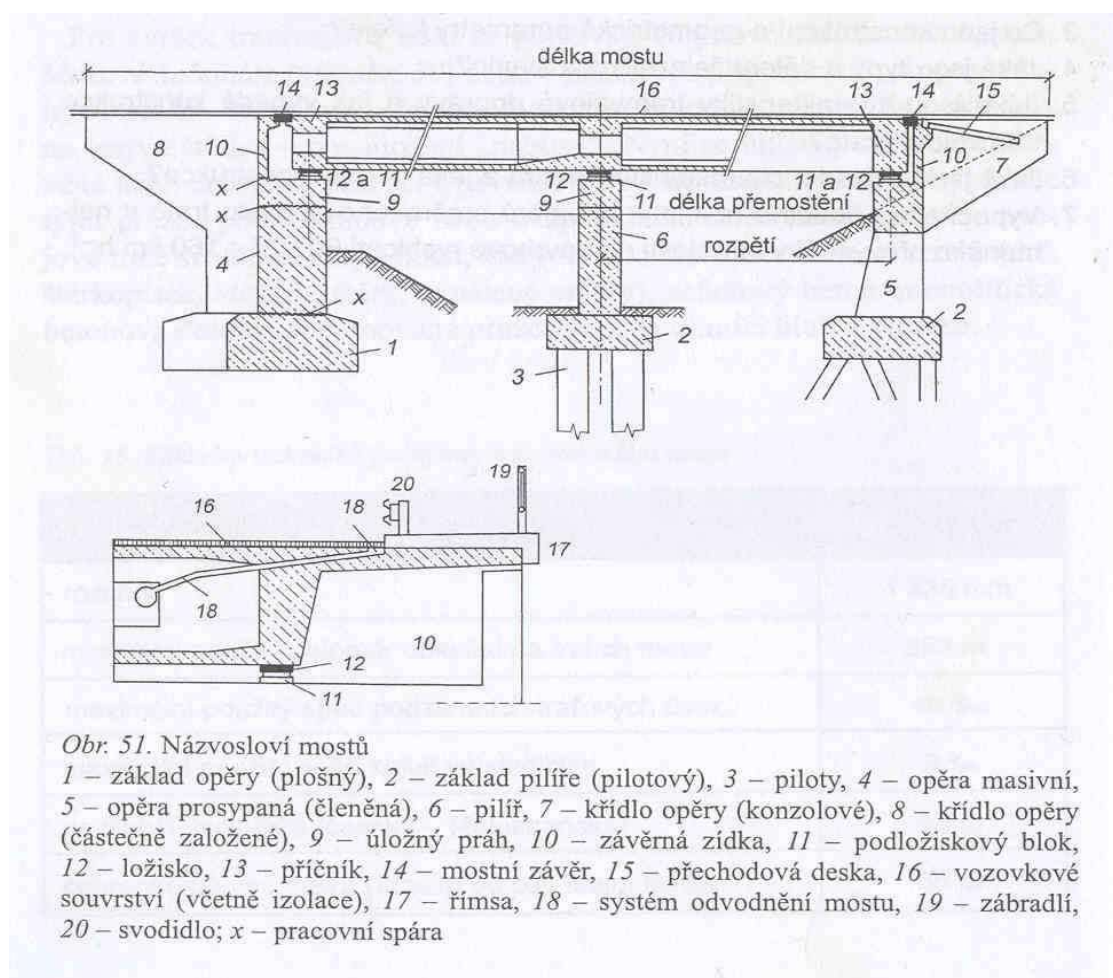
Most je definován dle ČSN 73 6200 jako mostní objekt, který má kolmou světlost alespoň jednoho otvoru 2,01 m.

Most je tvořen spodní stavbou, jednou, anebo více nosnými konstrukcemi, mostním svrškem, mostním vybavením a přidruženými díly. [1]

1.1 Názvosloví

Názvosloví je důležité, protože technická řeč musí být přesná. Norma ČSN 73 6200 tyto základní termíny v oboru mosty uvádí a definuje.

„Termíny uvedené v této normě se mají používat v odborném i hospodářském styku, v souvisící právních a technických normách a předpisech, v projektové dokumentaci, v odborných publikacích, v překladatelské a přednáškové činnosti, v médiích apod.“ [1]



Obrázek 1 Názvosloví mostu [2]

1.1.1 Spodní stavba mostu

Spodní stavba přenáší zatížení od nosné konstrukce do podloží. Spodní stavbu tvoří základy, podpěry, pilíře, mostní křídla, závěrné zídky a přechodové desky. [3]



Obrázek 2 Spodní stavba - most Lysá nad Labem [4]

1.1.2 Vrchní stavba mostu

Do vrchní stavby patří nosná konstrukce, mostní svršek a vybavení. [3]

1.1.2.1 Nosná konstrukce

Na nosnou konstrukci mostu působí zatížení z mostního svršku, které je následně přenášeno na spodní stavbu. Nosná konstrukce se skládá z hlavní nosné konstrukce, mostovky, mostními dilatačními závěry a ložisky. [3]

Nosná konstrukce může být přesypaná, nebo nepřesypaná. Přesypaná nosná konstrukce má mezi nosnou konstrukcí a mostním svrškem zeminu nebo vrstvu jiného materiálu. Nepřesypaná nosná konstrukce má na sobě přímo uložený mostní svršek. [3]



Obrázek 3 Nosná konstrukce - most D1 – Soutice [5]

1.1.2.2 Mostní svršek a vybavení

Mostní svršek leží přímo, nebo nepřímo na nosné konstrukci. Mostní vybavení jsou zařízení, která kompletují mostní objekt. Kvůli mostnímu vybavení se zvyšuje bezpečnost, usnadňují se prohlídky a údržby a prodlužuje se životnost. [3]

Mezi mostní svršek a vybavení patří vozovka, izolační systém, římsy, silniční záchytné systémy, odvodnění mostů, osvětlení a protihlukové stěny a jiné. [3]



Obrázek 4 Mostní svršek - Sojovice [7]

1.2 Historie mostů

První mosty byly přírodní. Popadané stromy, nebo sesunuté laviny mohly umožnit přístup do nových míst a tím přinést nové příležitosti pro lidstvo. [6]

Při vzniku starověkých civilizací (Čína okolo Žluté řeky, Mezopotámie okolo řeky Eufrat a Egypt podél řeky Nil) bylo jasné, že řeky jsou nezbytně nutné pro původní obyvatelé. Řeky poskytovaly potravu, závlahu a také možnost dopravy, nicméně byly také překážkou pro expanzi a rozvoj. Tím, jak se člověk učil a rozvíjel, tak se začaly objevovat první vybudované mosty. [6]

Za nejstarší starověké mosty jsou brány dřevěné mosty a mosty ze spletených lan z přírodních vláken. Tento typ mostů je stále obvyklý a používán např. v Indii. Jeho nevýhodou je kratší životnost použitých materiálů. [6]

Jako nejstarší zachovaný klenutý kamenný most je považován most Anji v Číně, který byl vybudován 605 n.l. Tento typ mostu je hned po trémových mostech jeden z nejpoužívanějších, pro jeho výstavbu byla třeba velmi dobrá znalost zatěžování mostu. Zatížení je přenášeno obloukem mostu do základů a tím je umožněno překonat delší překážku než s trémovým mostem. [6] [8]



Obrázek 5 Most Anji v Číně [8]

Se vzestupem Říma a jeho průmyslového rozvoje se do výstavby mostů začala více promítat věda. Příchod římského cementu spolu s využitím matematiky dal možnost budovat mosty, které byly schopny přenášet mnohem větší zatížení, než mosty z přírodního kamene. Tím začaly vznikat známé vodní mosty – aquadukty. [6]

Po pádu římské říše se v Evropě výstavba mostů vrátila ke starověkým způsobům a zvykům. Po renesanci přišel velký skok v podobě vyráběných ušlechtilých kovů. Železo bylo používáno v lanových, příhradových a konzolových mostech, ale tyto mosty často selhávaly kvůli překonání vnitřních sil. V 19. století se díky běžné výrobě oceli začaly stavět moderní mosty, které známe a používáme ještě dnes. [6]

1.3 Druhy mostů

Mosty lze členit např. dle druhu převáděné dopravy, použitého materiálu, konstrukčního řešení a mnoho dalších. [3] [9]

1.3.1 Dělení dle druhu převáděné konstrukce

- Cestní
- Silniční
- Dálniční
- Železniční
- Lávky
- Průmyslové
- Průplavní
- Přehradní
- Jezové
- Kombinované [3] [9]

1.3.2 Dělení dle použitého materiálu

- Kamenné
- Cihelné
- Dřevěné
- Betonové
- Železobetonové
- Ocelobetonové
- Z předpjatého betonu

- Kovové [3] [9]

1.3.3 Dělení dle konstrukčního řešení

- Deskové
- Trámové
- Rámové
- Obloukové
- Visuté
- Zavěšené
- Ostatní [3] [9]

1.4 Most Šmejka

Most Šmejka je dálniční železobetonový obloukový most, který pomáhá překonat automobilové dopravě hluboké údolí potoka Šmejky u Senohrab. Nosná konstrukce je dlouhá 246,7m a rozpětí oblouku je 120,0m. Po mostě vede dálnice kategorie D29,5. [10]



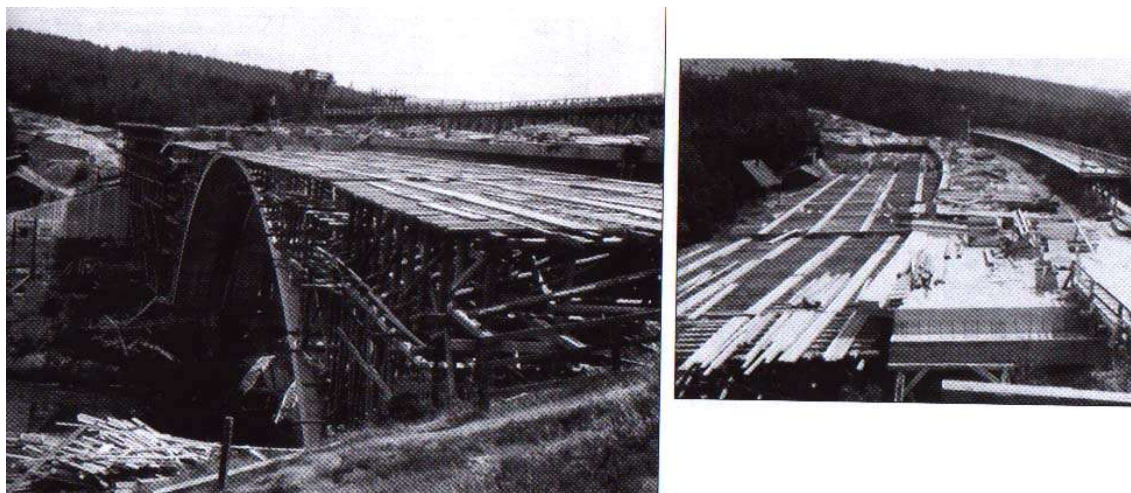
Obrázek 6 most Šmejka [11]

1.4.1 Historie mostu Šmejka

Výstavba Šmejky začala v roce 1939 a trvala deset let, kvůli nucené pauze za 2. světové války. Po dokončení výstavby v roce 1949 most zůstal bez využití. V roce

1969 na Šmejkalce proběhla rekonstrukce, při které byla prodloužena celková délka mostu z původních 248 metrů na 258 metrů. Při rekonstrukci byla také zesílena železobetonová deska mostovky. [10]

Úsek dálnice Praha - Šternov a zároveň most Šmejalka byl slavnostně otevřen v roce 1977. [10]



Obrázek 7 most Šmejalka – historie [12]

Koncem osmdesátých let bylo při mostní prohlídce zjištěno spolu s dalšími poškozeními také částečné poškození mostovky. Proto byl most opravován. Od této poslední opravy probíhaly na mostě pouze údržby a most byl dochován až do současnosti. [10] [12]

1.4.2 Současnost

V současné době probíhá modernizace dálnice D1 na úseku Mirošovice – Hvězdonice, na kterém se nachází i most Šmejalka. Most byl, ale kvůli své složitosti a nepřipravenosti od tohoto úseku odebrán a bude veden jako samostatná stavba. Výstavba nového mostu začne v nejbližších letech. Šmejalka je poslední, dodnes využívaný most z první etapy výstavby dálnice, která probíhala ve 40. letech. [11]

2. Ekonomické hodnocení životnosti

Během výběru různých konstrukčních variant a řešení nových mostů a také rekonstrukcí by se mělo posuzovat hlavně hledisko ekonomické výhodnosti. [9]

- Posouzení, zda se vyšší počáteční investicí získá delší životnost.
- Posouzení, zda vyšší investice sníží náklady na provoz a údržbu.
- Posouzení, zda by bylo výhodnější starší most opravit, nebo postavit nový a tím snížit náklady na provoz a údržbu.

Životnost jednotlivých elementů a příslušných nákladů jsou hlavní aspekty, se kterými se řeší výše uvedené posouzení.

Důležité je vybrat technicky proveditelné varianty, které budou mít minimální náklady na životní cyklus objektů. [9]

2.1.1 Životní cyklus stavebního díla

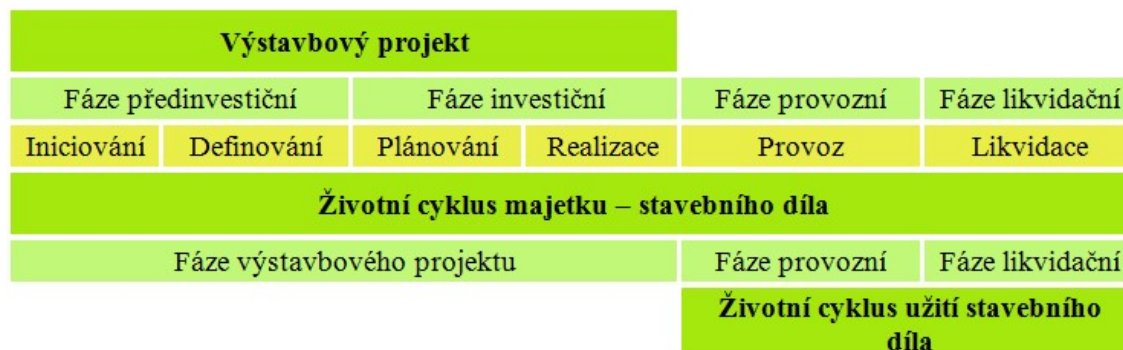
„Každé stavební dílo prochází svým životním cyklem, od počáteční myšlenky, přes jeho projektování, realizaci, případně změnu stavby a užívání až po jeho odstranění.“ [14]



Obrázek 8 Životní cyklus stavebního díla [15]

Při fázi, kdy vzniká myšlenka se definuje, jak by měl budoucí investiční záměr zhruba vypadat. Pokládají se základní otázky, kterými se zpřesňuje výsledný záměr a zároveň musí investor udělat zásadní rozhodnutí, které má dopad na konečný komfort užívání. Ovlivňuje také ekonomickou a energetickou náročnost. Určují se další cíle, které by měli být dosaženy. [14] [15]

Životní cyklus staveb se rozděluje do jednotlivých fází životního cyklu staveb. V každé z těchto fází probíhají rozhodnutí, která jsou typická pro daný časový průběh životního cyklu staveb. [14] [15]



Obrázek 9 Fáze životního cyklu [15]

2.1.1.1 Fáze výstavbového projektu

Fáze výstavbového projektu obsahuje dvě fáze. Fázi předinvestiční a fázi investiční. [9] [13] [16]

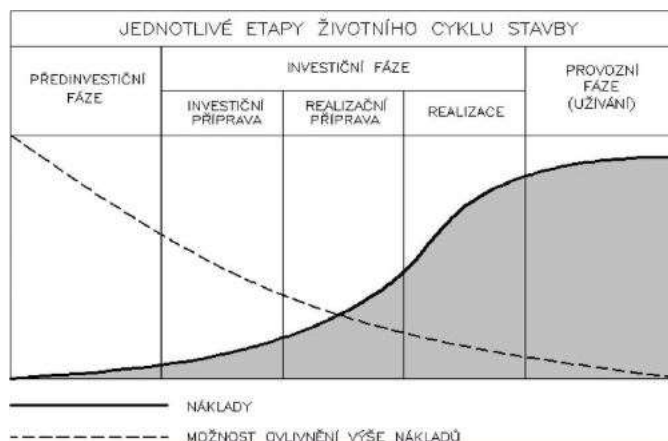
2.1.1.1.1 Fáze předinvestiční

Předinvestiční fáze se považuje za nejdůležitější fázi životního cyklu staveb. Během této fáze dochází k rozhodnutím, které nejvíce ovlivňují náklady na životní cyklus stavby. [9] [13] [16]

V této fázi se definuje účel a cíl projektu, probíhá sběr informací, které se analyzují a vyhodnocují. [9] [13] [16]

Výstupem této fáze jsou shromážděné informace z marketingového, technického, finančního a ekonomického hlediska, které se následně vyhodnocují a na základě těchto vyhodnocení probíhá finální rozhodnutí, zda projekt realizovat, či ne. [9] [13] [16]

Hlavními činnostmi jsou určení strategie postupu a definice cíle, výběr vhodného stavebního projektu, způsob dodavatelského systému a způsob financování (vlastní, nebo cizí zdroje, kombinace). Nejčastěji používaným cizím zdrojem je poskytnutí bankovního úvěru. Dále se zpracovává dokumentace v podrobnosti studie stavby a dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR). Na základě těchto dokumentací se zpracovává propočet nákladů neboli odhad pořizovacích nákladů. [9] [13] [16]



Obrázek 10 Možnost ovlivnění nákladů během životního cyklu [17]

2.1.1.1.2 Fáze investiční – plánování

Investiční fáze navazuje na fázi předinvestiční. V této fázi se podrobněji zpracovává architektonické a stavební řešení, určují se ekonomické důsledky této varianty, upřesňuje se způsob financování a určuje se organizace řízení projektu. [9] [13] [16]

Výstupem této fáze je vypracování projektové dokumentace, získání stavebního povolení a uzavření smlouvy s dodavatelem stavby. [9] [13] [16]

Hlavní činnosti této fáze jsou upřesnění organizace řízení, definice termínů, rozhodnutí o způsobu financování, vypracování dokumentace pro stavební povolení (DSP), získání stavebního povolení, vypracování dokumentace pro provedení stavby (DPS), zpracování kontrolního rozpočtu (podklad pro porovnání nabídkových cen dodavatelů), výběr dodavatele stavby a uzavření smlouvy s dodavatelem stavby. [9] [13] [16]

Pokud je stavba financována veřejným sektorem, výběrové řízení podléhá zákonu č.137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. [9] [13] [16]

2.1.1.1.3 Fáze investiční – realizace

V této fázi se předává a přebírá staveniště mezi stavebníkem a dodavatelem. Cíl této fáze je postavit stavbu dle uzavřené smlouvy, což obsahuje dokončení stavby včas, za určenou cenu a v požadované jakosti. Vybraný dodavatel realizuje výstavbu buď vlastními zdroji, nebo si za smluvní vlastní subdodavatele na jednotlivé stavební činnosti, nebo celé dílo. [9] [13] [16]

Hlavní činnosti této fáze jsou, předání a převzetí staveniště, kontrola jakosti a časového průběhu prací, vedení stavebního deníku, předání a převzetí stavebního díla, odstranění vad a nedodělků a zpracování realizační dokumentace (RDS) a dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS). [9] [13] [16]

2.1.1.1.4 Fáze provozní

Provozní fáze trvá nejdéle ze všech fází životního cyklu stavby. V rámci této fáze je snaha o co neoptimálnější nastavení nákladů na údržbu, provoz a obnovu stavby. [9] [13] [16]

Za náklady údržby a obnovy stavby se považují náklady vynaložené vlastníkem na obnovu původního stavu stavby a výměnu jednotlivých opotřebovaných konstrukčních dílů. [9] [13] [16]

Do provozních nákladů patří náklady na energie, likvidaci odpadů, servisní poplatky, bezpečnost, úklid, ostrahu a mnoho dalších. [9] [13] [16]

2.1.1.1.5 Fáze likvidační

Do likvidační fáze patří náklady spojené s ukončením životnosti stavby. Mezi tyto náklady se počítají náklady na demolici, demontáž, recyklaci stavební suti, úpravu terénu atd.. [9] [13] [16]

2.1.2 Životnost stavebních prvků (objektů)

Každý stavební prvek (objekt) má svou životnost. Životnost se rovná časovému období, po které je určitý prvek (objekt) schopen plnit svou funkci a účel za kterým byl stavebníkem postaven, nebo vyroben. [15] [16]

Spojením jednotlivých konstrukčních prvků vzniká stavba. Mezi tyto konstrukční prvky patří například nosné konstrukce, zastřešení, izolace atd. [15] [16]

Konstrukční prvky se dělí na prvky s dlouhou životností a prvky s krátkou životností. [15] [16]

2.1.2.1 Prvky s dlouhodobou životností

Mezi konstrukční prvky s dlouhou životností spadají prvky, které mají technickou životnost alespoň 80 let, jako jsou například základy, svislé a vodorovné nosné konstrukce, schodišťové konstrukce. [15] [16]

2.1.2.2 Prvky s krátkodobou životností

Do prvků s krátkodobou životností patří prvky, které mají technickou životnost menší, než 80 let. Tedy musí se po jejich životnosti vyměnit. Mezi tyto prvky patří například podlahy, izolační vrstvy, povrchové úpravy a oplechování. [15] [16]

2.1.3 Životnost stavebních objektů

Každý stavební objekt má svou životnost, při které plní svoji a přináší někomu užitek. Délka životního cyklu je tudíž nejvíce ovlivněna samotnou životností stavebního objektu. [15] [16] [18]

Konstrukce historicky významných budov, mosty a mostní inženýrské konstrukce mají návrhovou životnost 100 let. Návrhové životnosti ostatních staveb lze vidět v tabulce níže. [15] [16] [18]

Kategorie návrhové životnosti	Charakteristická návrhová životnost (roky)	Příklady
1	10	Dočasné konstrukce ⁺
2	10 až 25	Vyměnitelné konstrukční části
3	15 až 30	Zemědělské a podobné konstrukce
4	50	Konstrukce budov a jiné běžné konstrukce
5	100	Konstrukce historicky významných budov, mosty a ostatní inženýrské konstrukce
⁺ Konstrukce nebo části konstrukcí, které mohou být demontovány za účelem jejich opětovného použití, nemají být pokládány za dočasné.		

Obrázek 11 Návrhová životnost stavebních objektů [18]

2.1.3.1 Druhy životností stavebních objektů

Stavební objekty mají obecně čtyři druhy životností. [15] [16]

2.1.3.1.1 Technická životnost

Technická životnost je doba trvající od vzniku stavby až do jejího zchátrání a technického zániku. Během této doby se předpokládá že je prováděna běžná údržba. Technická životnost trvá obvykle déle než ekonomická životnost. [15] [16]

Volba konstrukčního systému, kvalita údržby, intenzita užívání, dodržování jakosti a správných technologických postupů během výstavby, včasná rekonstrukce a modernizace výrazně ovlivňují délku technické životnosti. [15] [16]

2.1.3.1.2 Ekonomická životnost

Ekonomická životnost je doba trvající od vzniku stavby až do momentu, kdy stavba ztrácí ekonomickou užitečnost a smysluplnost. To znamená do okamžiku, kdy vzniká ztráta z výnosů, nebo když stavba ztrácí využitelnost vlivem změn ve vnějších podmínkách bez možnosti jiného využití. [15] [16]

Během ekonomické životnosti stavby je nejdůležitější využitelnost stavby. Při nastání situace, kdy je výhodnější na daném místě stavbu zlikvidovat a postavit jinou budovu s jiným využitím vzniká konec ekonomické životnosti. Jako další kritérium mohou být příliš vysoké náklady na údržbu v porovnání s výnosy. Další situace možného ekonomického zániku je, když je stavba pouze jednoúčelová a nelze ji využít pro nic jiného po zániku poptávané stávající funkce. [15] [16]

2.1.3.1.3 Morální životnost

Morální životnost je doba trvající od vzniku stavby až do momentu zastarání stavby. Zastarání stavby vzniká například nevyhovujícím dispozičním řešením, stylem, standardů a technologií. [15] [16]

2.1.3.1.4 Právní životnost

Právní životnost je doba trvající od kolaudačního souhlasu až do momentu, kdy je vydáno povolení o odstranění stavby. [15] [16]

2.1.4 Náklady na životní cyklus stavby (LCC)

Náklady životního cyklu stavby (LCC) se skládají z nákladů na pořízení stavby, provoz a údržbu, včetně nákladů na její ekologickou likvidaci. Tyto náklady se počítají na ekonomickou životnost stavby. [9] [13] [16]

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

kde:

IN ... investiční náklady potřebné k pořízení

PN ... provozní náklady

UO ... náklady na údržbu a obnovu

LN ... náklady na ekologickou likvidaci

2.1.4.1 Investiční náklady

Investiční náklady vznikají za všechny činnosti prováděné ve fázi výstavbového projektu. Patří sem náklady na vypracování studií, nákup pozemku, projektové a průzkumné práce, dokumentaci v podrobnosti DÚR, DSP, RDS, DSPS, včetně všech poplatků za příslušná povolení. Dále investorovi vzniknou náklady na vypracování rozpočtu, výběr dodavatele, následné řízení včetně kontroly výstavby a financování výstavby. [15] [16] [19]

2.1.4.2 Provozní náklady

Provozní fáze trvá nejdéle z fází životního cyklu stavby, proto jsou provozní náklady velmi významnou položkou životního cyklu. Mezi tyto náklady patří náklady na energie, správu stavby, likvidaci odpadu, pojištění objektu a ostrahu. Tyto vyjmenované náklady jsou hlavně u budov. U mostních objektů jsou tyto náklady zanedbatelné a jsou započítávány mezi náklady na údržbu a obnovu. [15] [16] [19]

2.1.4.3 Náklady na údržbu a obnovu

Náklady na údržbu a obnovu probíhají v provozní fázi, tudíž nejdelším časovým obdobím životního cyklu stavby. Jsou to náklady vynaložené k zajištění bezproblémového a bezpečného používání stavby, včetně předcházení možných poruch. Stavba je rozdělena na jednotlivé prvky (elementy), které mají každý svou životnost. Po uplynutí životnosti se prvek musí vyměnit, a proto je důležité na tyto náklady pomýšlet už v předinvestiční fázi, ve které je možné tyto náklady minimalizovat. Je důležité zvážit, zda vyšší investice do prvku nevede ke snížení budoucích nákladů například tím, že prvek bude mít delší životnost. Dále je důležité dodržování předepsaných (doporučených) údržeb, protože důsledkem jejich zanedbávání se jejich skutečná životnost může značně zkrátit oproti plánované životnosti. [15] [16] [19]

2.1.4.4 Náklady na ekologickou likvidaci

Náklady na ekologickou likvidaci stavby vznikají s koncem životnosti stavby. Tyto náklady vznikají se samotnou demolicí stavby, kterou to ale nekončí, protože dále se musí odvoztit a z recyklovat suť. Vypořádat se s ostatním vzniklým odpadem odvozem na skládku a nakonec dekontaminovat, popřípadě zrekultivovat zasažené území. Pozemek by měl být připraven k výstavbě nové stavby. [15] [16] [19]

3. Použitý software

V této diplomové práci se pro stanovení nákladů na životní cyklus používá software EstiCon, o jehož vývoj se stará firma IBR Consulting, s.r.o. Software EstiCon pracuje s cenovou databází OTSKP (oborový třídník stavebních konstrukcí a prací), který vydává Ministerstvo dopravy ČR a zároveň je schválený Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI). [20] [21]

3.1 Software EstiCon

EstiCon je placený software, který pracuje na webovém rozhraní prostřednictvím internetového prohlížeče. Pro přihlášení je třeba mít od IBR Consulting, s.r.o. ověřené přihlašovací jméno a heslo. Uživatelské jméno a tím i licence je vázána na emailový účet. Tento software umí provést podrobný rozbor ceny, porovnávat jednotlivé varianty a zároveň pracovat s riziky. [20]

V EstiConu lze pracovat ve čtyřech různých modelech (fázích). Tyto jednotlivé modely se liší v podrobnosti a přesnosti, dle toho, ve které fázi se zrovna projekt nachází. [20]

Nejprve se musí zadat (vytvořit) a nadefinovat stavba. Nadefinováním stavby je myšleno určení například typu nosné konstrukce (použitý materiál, konstrukční řešení, rozměry). Toto nadefinování je závislé na tom, v jaké fázi se projekt zrovna nachází. Fáze jsou seřazeny od nejstručnější, nejpodrobnější až po nejdokonalejší a to v pořadí: záměr projektu (ZP), dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR), dokumentace pro stavební povolení (DSP) a dokumentace pro zadávací dokumentaci stavby (ZDS). [20]

Každá z těchto fází má tři na sobě závislé programy, ve kterých se řeší tato diplomová práce: [20]

- 1) I – Stavební náklady
- 2) R – Rizikové ocenění
- 3) LCC – Celoživotní ocenění [20]

Software EstiCon pracuje s cenovou databází z roku 2015. V praktické části jsou tyto ceny přepočítávány na ceny z roku 2019. [20]

3.2 Cenová databáze

Software EstiCon pracuje s cenovou soustavou Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací (OTSKP). EstiCon používá databázi OTSKP z roku 2015. Cenová soustava OTSKP se používá pro oceňování výstavby, rekonstrukce, opravy a údržby komunikací a železničních staveb. Tato cenová soustava je vydávána odborem infrastruktury Ministerstva dopravy. [21]

Oborový třídník stavebních konstrukcí se skládá ze tří částí: popisovník prací, soupis prací stavby a soubor položek. Popisovník prací určuje jednotný oborový standard pro stavby pozemních komunikací. Dále popisuje systém zařídění stavební produkce. Část soupis prací stavby obsahuje metodické pokyny pro správné sestavení soupisu prací. Ve třetí části se jménem soubor položek jsou vybrané běžně užívané položky, které obsahují jednotkovou cenu. [21]

Položky se zařídí dle kódu stejně jako v Třídníku stavebních konstrukcí a prací (TSKP). Jednotlivé práce se rozdělují na HSV (hlavní stavební výroba) a PSV (přidružená stavební výroba). Dále se dělí do skupin charakteristik (konstrukčních, materiálových). Přidružená stavební výroba se dělí dle jednotlivých řemeslných oborů. Další čísla kódu určují druh konstrukce a jiné. Poslední místa kódu zpodrobňují jednotlivé charakteristiky. [21]

4. Praktická část

V této části jsou stanoveny náklady na životní cyklus (LCC) tří možných variant budoucí stavby nového mostu, místo stávajícího mostu Šmejka na dálnici D1. Dle tohoto vyhodnocení lze určit nejvhodnější variantu. Dokumentace těchto variant obsahuje vždy podélný a příčný řez včetně zjednodušené technické zprávy s popisem mostu.

Jednotlivé varianty se mezi sebou liší řešením nosné konstrukce, spodní stavbou, vybavením a také svojí velikostí.

Demolice stávajícího mostu a výstavba provizoria pro udržení provozuschopnosti dálnice D1 v této diplomové práci není řešena, protože je pro všechny tři varianty totožná.

Jednotlivé varianty jsou porovnávány z hlediska investičních nákladů, nákladů na údržbu a obnovu a nákladů likvidačních. Dále je stanoveno rizikové ocenění.

4.1 Postup stanovení nákladů na životní cyklus (LCC)

Náklady na životní cyklus stavby jsou stanoveny za pomoci softwaru EstiCon. Tyto náklady jsou stanoveny na návrhovou životnost mostu 100 let. EstiCon má jednotkové ceny v cenové hladině z roku 2015. Pro převod na aktuální cenovou hladinu roku 2019 je použit koeficient 6,97 %, ten je určen pomocí ČSÚ. Náklady na likvidaci v softwaru EstiCon nelze stanovit, a proto jsou stanoveny dle ceny na metr čtvereční nosné konstrukce stávajícího mostu Šmejka. Rizika jsou naceněná dle metodiky ocenění rizik v softwaru Esticon. Stanovené náklady jsou v tisících a bez DPH.

4.1.1 Investiční náklady

Investiční náklady se stanovují v softwaru EstiCon. Pro toto stanovení se pracuje ve fázi DÚR, protože projektová dokumentace variant mostu Šmejka je ve stupni dokumentace pro územní rozhodnutí.

Nejprve se ve fázi DÚR vytvoří a nadefinuje stavba. Dále se most zatřídí dle podobnosti konstrukčního řešení a vypočítá se plocha nosné konstrukce, ke které software EstiCon stanoví jednotkovou cenu za metr čtvereční typové nosné konstrukce. Kvůli různorodosti konstrukčních řešení a velikosti mostů lze v tomto kroku provádět expertní úpravy, díky kterým lze navýšit či snížit jednotkovou cenu dle složitosti daného mostu. Kvůli tomu, že Šmejka je most, který převádí dálnici D1 přes hluboké údolí stejnojmenného potoka Šmejka, se provádí expertní úprava pro zpřesnění jednotkové

ceny v softwaru EstiCon ve fázi DSP. V této DSP fázi se navolí pro každý most skupiny a podskupiny, například „zemní práce“ a jako podskupina „výkopy“.

V podskupinách je určena jednotková cena za měrnou jednotku, která obsahuje cenu za všechny související práce, které se musejí vykonat k dosažení výsledku. Tyto jednotlivé podskupiny obsahují atributy, ve kterých lze zpřesňovat údaje podskupin a tím následně ovlivňovat jednotkovou cenu. Například u podskupiny „pilíře“ lze nastavit třídu betonu, množství výztuže v betonu a tak dále.

Zadáním všech podskupin, určením atributů a výpočtem jednotlivých výměr se získává cena za celý stavební objekt.

Ze součtu celkové ceny podskupin se procentuálně počítá položka „práce neuvedené“. Tato položka obsahuje cenu za vynechané činnosti, které souvisejí s pořízením stavby a nejsou součástí ostatních podskupin, například projekční činnost, geologické a průzkumné práce, náklady vzniklé se získáváním jednotlivých povolení a další.

U varianty 3 – obloukový most se expertní úprava neprovádí výše zmíněným postupem, protože software EstiCon neobsahuje vhodné podskupiny pro tento typ nosné konstrukce. Pro tuto variantu je určena cena dle měrných cen, které zveřejňuje ŘSD a ukazuje skutečně vzniklé náklady na výstavbu již ukončených a realizovaných mostů, včetně jednotkové ceny za metr čtvereční nosné konstrukce mostu. V těchto měrných cenách se hledá co nejvíce konstrukčně podobný most, podle kterého se stanovuje výše expertních úprav. Jednotlivé postupy stanovení cen jsou popsány níže v kapitolách zadaných variant.

4.1.2 Náklady na údržbu a obnovu

Náklady na údržbu a obnovu se stanovují v softwaru EstiCon v úrovni DÚR v záložce LCC. Tato skupina nákladů obsahuje i provozní náklady, do kterých spadají náklady spojené s měřením geodetických bodů a také s mostními prohlídkami.

Stanovení výše těchto nákladů probíhá určením jednotlivých elementů mostu, které znázorňují jednotlivé konstrukční části mostu. Mezi tyto elementy patří například spodní stavba, mostní ložiska a nosná konstrukce. Pro každý element musí být zadané základní údaje, eskalace, množství a měrná jednotka, životnost a další. Každý element obsahuje jednotlivé náklady na výměnu daného elementu, které jsou rozepsány na

náklady na bourání, dodávku, montáž a pomocné práce. Dále jsou u každého elementu vyčísleny náklady spojené s údržbou, které obsahují všechny spojené činnosti včetně časového plánování.

Sečtením všech těchto zmiňovaných nákladů na údržbu a obnovu jednotlivých elementů vychází celková výše nákladů tohoto typu.

U každé varianty mostu se zvolí odpovídající elementy a vytvoří se nejvhodnější harmonogram oprav pro minimalizaci nákladů.

4.1.3 Náklady na likvidaci

Náklady na likvidaci stavby se stanovují z již stanovených nákladů (tyto náklady stanovila společnost PONTEX, s.r.o.) na likvidaci stávajícího mostu Šmejka. Tyto náklady se nedají stanovit pouze pomocí cenové databáze OTSKP, ale musí vždy vycházet z expertních úprav závislých na přesných technologiích, které budou používány pro konkrétní případ, dále z rozměrů a přesného konstrukčního řešení jednotlivých mostů. Při určování těchto nákladů na likvidaci mostu se musí také uvažovat udržení provozu dálnice, po celou dobu realizace. Dálnice D1 je nejstarší a nejdelší dálnice v České republice a při jejím zavření by kolabovala doprava na celém jejím území.

Tyto náklady na likvidaci budou pro jednotlivé varianty stanoveny z ceny likvidace za m² nosné konstrukce mostu. Pro převod na aktuální cenovou hladinu roku 2019 je použit koeficient 6,97 %, ten je určen pomocí ČSÚ.

4.2 Most – varianta 1 – letmá betonáž

4.2.1 Základní parametry mostu

Most je navržen pro návrhovou kategorii šířky D28 – to znamená, že má šířku mezi svodidly na každém mostě 12,5 metrů. U mostu se nerozšiřuje zásah spodní stavby do údolí, základy (podpory) hlavního pole jsou v místě patek stávajícího oblouku. Osa polohy dálnice se v místě mostu nemění. Během výstavby nového mostu musí být zachován provoz v režimu 2+2. [22]

4.2.2 Technické řešení mostu

Při provádění této varianty rekonstrukce se předpokládá kompletní odstranění všech stávajících konstrukcí a výstavba nového mostu. Nový most má dvě samostatné mostní konstrukce pro každý jízdní pás. Nové mostní konstrukce mají rámovou konstrukci z předpjatého betonu. [22]

Založení spodní stavby je provedeno stejně jako u stávajícího mostu plošně na skalním podkladu. Před samotným novým založením mostu se musí odstranit stávající základové konstrukce. Založení stavby se předpokládá ve svahovaných výkopech, kde stěny výkopů, které se přiklání ke svahu se přikotví. [22]

Spodní stavba je z monolitického železobetonu. Oba mosty mají společné dvě opěry. Pilíře jsou pro každý most samostatné. Nové opěry jsou v ose dálnice rozdělené pouze dilatační spárou. Tyto opěry jsou tvořeny základovou deskou, dřikem, úložným prahem a závěrnou zídou. Každá z opěr má rovnoběžná vetknutá křídla. Monolitické železobetonové pilíře mají samostatný základ a vždy jsou samostatné pilíře pro každou nosnou konstrukci. Každý pilíř je tvořen dvěma stěnami obdélníkového půdorysného tvaru. Tyto stěny jsou vetknuty jak do nosné konstrukce, tak do základových bloků. [22]

Betonová předpjatá komorová konstrukce tvoří nosnou konstrukci mostu. Tato nosná konstrukce tvoří společně s pilíři v podélném směru sdružený rám, který má pole o rozpětí 68 m + 122 m + 68 m. Na opěrách jsou hrncová ložiska, na kterých je uložena nosná konstrukce. Při výstavbě nosné konstrukce se počítá s metodou letmé betonáže po lamelách, která probíhá vždy symetricky od pilířů. Komora nosné konstrukce má šířku 7,4m a celková šířka jednoho mostu je 14,3m. Výška komory je proměnná po celé délce mostu. Nad opěrami a ve středu hlavního pole je výška 3 m. Nad jednotlivými pilíři je výška komory 6,5 m. Horní strana desky mostovky má jednostranný příčný sklon 2,5 %.

V podélném směru má nosná konstrukce sklon v poli 1-2 stoupání 1 % ve směru na Brno. V posledním třetím poli je stoupaní na Brno ještě větší a to cca. 1,2 %. [22]

4.2.3 Postup výstavby

Výstavba probíhá ve třech etapách. [22]

4.2.3.1 Etapa 0

V nulté etapě se zhotoví mostní provizorium, na které se převádí jízdní pás dopravy směr Brno. Dále se provizorně podpírá stávající pravý most, aby byl most schopen přenášet zvýšené zatížení od dvou jízdních pruhů (směr Praha) a staveništního provozu. Během této etapy se provádí i ostatní přípravné práce u kterých není potřeba omezení provozu, například příprava staveniště a zhotovení staveništních komunikací pod mostem. Délka této etapy se odhaduje na 3 měsíce. [22]

4.2.3.2 Etapa 1

Během etapy 1 se nejprve odstraňuje celá konstrukce levého městu (směr Praha). Odstranění (demolice) se provádí kombinací snášení příslušenství, odstřelem a klasickou demolicí základů. Po odstranění nosné konstrukce a spodní stavby stávajícího mostu se upravuje výkop v místě patek, tak aby bylo možné založení nových pilířů. Na základech se staví stěny nových pilířů. Opěry se zhotovují ve svahovaných výkopech. Na nových pilířích se zhotovuje zárodek nové nosné konstrukce a následně se pokračuje metodou letmé betonáže s výstavbou celé nosné konstrukce. Po zhotovení celé nosné konstrukce se dodělávají horní části opěr, přechodové oblasti a příslušenství. [22]

Na konci této etapy se demontuje a odstraňuje provizorium. Provoz se z provizoria přesouvá na nový most. [22]

Předpoklad délky etapy 1 je odhadován na 18 měsíců. [22]

4.2.3.3 Etapa 2

V této etapě se zhotovuje pravý most a je stejný postup prací jako v etapě 1. Během celé této etapy se vede obousměrný provoz po novém levém mostě. [22]

Předpoklad délky etapy 2 je odhadován na 18 měsíců. [22]

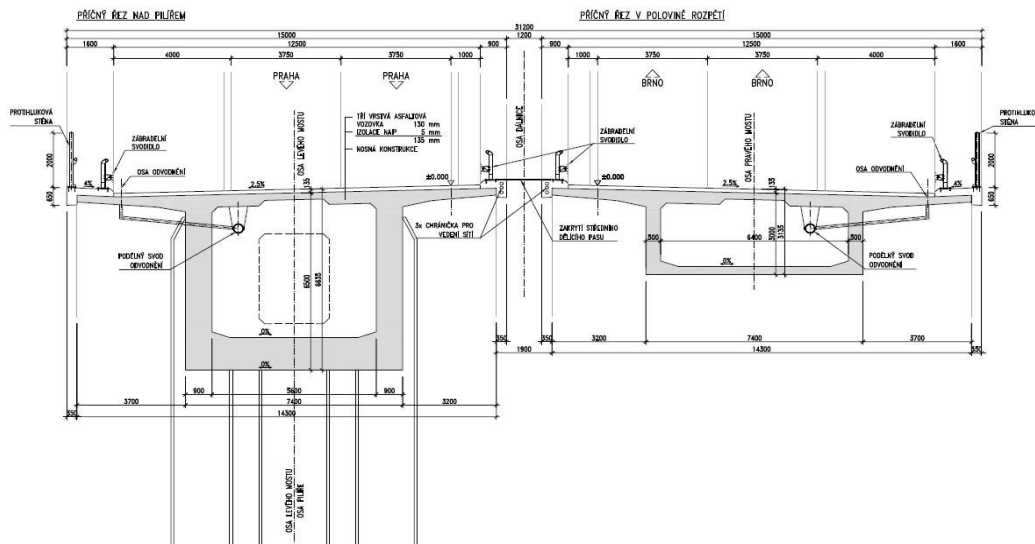
4.2.4 Projektová dokumentace mostu

Projektová dokumentace se skládá ze zjednodušené studie, která obsahuje podélný řez, příčný řez a výkres postupu výstavby mostu. Tato dokumentace je podklad

pro rozhodnutí se pro nejvhodnější variantu a následné vypracování aktualizace DÚR.
[22]

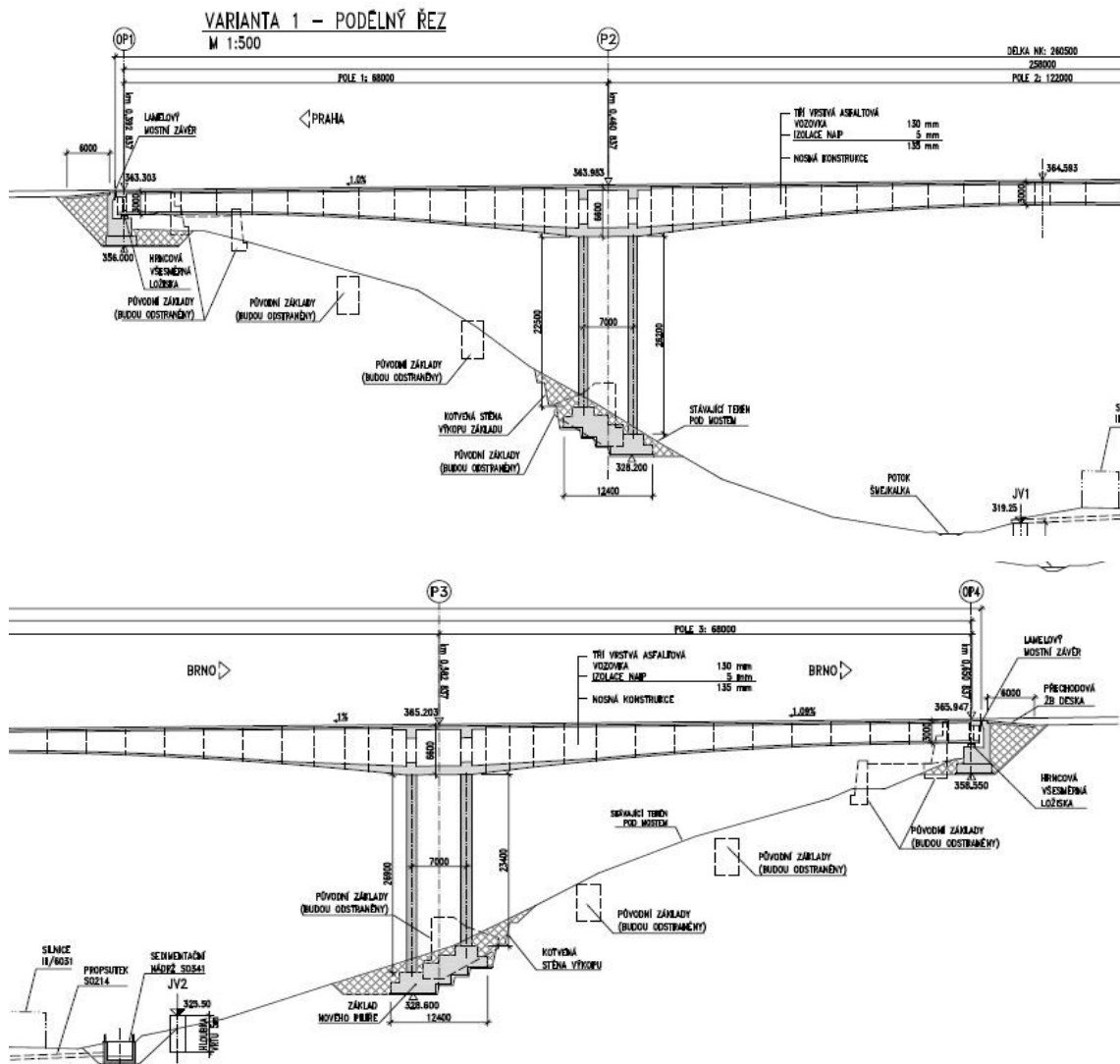
4.2.4.1 Příčný řez

VARIANTA 1 – VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:100



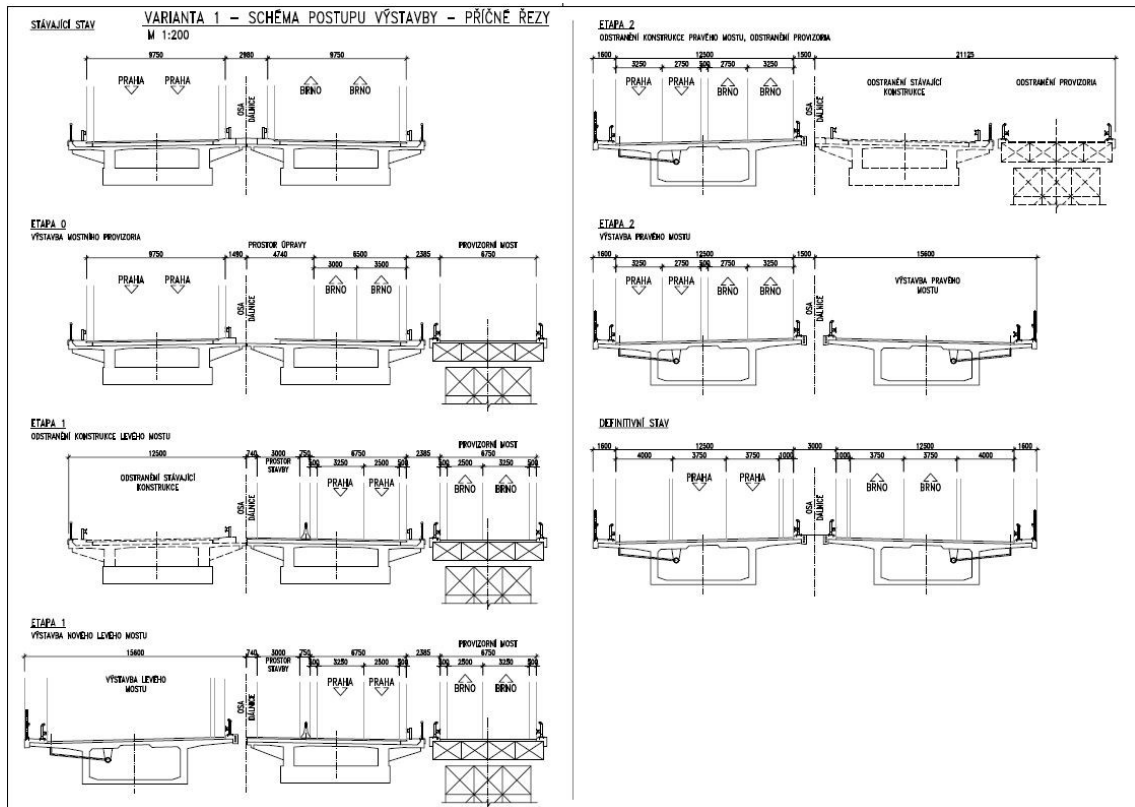
Obrázek 12 Příčný řez - varianta 1 [22]

4.2.4.2 Podélný řez



Obrázek 13 Podélný řez - varianta 1 [22]

4.2.4.3 Postup výstavby mostu



Obrázek 14 Postup výstavby - varianta 1 [22]

4.2.5 Investiční náklady – varianta 1 – letmá betonáž

Stanovení výše investičních nákladů se určuje v softwaru EstiCon. Za pomoci dostupných podkladů projektové dokumentace se v softwaru volí jednotlivé skupiny a podskupiny, včetně zvolených atributů jednotlivých konstrukcí. Atributy upravují výši jednotkových nákladů. Do jednotlivých podskupin se musí zadat jednotlivé rozměry (počítají se z dostupné projektové dokumentace), díky kterým se získávají celkové investiční náklady pro variantu 1. Náklady se přepočítávají na cenovou úroveň 2019 viz. kapitola 4.1.

V tabulce č.1 lze vidět použité skupiny, podskupiny a zvolené atributy.

Tabulka 1 Použité skupiny, podskupiny a atributy – varianta 1 – letmá betonáž [23]

Název skupiny	Název podskupiny	Atributy	
Zemní práce	Výkopy	Třídy těžitelnosti (I., II., III.) [%]	60/20/20
Plošné zakládání	Plošné základy	Kvalitativní třída betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m3]	120
Opěry, pilíře	Opěry, křídla, úložné prahy	Kvalitativní třída betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m3]	130
	Pilíře, stativa	Kvalitativní třída betonové směsi (C30/37, C40/50) [%]	70/30
		Množství výztuže [kg/m3]	160
Nosná konstrukce	Komora	Kvalitativní třída betonové směsi	C35/40
		Množství betonářské výztuže [kg/m3]	220
		Množství předpínací výztuže [kg/m2]	50
		Srovnaná výška [m]	0,8
		-	-
Izolace nosné konstrukce	Asfaltové pásy	-	-
Vozovka	Vozovka třívrstvá	Skladba	AC050+ACL50+MAIV35
Římsy	Římsy	Kvalitativní třída betonové směsi (monolit C30/37/monolit C40/50/prefa C40/50) [%]	100/0/0
		Množství výztuže [kg/m3]	140
Zábradlí, svodidla	Zábradelní svodidlo	úroveň zadržení (H2/H3)[%]	0/100
Mostní závěry	Mostní závěry povrchové, mechanické	Posun	Do 240mm
Ložiska	Ložisko hrncové	Únosnost [MN]	nad 5 MN
Přechodová oblast	Betonová	Použitý materiál	C30/37
-	Práce neuvedené	Z ceny objektu dle sborníku DSP [%]	20

V tabulce č.2 jsou vypsány jednotlivé podskupiny s pro ně daným investičním nákladem. Vynásobením jednotkové ceny a daným množstvím se získávají náklady na konstrukční prvek celkem. Náklady na neuvedené práce tvoří 20 % ze součtu všech ostatních nákladů. Celkové investiční náklady jsou po přepočtu koeficientem ČSÚ (6,97 %) 304 485 639 Kč. **Investiční náklady na 1 m² nosné konstrukce mostu jsou 40 869 Kč.**

Tabulka 2 Tabulka investičních nákladů – varianta 1 – letmá betonáž [23]

Název podskupiny	Měrná jednotka	Jednotkové náklady [Kč]	Množství	Náklady celkem [Kč]
Výkopy	m ³	437,00 Kč	9022	3 942 614,00 Kč
Plošné základy	m ³	7 306,00 Kč	2479,7	18 116 688,20 Kč
Opěry, křídla a úložné prahy	m ³	8 634,00 Kč	591,85	5 110 032,90 Kč
Pilíře, stativa	m ³	12 185,00 Kč	2494,8	30 399 138,00 Kč
Komora	m ²	19 900,00 Kč	7450,3	148 260 970,00 Kč
Asfaltové pásy	m ²	748,00 Kč	7450,3	5 572 824,40 Kč
Vozovka třívrstvá	m ²	880,00 Kč	6512,5	5 731 000,00 Kč
Římsy	m ³	14 679,00 Kč	591,32	8 679 986,28 Kč
Zábradelní svodidlo	m	4 220,00 Kč	1042	4 397 240,00 Kč
Mostní závěry povrchové mechanické	m	82 200,00 Kč	60	4 932 000,00 Kč
Ložisko hrncové	ks	175 400,00 Kč	8	1 403 200,00 Kč
Přechodová oblast betonová	m ³	7 324,00 Kč	90	659 160,00 Kč
Práce neuvedené		20%		47 440 970,76 Kč
Investiční náklady na objekt v cenové úrovni 2015				284 645 824,54 Kč
Investiční náklady na objekt v cenové úrovni 2019				304 485 638,51 Kč
Investiční náklady na objekt na m ² nosné konstrukce mostu				40 868,91 Kč

4.2.6 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 1 – letmá betonáž

K získání těchto nákladů musí být zvoleny jednotlivé elementy (části) konstrukce s co nejpodrobnější specifikací, mezi těmito elementy se musí vytvořit vazby návaznosti oprav. Po vybrání správných elementů a jejich vazeb se vytvoří dvě varianty harmonogramu oprav a údržby. První harmonogram je harmonogram vytvořený dle návazností typických pro software EstiCon. Druhý harmonogram vychází hlavně z generální opravy mostu 50. roku provozu a sjednocení oprav do „balíčků“, aby se snížily vedlejší náklady (DIO, výběr dodavatele atd.).

Tabulka 3 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 1 – letmá betonáž [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Množství	MJ
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	4044	m ²
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes SMN	8	ks
Nosná konstrukce	Železobetonová komora	8857	m ²
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	591	m ³
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadrženi H2	1042	m
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	521	m
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	60	m
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečeticí vrstvou	7450,3	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	6512,5	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	6512,5	m ²
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	28	ks
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	521	m
Ostatní	Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	7450,3	m ²
Ostatní	Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	7450,3	m ²
Ostatní	Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	12	ks

4.2.6.1 Návrh harmonogramu

Pro obě varianty je vytvořen časový plán oprav, údržeb a výměn jednotlivých elementů. Tento časový plán je závislý a odvíjí se od životnosti jednotlivých elementů. V časovém plánu lze vidět, kdy se jednotlivé elementy mění.

4.2.6.1.1 Varianta dle softwaru EstiCon

Plán oprav a výměn této varianty je závislý na životnostech a návaznostech navržených softwarem EstiCon. V tabulce č.4 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich životností a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 4 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 1 - varianta EstiCon [23]

Název elementu	Specifikace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes 5MN	25	3
Nosná konstrukce	Železobetonová komora	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	30	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	3

Spodní stavba a nosná konstrukce se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. Monolitické římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečticí vrstvou, ochrana hydroizolace, a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 30 let a jsou měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Nejkratší životnost ze všech elementů mají hrncová ložiska, která mají životnost 25 let. Životnost u hrncových ložisek je ovlivněna životností použitých elastomerů, nicméně jsou měněny také třikrát za životnost mostu, výměny mají ale nevýhodu, že se nemění ve stejný rok jako ostatní elementy a opravy se nedají sjednotit.

Tabulka 5 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 1 - varianta EstiCon [23]

Most var. č.1 - varianta EstiCon	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.5 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Jako první měněný element jsou po 25 letech jsou mostní ložiska. Mostní ložiska se vyměňují za malého přizvednutí nosné konstrukce mostu. Výměna ložisek není závislá na výměně jiných elementů.

Ve třiceti letech životnosti mostu se dělá větší oprava, během které se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost mostním závěrům a železobetonovým monolitickým římsám, při jejichž výměně dochází zároveň k výměně svodidel a PHS, tím se snižuje využití celé jejich životnosti. V tomto roce také probíhá již druhá výměna mostních ložisek.

Po šedesáti letech návrhové životnosti mostu dochází, k již druhé obnově vozovky včetně izolací a odvodnění.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje poslední výměna mostních ložisek.

V osmdesátém roce opět končí životnost svodidlům s protihlukovým systémem a je realizována třetí a zároveň poslední výměna těchto elementů.

Deset let před koncem návrhové životnosti mostu přichází na řadu opravy vozovky izolace a odvodnění mostu. Čímž jsou tyto nové elementy využité pouze z jedné třetiny.

Tabulka 6 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 1 - varianta EstiCon [23]

Element	Životnost	Údržba				
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	Počet cyklů/návrhová životnost
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Železobetonová komora	100	Sanace	30	30	100	3
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	Nátěr	15	15	30	3
		Mytí	1	1	30	96
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	Nátěr sloupků	15	15	30	3
		Omytí vodou	1	1	30	96
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Výměna prvků podléhajících opotřebením	25	25	50	2
		Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečetičí vrstvou	30	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	Obnova obrusné a ložné vrstvy	10	10	30	6
		Čištění	1	1	30	96
Mostní odvodňovač	30	Čištění	1	1	30	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	Čištění	1	1	30	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.6 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element.

Na spodní stavbě a nosné konstrukci probíhá údržba pouze prováděním sanačních prací. Tyto sanační práce se provádějí na 10 % viditelné plochy nanášením reprofilační malty a na 20 % viditelné plochy nanášením sjednocovací stěrky.

U monolitických říms probíhá údržba sanacemi stejným postupem jako u spodní stavby a nosné konstrukce. Dále se formou údržby provádí čištění tlakovou vodou a pravidelné nátěry, které ochraňují konstrukci proti rozmrazovacím posypům a agresivnímu prostředí.

Zábradelní svodidlo a PHS se udržuje pravidelným omýváním a obnovováním protikorozi ochrany (PKO).

U mostních dilatačních lamelových závěrů se vyměňují prvky podléhající opotřebením a také probíhá čištění tlakovou vodou. Mezi prvky podléhající opotřebením patří těsnící profily, elastomerová ložiska a pera a pera řídicího mechanismu.

Asfaltová vozovka se jednou ročně čistí a každých deset let se u ní obnovuje obrusná a ložná vrstva.

Zbývající elementy se pouze čistí a jiné údržbě nepodléhají.

Četnost mostních prohlídek a sledování geodetických bodů je závislá na stáří mostního objektu, čím je most starší, tím se tyto činnosti provádějí častěji.

4.2.6.1.2 Varianta vycházející ze sjednocení oprav

Harmonogram oprav jednotlivých elementů v této variantě vychází ze životnosti jednotlivých prvků, ale také sjednocuje výměnu těchto elementů tak, aby se co nejvíce výměn provádělo ve stejný čas, a tak se snížily náklady například na dopravně inženýrské opatření a výběr a koordinaci dodavatele.

V tabulce č.7 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich upravenou životností a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 7 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrcové ložisko přes 5MN	25	3
Nosná konstrukce	Železobetonová komora	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	25	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	25	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	3

Spodní stavba a nosná konstrukce se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. Monolitické římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Mostní ložiska svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečticí vrstvou, ochrana hydroizolace a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 25 let a jsou měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Důsledkem snížení životnosti některých prvků se dají sjednotit opravy, viz odstavec níže.

Tabulka 8 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Most var. č.1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.8 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Ve dvaceti pěti letech životnosti mostu se dělá první balíček oprav, během kterého se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací, mostní ložiska a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost všem elementům vyměňovaných ve dvacátém pátém roce, plus se k nim přidávají mostní závěry s římsami. Při této „generální“ opravě se chronologicky provádí tyto činnosti: odfrézování vozovky, demontáž svodidel a PHS, vybourání říms, vybourání MDZ, nadzvednutí nosné konstrukce, výměna ložisek mostu, sundání odvodňovačů a izolace, osazení a zabetonování MDZ, výměna odvodňovacího potrubí a odvodňovačů, zaizolování, vybetonování říms, vozovka a na konec montáž svodidel a PHS. Odhad délky této „generální“ opravy je tři měsíce na jeden most, to znamená celkem šest měsíců.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje stejná oprava jako ve dvacátém pátém roce. Po této opravě už žádné jiné nejsou.

Tabulka 9 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Údržba				Počet cyklů/návrhová životnost
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Železobetonová komora	100	Sanace	30	30	100	3
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	25	Nátěr	15	15	25	4
		Mytí	1	1	25	96
PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	Nátěr sloupků	15	15	25	4
		Omytí vodou	1	1	25	96
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Výměna prvků podléhajících opotřebení	25	25	50	2
		Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečetičí vrstvou	25	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	25	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	Obnova obrusné a ložné vrstvy	10	10	25	8
		Čištění	1	1	25	96
Mostní odvodňovač	25	Čištění	1	1	25	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	Čištění	1	1	25	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.9 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element.

Typy a četnost údržeb se v této variantě oproti variantě EstiCon liší u elementů: zábradelní svodidlo, PHS a asfaltová vozovka. Kvůli snížení životnosti těchto elementů se zvýšil počet cyklů údržeb, viz. žluté vybarvení v tabulce č.9. To znamená, že náklady na údržbu jsou zvýšeny.

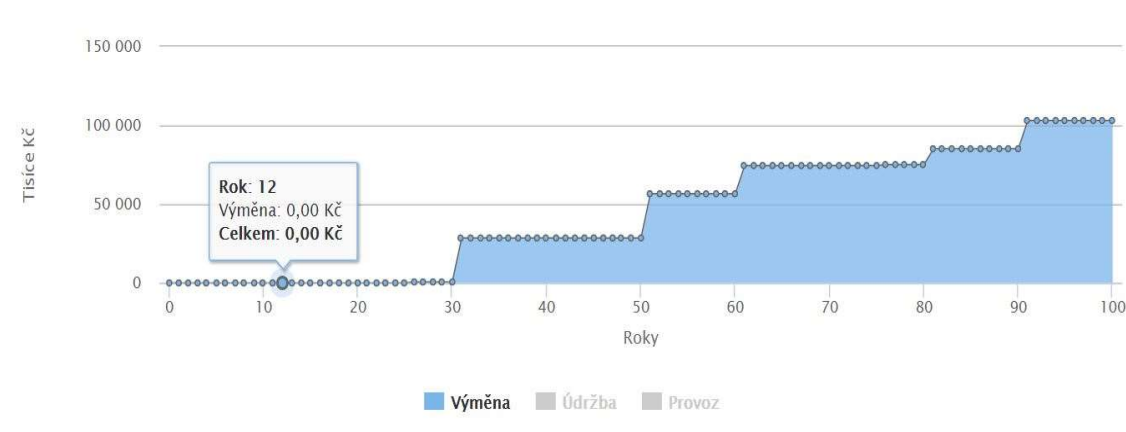
4.2.6.2 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu

Výpočet těchto nákladů vychází z navržených variant harmonogramů. Pro tento výpočet jsou převzaty jednotkové ceny za jednotlivé výměny a činnosti údržby ze softwaru EstiCon. Jednotkové ceny jsou přepočítány na cenovou úroveň 2019 pomocí koeficientu daným ČSÚ (6,97 %). Náklady na údržbu elementu se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a počtem cyklů za návrhovou životnost mostu. Náklady na obnovu (výměnu) elementů se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a s počtem výměn za návrhovou životnost mostu.

4.2.6.2.1 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 1 - varianta EstiCon

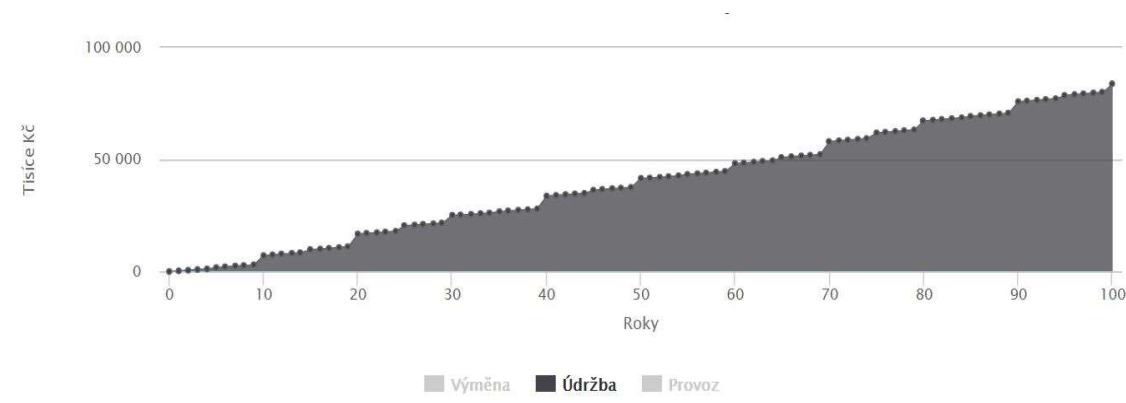
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu EstiCon činí 194 494 521 Kč. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č.10.

V grafu č.1 lze vidět průběh těchto nákladů na výměnu po celých 100 let, v závislosti na životnosti elementů. Náklady na výměnu narůstají skokově v letech, kdy se vyměňují jednotlivé elementy. Nejdražší výměny a obnovy elementů probíhají v 50. roce, které stojí 30 007 009 Kč. Výměny v 50. roce jsou nejdražší protože, v tomto roce končí životnost navíc oproti ostatním rokům mostním závěrům a také římsám. Náklady na obnovu elementů jsou **109 701 966 Kč.**



Graf 1 Náklady na výměnu – varianta 1 - varianta EstiCon [20]

V grafu č.2 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **84 792 555 Kč.**



Graf 2 Náklady na údržbu – varianta 1 - varianta EstiCon [20]

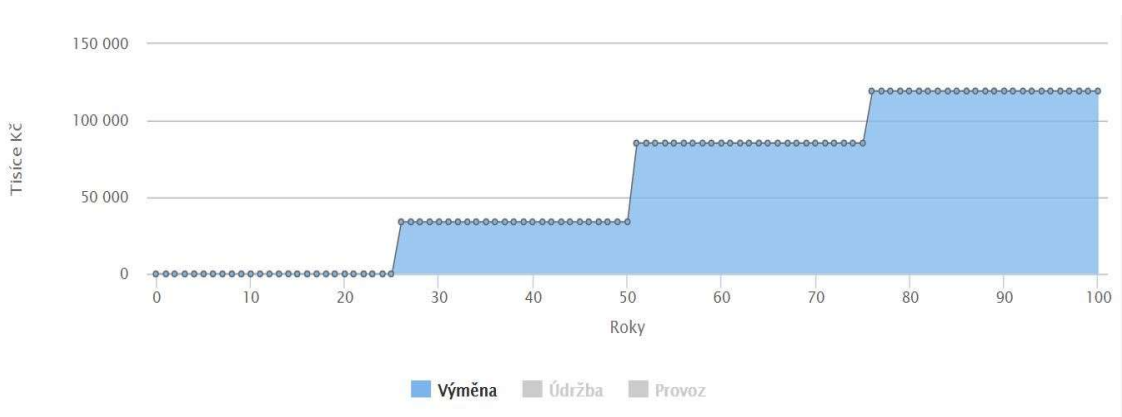
Tabulka 10 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 - varianta EstiCon [23]

Element	Životnost	Náklady na údržbu							Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]
		Měrná jednotka	Výměra	Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu	Náklady na výměny celkem	
Spodní stavba betonová	100	m ²	4042	Sanace	3	250 Kč	1 011 752 Kč	3 035 257 Kč	-	-	-	-	6 321 289 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	172 949 Kč	3 286 033 Kč					
Hrncové ložisko přes SMN	25	ks	8	Čištění	48	214 Kč	1 712 Kč	82 153 Kč	3	77 000 Kč	616 000 Kč	1 848 000 Kč	1 930 153 Kč
Železobetonová komora	100	m ²	8857	Sanace	3	250 Kč	2 216 994 Kč	6 650 982 Kč	-	-	-	-	6 650 982 Kč
Monolitická římsa š.1500mm	50	m ³	591	Nátěr obrubníku	18	208 Kč	122 645 Kč	2 207 617 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
				Sanace	4	2 835 Kč	1 675 311 Kč	6 701 243 Kč					
				Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	69 541 Kč	6 815 037 Kč					
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	m	1042	Nátěr	3	738 Kč	769 093 Kč	2 307 279 Kč	3	5 199 Kč	5 417 089 Kč	16 251 267 Kč	23 266 732 Kč
				Mytí	96	47 Kč	49 044 Kč	4 708 186 Kč					
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	m	521	Nátěr sloupků	3	214 Kč	111 463 Kč	334 388 Kč	3	10 139 Kč	5 282 219 Kč	15 846 658 Kč	20 461 215 Kč
				Omytí vodou	96	86 Kč	44 585 Kč	4 280 169 Kč					
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	m	60	Výměna prvků podléhajících opotřebení	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
				Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč					
Izolace NAIP s pečutí vrstvou	30	m ²	7450,3	-	-	-	-	-	3	850 Kč	6 335 821 Kč	19 007 462 Kč	19 007 462 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	m ²	6513	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 385 941 Kč	10 157 822 Kč	10 157 822 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	m ²	6513	Obnova obrusné a ložné vrstvy	6	588 Kč	3 831 826 Kč	22 990 955 Kč	3	1 181 Kč	7 691 520 Kč	23 074 559 Kč	49 409 653 Kč
				Čištění	96	5 Kč	34 835 Kč	3 344 139 Kč					
Mostní odvodňovač	30	m	28	Čištění	96	428 Kč	11 981 Kč	1 150 141 Kč	3	20 560 Kč	575 670 Kč	1 727 009 Kč	2 877 151 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	m	521	Čištění	96	88 Kč	45 700 Kč	4 387 173 Kč	3	2 284 Kč	1 189 865 Kč	3 569 594 Kč	7 956 768 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	79 696 Kč	478 175 Kč	-	-	-	-	478 175 Kč
				Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	79 696 Kč	796 959 Kč	-	-	-	-	796 959 Kč
				Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	79 696 Kč	717 263 Kč	-	-	-	-	717 263 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	23 909 Kč	1 195 438 Kč	-	-	-	-	1 195 438 Kč
				Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	47 818 Kč	2 343 058 Kč	-	-	-	-	2 343 058 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	ks	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
				Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
				Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.2.6.2.2 Náklady na údržbu a obnovu – varianta vycházející ze sjednocení oprav

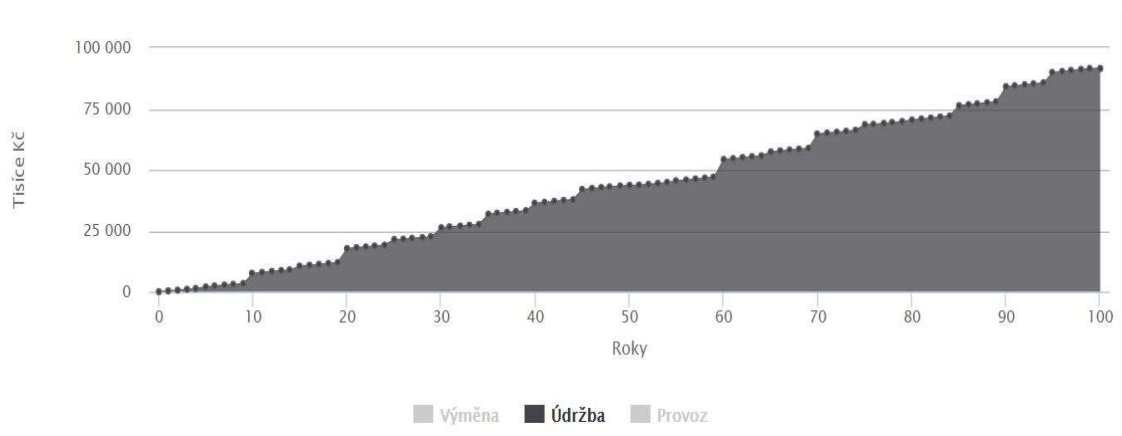
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu vycházející ze sjednocení oprav činí 203 038 728 Kč. Výpočet těchto nákladů je popsán v kapitole 4.2.6.2.2. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č.11.

V grafu č.3 lze vidět, že náklady na údržbu a obnovu během životnosti mostu narůstají skokově a to ve 25, 50 a 75 letech. Nejnákladnější výměna je v polovině životnosti v hodnotě 49 184 719 Kč. Ostatní dvě výměny jsou z pohledu nákladů zhruba poloviční. Celkové náklady na obnovu (výměnu) elementů mostu jsou **109 701 966 Kč.**



Graf 3 Náklady na výměnu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

V grafu č.4 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **93 336 762 Kč.**



Graf 4 Náklady na údržbu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

Tabulka 11 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Měrná jednotka	Náklady na údržbu					Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]
			Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu	Náklady na výměny celkem	
Spodní stavba betonová	100	4042	Sanace	3	250 Kč	1 011 752 Kč	3 035 257 Kč	-	-	-	-	6 321 289 Kč
			Omytí vodou	19	43 Kč	172 949 Kč	3 286 033 Kč	-	-	-	-	
Hrncové ložisko přes 5MN	25	8	Čištění	48	214 Kč	1 712 Kč	82 153 Kč	3	77 000 Kč	616 000 Kč	1 848 000 Kč	1 930 153 Kč
Železobetonová komora	100	8857	Sanace	3	250 Kč	2 216 994 Kč	6 650 982 Kč	-	-	-	-	6 650 982 Kč
			Nátěr obrubníku	18	208 Kč	122 645 Kč	2 207 617 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
Monolitická římsa š.1500mm	50	591	Sanace	4	2 835 Kč	1 675 311 Kč	6 701 243 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
			Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	69 541 Kč	6 815 037 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	1042	Nátěr	4	738 Kč	769 093 Kč	3 076 372 Kč	3	5 199 Kč	5 417 089 Kč	16 251 267 Kč	24 035 825 Kč
			Mytí	96	47 Kč	49 044 Kč	4 708 186 Kč	3	5 199 Kč	5 417 089 Kč	16 251 267 Kč	24 035 825 Kč
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	521	Nátěr sloupků	4	214 Kč	111 463 Kč	445 851 Kč	3	10 139 Kč	5 282 219 Kč	15 846 658 Kč	20 572 678 Kč
			Omytí vodou	96	86 Kč	44 585 Kč	4 280 169 Kč	3	10 139 Kč	5 282 219 Kč	15 846 658 Kč	20 572 678 Kč
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	60	Výměna prvků podléhajících opotřebením	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
			Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
Izolace NAIP s pečetičí vrstvou	30	7450,3	-	-	-	-	-	3	850 Kč	6 335 821 Kč	19 007 462 Kč	19 007 462 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	6513	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 385 941 Kč	10 157 822 Kč	10 157 822 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	6513	Obnova obrusné a ložné vrstvy	8	588 Kč	3 831 826 Kč	30 654 607 Kč	3	1 181 Kč	7 691 520 Kč	23 074 559 Kč	57 073 304 Kč
			Čištění	96	5 Kč	34 835 Kč	3 344 139 Kč	3	1 181 Kč	7 691 520 Kč	23 074 559 Kč	57 073 304 Kč
Mostní odvodňovač	30	28	Čištění	96	428 Kč	11 981 Kč	1 150 141 Kč	3	20 560 Kč	575 670 Kč	1 727 009 Kč	2 877 151 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	521	Čištění	96	88 Kč	45 700 Kč	4 387 173 Kč	3	2 284 Kč	1 189 865 Kč	3 569 594 Kč	7 956 768 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	7450,3	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	79 696 Kč	478 175 Kč	-	-	-	-	478 175 Kč
			Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	79 696 Kč	796 959 Kč	-	-	-	-	796 959 Kč
			Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	79 696 Kč	717 263 Kč	-	-	-	-	717 263 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	7450,3	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	23 909 Kč	1 195 438 Kč	-	-	-	-	1 195 438 Kč
			Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	47 818 Kč	2 343 058 Kč	-	-	-	-	2 343 058 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
			Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
			Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.2.6.2.3 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1

V tabulce č.12 je srovnání obou variant. Varianta vytvořená softwarem EstiCon má nižší náklady **8 544 207 Kč**. Náklady na výměnu elementů mají obě varianty stejné. Rozdíl vzniká v nákladech na údržbu, protože zkrácením životnosti některých elementů se zvyšuje počet cyklů údržby (viz tabulka č. 9). Tímto krokem ovlivněné údržby jsou nátěry zábradelních svodidel, nátěry PHS a obnova obrusné a ložné vrstvy asfaltové vozovky, která je zároveň nejdražší činnost ze všech typů údržby.

Navzdory vyšším nákladům je varianta, která vychází ze sjednocení oprav výhodnější a pravděpodobnější, že nastane. Tato varianta efektivněji využívá jednotlivé elementy, kdy například ve variantě EstiCon dochází k velkým výměnám elementů s životností 30 let deset let před koncem životnosti mostu, což je značně neekonomické. Varianta 2 zkrácením jednotlivých životností zajišťuje vyšší kvalitu a bezpečnost během dopravy. Dále se se sjednocením oprav sníží náklady na DIO, které jsou na takto významných komunikacích velice nákladné a složité. Další výhodou této varianty je snížení administrativy kvůli nižšímu počtu vypisovaných výběrových řízení, koordinace během realizace atd. A v neposlední řadě může být výhodou opakování stejného balíčku oprav v roce 25 a 75, kdy se z prvních výměn mohou čerpat zkušenosti.

Tabulka 12 vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 [23]

Varianta	Náklady na údržbu	Náklady na obnovu	Celkové náklady
EstiCon	84 792 555,00 Kč	109 701 966,00 Kč	194 494 521,00 Kč
Sjednocení oprav	93 336 762,00 Kč	109 701 966,00 Kč	203 038 728,00 Kč

4.2.7 Náklady na likvidaci – varianta 1 – letmá betonáž

Náklady jsou stanoveny z ceny za likvidaci m² nosné konstrukce stávajícího mostu Šmejka. Pro tento výpočet jsou tyto náklady upraveny koeficientem ČSÚ 6,97 %, které ceny převádí na aktuální cenovou úroveň.

Tabulka 13 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 1 [24]

Stávající most Šmejka	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	6861	81 696 599 Kč	11 907 Kč

V tabulce č.13 lze vidět, že celkové náklady na likvidaci stávajícího mostu Šmejka jsou po přepočtení na aktuální cenovou úroveň koeficientem 6,97 % 81 696 599 Kč. Tato cena obsahuje kompletní likvidaci včetně poplatků za uložení materiálu na skládky, odkupu materiálů a další. **Likvidace jednoho metru čtverečního nosné konstrukce stávajícího mostu stojí 11 907 Kč.** Tato cena je použita pro výpočet nákladů na likvidaci nového mostu – varianta 1 – letmá betonáž viz tabulka č. 14.

Tabulka 14 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 1 – letmá betonáž [24]

Šmejka - varianta 1 - letmá betonáž	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	7450	88 710 722 Kč	11 907 Kč

Plocha nosné konstrukce této varianty je 7 450 m². Po vynásobení této plochy jednotkovou cenou 11 907 Kč se získají celkové náklady na likvidaci. **Celkové náklady na likvidaci mostu varianty 1 jsou 88 710 722 Kč.**

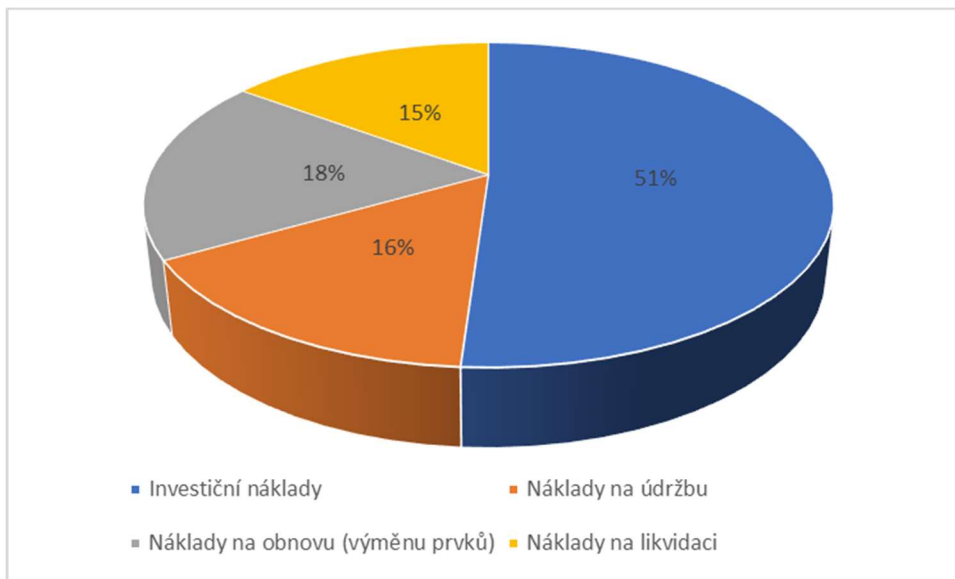
4.2.8 Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 1 – letmá betonáž

V této kapitole je souhrn nákladů na životní cyklus varianty č.1. Mezi tento souhrn se počítají náklady na investici, náklady na údržbu a obnovu optimalizované varianty a náklady na likvidaci stavby.

Tabulka 15 Náklady na životní cyklus – varianta 1 – letmá betonáž [24]

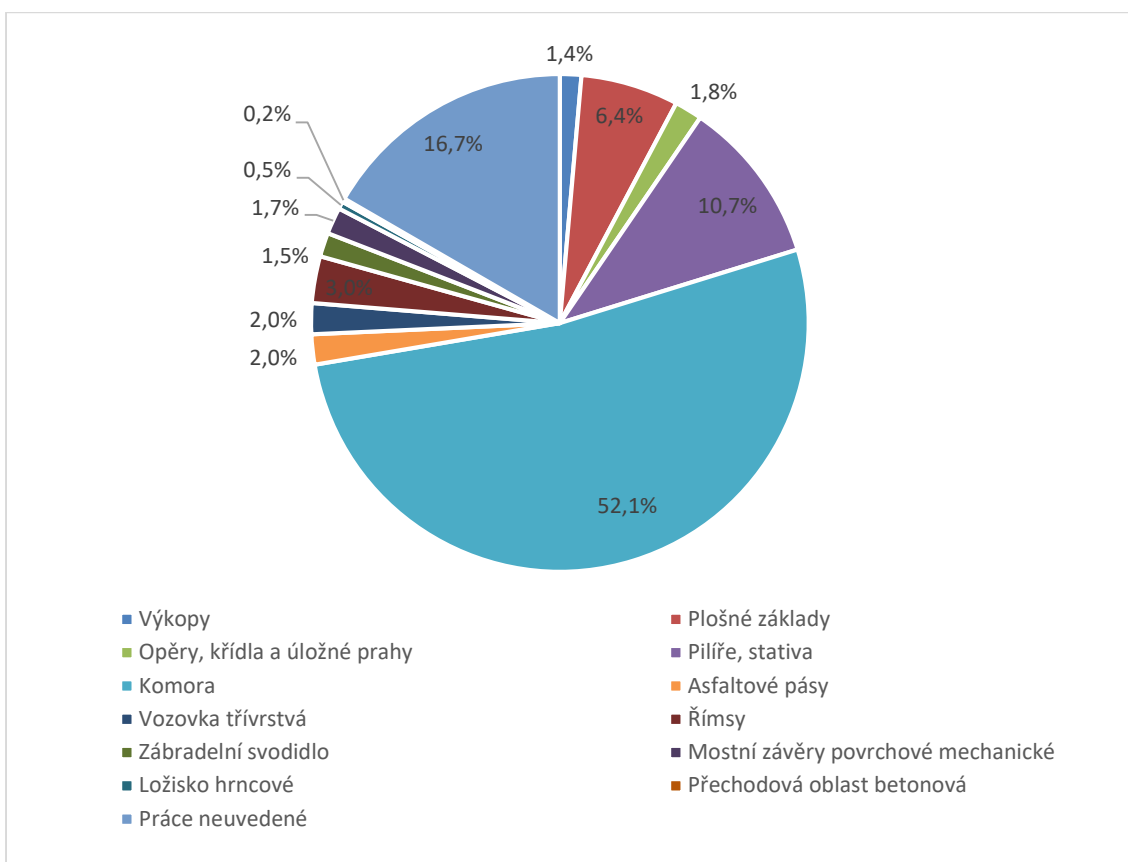
Náklady na životní cyklus mostu - varianta 1 - letmá betonáž	
Investiční náklady	304 485 639 Kč
Náklady na údržbu	93 336 762 Kč
Náklady na obnovu (výměnu prvků)	109 701 966 Kč
Náklady na likvidaci	88 710 722 Kč
Celkem	596 235 089 Kč

V tabulce č. 15 lze vidět kompletní souhrn a celkové náklady na životní cyklus mostu varianty č.1. **Celkové náklady na životní cyklus stavby této varianty jsou 596 235 089 Kč.**



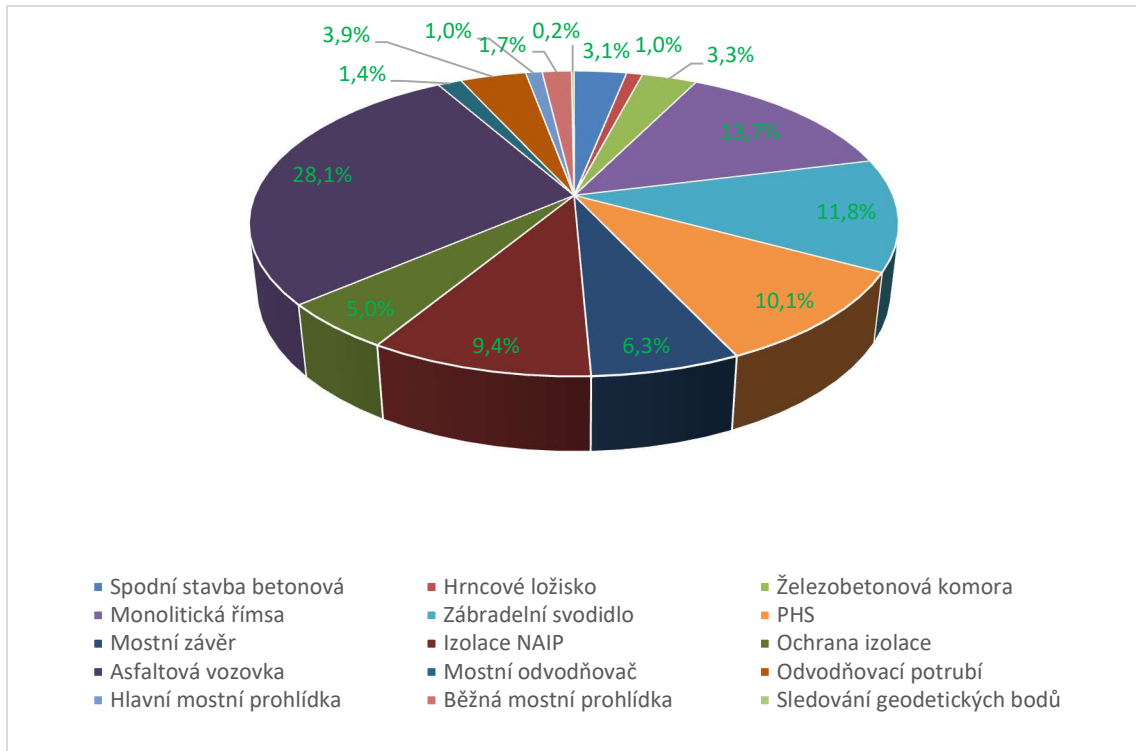
Graf 5 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 1 – letmá betonáž [24]

V grafu č.5 lze vidět, že investiční náklady u této varianty tvoří 51 % nákladů z celkových nákladů na životní cyklus mostu. Druhými nejvyššími náklady jsou náklady na obnovu prvků, které tvoří 18 % z celkových nákladů. Náklady na údržbu tvoří 16 % a náklady na likvidaci 15 % z celkových nákladů.



Graf 6 Souhrn investičních nákladů na jednotlivé elementy mostu – varianta 1 – letmá betonáž [24]

V grafu č.6 lze vidět, že největší podíl a tím i nejvyšší náklady na pořízení jsou na železobetonovou komoru, která tvoří 52,1 % celkových nákladů na pořízení. Dále mají velký podíl pilíře, plošné základy a římsy. Tyto prvky mají dohromady podíl 20,1 % pořizovacích nákladů.



Graf 7 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu motu – varianta 1 – letmá betonáž [24]

V grafu č.7 lze vidět procentuální rozdělení nákladů na údržbu a obnovu jednotlivých elementů mostu. Největší podíl z těchto nákladů tvoří asfaltová třívrstvá vozovka. Další významné elementy, které přesahují 10 % nákladů na údržbu a obnovu jsou monolitické římsy, zábradelní svodidla a protihlukové stěny.

4.3 Most – varianta 2 – spřažená konstrukce

4.3.1 Základní parametry mostu

Varianta 2 má stejné technické parametry jako varianta 1. Parametry jsou popsány v kapitole 4.2.1. [22]

4.3.2 Technické řešení mostu

Při provádění této varianty dochází ke kompletnímu odstranění stávající konstrukce a k výstavbě nového mostu. Pro každý směr jízdy je navržena samostatná mostní konstrukce. Nosná konstrukce je tvořena spřaženým ocelobetonovým spojitým nosníkem o třech polích. [22]

Předpoklad založení spodní stavby je stejně jako u stávající konstrukce plošně na skalní podklad. Před začátkem nového zakládání spodní stavby se odstraňují stávající základové konstrukce. Nové založení se provádí ve svahovaných výkopech. [22]

Spodní stavbu tvoří monolitická železobetonová konstrukce. Je tvořena dvěma opěry, které jsou společné pro oba mosty a dva pilíře, které jsou pro každý most samostatné. Opěry jsou v ose dálnice rozděleny dilatační spárou. Základová deska, dřík, úložný práh a závěrná zídka tvoří každou z opěr. Na obě opěry navazují rovnoběžná, vetknutá křídla. Dvojice pilířů jsou vždy pro každý most samostatné a jsou tvořené jako monolitické železobetonové konstrukce se samostatným základem. Každý pilíř je dutý obdélníkového půdorysného tvaru. [22]

Spřažená ocelobetonová komorová konstrukce tvoří nosnou konstrukci nového mostu Šmejka. V podélném směru konstrukci tvoří spojitý nosník o rozpětí 68 m + 122 m + 68 m. Tato nosná konstrukce leží na ložiskách, která jsou hrncová. Ocelová komora má šířku 7 m. Nosná konstrukce jednoho mostu má šířku 14,3 m. Výška komory se se vzdáleností mění. Nosná konstrukce je předepnutá pomocí volných předpínacích kabelů. Spřaženou desku tvoří železobetonová deska s proměnnou tloušťkou. Povrch desky mostovky má jednostranný sklon 2,5 %. Nosná konstrukce má podélný sklon stejný jako komunikace. [22]

4.3.3 Postup výstavby

Výstavba probíhá v třech základních etapách. [22]

4.3.3.1 Etapa 0

V etapě 0 se zhotovuje provizorní spodní stavba vedle stávajícího mostu. Na spodní stavbě provizoria se musí zhotovit nová nosná konstrukce. Pro osazení nové nosné konstrukce je použita metoda podélného výsunu. Vysouvání nosné konstrukce probíhá od obou opěr. Pro tento výsun musí být v obou krajních polích vystaveny provizorní podpory, vždy v každém poli jedna. Na vysunutou nosnou konstrukci se zhotoví železobetonová spřažená deska s kompletním příslušenstvím. Během této etapy je provoz veden stejným usprádaním jako u stávajícího mostu. [22]

4.3.3.2 Etapa 1

V etapě 1 se nejprve odstraňuje celá konstrukce levého mostu (směr Praha). Odstranění probíhá snesením příslušenství a svrchu mostovky s následným odstředem stávajícího oblouku a zbouráním spodní stavby mostu. Po tomto zbourání se musí upravit výkop v místě patek tak, aby se mohly založit pilíře. Základy se provádí běžnými stavebními postupy. Na nových základech se zhotovují stěny nových pilířů. Když jsou pilíře zhotovené následuje vysouvání nosné konstrukce mostu, stejně jako v etapě 0. Po výsunu nosné konstrukce se musí dodělat příslušenství mostu, horní části opěr a přechodové oblasti. Během této etapy je veden směr dopravy na Brno po provizoriu a směr na Prahu po stávajícím pravém mostě. [22]

4.3.3.3 Etapa 2

V této etapě se nejprve odstraňuje konstrukce stávajícího pravého mostu, stejným postupem jako u levého mostu. Po odstranění se stejným postupem výstavby jako v etapě 1 provádí výstavba nové spodní stavby pravého mostu. Po zhotovení spodní stavby se příčně přesouvá již hotová nosná konstrukce z provizoria. Během této etapy se vede provoz po novém levém mostě. [22]

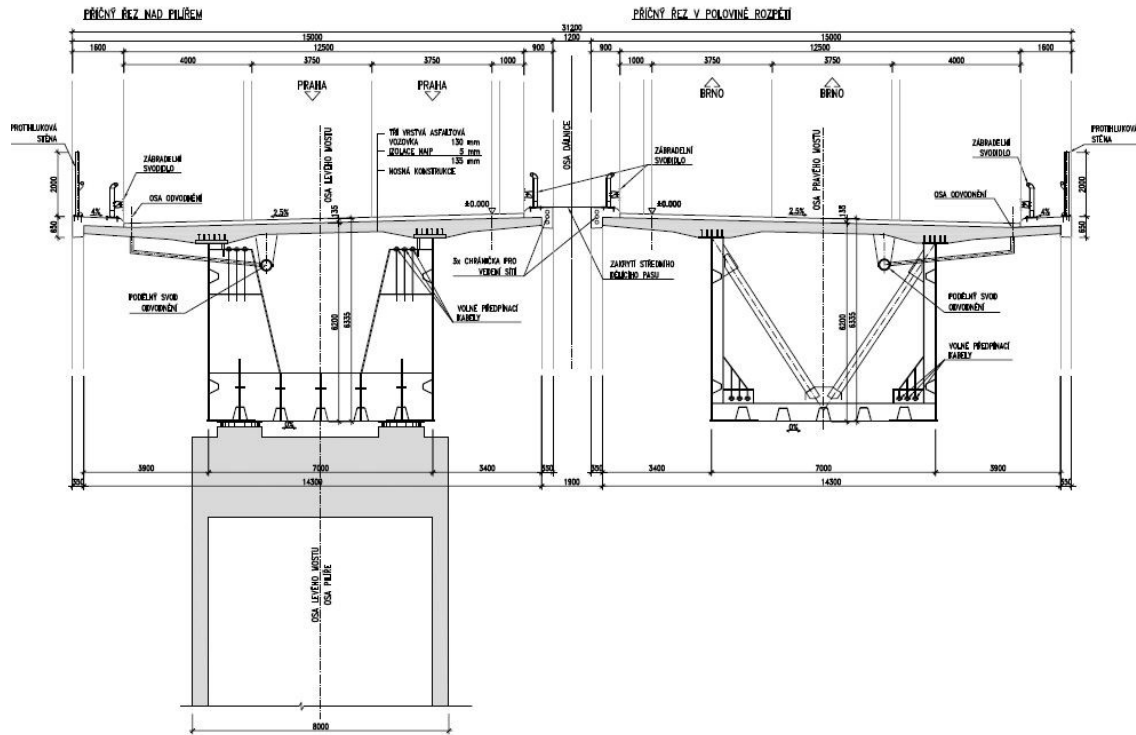
4.3.4 Projektová dokumentace mostu

Projektová dokumentace se skládá ze zjednodušené studie, která obsahuje podélný řez, příčný řez a výkres postupu výstavby mostu. Tato dokumentace je podklad pro rozhodnutí se pro nejvhodnější variantu a následné vypracování aktualizace DÚR. [22]

4.3.4.1 Příčný řez

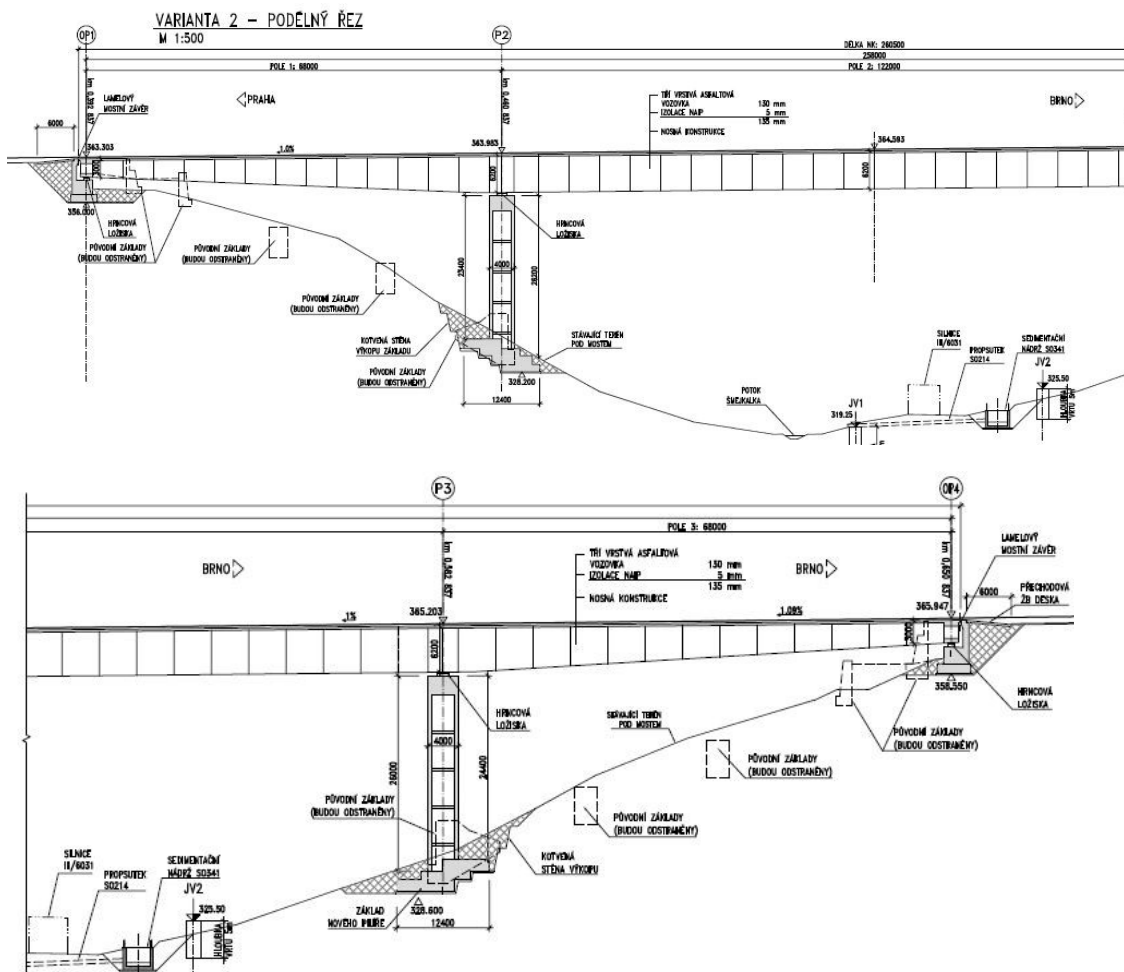
VARIANTA 2 - VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

M 1:100



Obrázek 15 Příčný řez - varianta 2 [22]

4.3.4.2 Podélný řez

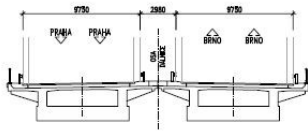


Obrázek 16 Podélný řez - varianta 2 [22]

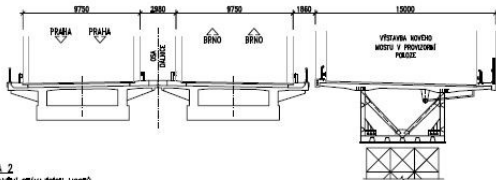
4.3.4.3 Postup výstavby mostu

VARIANTA 2 – SCHEMA POSTUPU VÝSTAVBY – PŘÍČNÉ ŘEZY
M 1:250

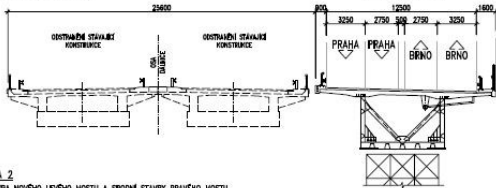
STÁVAJÍCÍ STAV



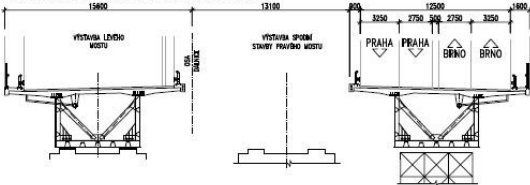
ETAPA 1
VÝSTAVBA NOVÝHO MOSTU V PROVIZORNÍ POLOZE



ETAPA 2
OOSTRANĚNÍ STÁVAJÍCÍHO MOSTU

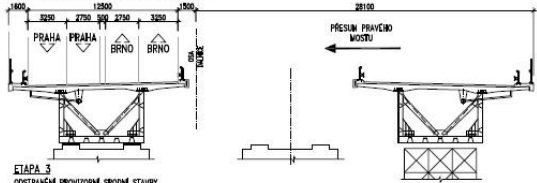


ETAPA 2
VÝSTAVBA NOVÝHO LEVÝHO MOSTU A SPODNÍ STAVBY PRAVÝHO MOSTU

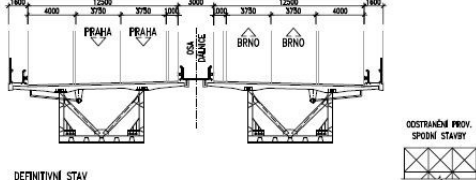


ETAPA 3

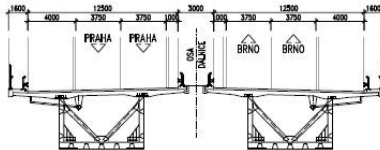
PŘÍČNÝ PŘESUN NOSNÉ KONSTRUKCE PRAVÝHO MOSTU



ETAPA 3
OOSTRANĚNÍ PROVIZORNÍ SPODNÍ STAVBY



DEFINITIVNÍ STAV



Obrázek 17 Postup výstavby - varianta 2 [22]

4.3.5 Investiční náklady – varianta 2 – spřažená konstrukce

Stanovení výše investičních nákladů se určuje stejně jako u varianty letmé betonáže v softwaru EstiCon. Z podkladů projektové dokumentace se v softwaru volí jednotlivé skupiny a podskupiny, včetně zvolených atributů jednotlivých konstrukcí. Atributy upravují výši jednotkových nákladů. Do jednotlivých podskupin se musí zadat jednotlivé výměry (počítají se z dostupné projektové dokumentace), díky kterým se získávají celkové investiční náklady pro variantu 2. Náklady se přepočítávají na cenovou úroveň 2019 viz. kapitola 4.1.

V tabulce č.16 lze vidět použité skupiny, podskupiny a zvolené atributy.

Tabulka 16 Použité skupiny, podskupiny a atributy – varianta 2 – spřažená konstrukce [23]

Název skupiny	Název podskupiny	Atributy	
Zemní práce	Výkopy	Třídy těžitelnosti (I., II., III.) [%]	60/20/20
Plošné zakládání	Plošné základy	Kvalitativní třída betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m3]	120
Opěry, pilíře	Opěry, křídla, úložné prahy	Kvalitativní třída betonové směsi (C25/30, C30/37) [%]	0/100
		Množství výztuže [kg/m3]	130
	Pilíře, stativa	Kvalitativní třída betonové směsi (C30/37, C40/50) [%]	70/30
		Množství výztuže [kg/m3]	160
Nosná konstrukce	Ocelová komora se spřaženou deskou	Hmotnost oceli [kg/m2]	250
		Kubatura příčniku[m3/m2]	0.15
		Kvalitativní třída oceli	řada S2
		Množství betonářské výztuže [kg/m3]	50
		Tloušťka spřažené desky [mm]	350
Izolace nosné konstrukce	Asfaltové pásy	-	-
Vozovka	Vozovka třívrstvá	Skladba	ACO50+ACL50+MAIV35
Římsy	Římsy	Kvalitativní třída betonové směsi (monolit C30/37/monolit C40/50/prefa C40/50) [%]	100/0/0
		Množství výztuže [kg/m3]	140
Zábradlí, svodidla	Zábradelní svodidlo	úroveň zadržení (H2/H3)[%]	0/100
Mostní závěry	Mostní závěry povrchové, mechanické	Posun	Do 240mm
Ložiska	Ložisko hrncové	Únosnost [MN]	nad 5 MN
Přechodová oblast	Betonová	Použitý materiál	C30/37
-	Práce neuvedené	Z ceny objektu dle sborníku DSP [%]	20

V tabulce č.17 jsou vypsané jednotlivé podskupiny s pro ně daným investičním nákladem. Vynásobením jednotkové ceny a daným množstvím se získávají náklady na konstrukční prvek celkem. Náklady na neuvedené práce tvoří 20 % ze součtu všech ostatních nákladů. Celkové investiční náklady jsou po přepočtu koeficientem ČSÚ (6,97 %) 339 432 095 Kč. **Investiční náklady na 1 m² nosné konstrukce mostu jsou 45 560 Kč.**

Tabulka 17 Tabulka investičních nákladů – varianta 2 – spřažená konstrukce [23]

Název podskupiny	Měrná jednotka	Jednotkové náklady [Kč]	Množství	Náklady celkem [Kč]
Výkopy	m ³	437,00 Kč	9022	3 942 614,00 Kč
Plošné základy	m ³	7 306,00 Kč	2479,7	18 116 688,20 Kč
Opěry, křídla a úložné prahy	m ³	8 634,00 Kč	591,85	5 110 032,90 Kč
Pilíře, stativa	m ³	12 185,00 Kč	1439,35	17 538 479,75 Kč
Ocelová komora se spřaženou deskou	m ²	25 092,00 Kč	7450,3	186 942 927,60 Kč
Asfaltové pásy	m ²	748,00 Kč	7450,3	5 572 824,40 Kč
Vozovka třívrstvá	m ²	880,00 Kč	6512,5	5 731 000,00 Kč
Římasy	m ³	14 679,00 Kč	591,32	8 679 986,28 Kč
Zábradelní svodidlo	m	4 220,00 Kč	1042	4 397 240,00 Kč
Mostní závěry povrchové mechanické	m	82 200,00 Kč	60	4 932 000,00 Kč
Ložisko hrncové	ks	175 400,00 Kč	16	2 806 400,00 Kč
Přechodová oblast betonová	m ³	7 324,00 Kč	90	659 160,00 Kč
Práce neuvedené		20%		52 885 870,63 Kč
Investiční náklady na objekt v cenové úrovni 2015				317 315 223,76 Kč
Investiční náklady na objekt v cenové úrovni 2019				339 432 094,85 Kč
Investiční náklady na objekt na m ² nosné konstrukce mostu				45 559,52 Kč

4.3.6 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 2 – spřažená konstrukce

K získání těchto nákladů musí být zvoleny jednotlivé elementy (části) konstrukce s co nejpodrobnější specifikací, mezi těmito elementy se musí vytvořit vazby návaznosti oprav. Po vybrání správných elementů a jejich vazeb se vytvoří dvě varianty harmonogramu oprav a údržby. První harmonogram je harmonogram vytvořený dle návazností typických pro software EstiCon. Druhý harmonogram vychází hlavně z generální opravy mostu 50. roku provozu a sjednocení oprav do „balíčků“, aby se snížily vedlejší náklady (DIO, výběr dodavatele atd.).

Tabulka 18 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 2 – spřažená konstrukce [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Množství	MJ
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	2524	m ²
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes 5MN	16	ks
Nosná konstrukce	Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	9170	m ²
Nosná konstrukce	Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	3803	m ²
Římasy	Monolitická římsa š.1500mm	591	m ³
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržetí H2	1042	m
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	521	m
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	60	m
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečutí vrstvou	7450,3	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	6512,5	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	6512,5	m ²
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	28	ks
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	521	m
Ostatní	Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	7450,3	m ²
Ostatní	Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	7450,3	m ²
Ostatní	Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	12	ks

4.3.6.1 Návrh harmonogramu

Pro obě varianty je vytvořen časový plán oprav, údržeb a výměn jednotlivých elementů, stejně jako u varianty letmé betonáže. Tento časový plán je závislý a odvíjí se od životnosti jednotlivých elementů. V časovém plánu lze vidět, kdy se jednotlivé elementy mění.

4.3.6.1.1 Varianta dle softwaru EstiCon

Plán oprav a výměn této varianty je závislý na životnostech a návaznostech navržených softwarem EstiCon. V tabulce č.19 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich životnostmi a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 19 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 2 - varianta EstiCon [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrcové ložisko přes SMN	25	3
Nosná konstrukce	Ocelová komora	100	0
Nosná konstrukce	Monolitická spřažená deska	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržetí H2	30	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečetící vrstvou	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	30	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	3

Spodní stavba a nosná konstrukce se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. U ocelové komory jsou to také pouze nátěry a oplachy. Monolitické římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečetící vrstvou, ochrana hydroizolace a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 30 let a jsou měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Nejkratší životnost ze všech elementů mají hrcová ložiska, která mají životnost 25 let. Životnost u hrcových ložisek je ovlivněna životností použitých elastomerů, nicméně jsou měněny také třikrát za životnost mostu, výměny mají ale nevýhodu, že se nemění ve stejný rok jako ostatní elementy a opravy se nedají sjednotit.

Tabulka 20 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 2 - varianta EstiCon [23]

Most var. č.2 - varianta EstiCon	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - ocelová komora	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - spřažená deska	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.20 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Jako první element se mění po 25 letech mostní ložiska. Mostní ložiska se vyměňují za malého přizvednutí nosné konstrukce mostu. Výměna ložisek není závislá na výměně jiných elementů.

Po třiceti letech životnosti mostu se dělá větší oprava, během které se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost mostním závěrům a železobetonovým monolitickým římsám, při jejichž výměně dochází zároveň k výměně svodidel a PHS, tím se snižuje využití celé jejich životnosti. V tomto roce také probíhá již druhá výměna mostních ložisek.

Po šedesáti letech návrhové životnosti mostu dochází k již druhé obnově vozovky včetně izolací a odvodnění.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje poslední výměna mostních ložisek.

V osmdesátém roce opět končí životnost svodidlům s protihlukovým systémem a je realizována třetí a zároveň poslední výměna těchto elementů.

Deset let před koncem návrhové životnosti mostu přichází na řadu opravy vozovky izolace a odvodnění mostu. Čímž jsou tyto nové elementy využité pouze z jedné třetiny.

Tabulka 21 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 2 - varianta EstiCon [24]

Element	Životnost	Údržba				Počet cyklů/návrhová životnost
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	100	Sanace	30	30	100	3
Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	100	Nátěr ocelové konstrukce	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
		Nátěr	15	15	30	3
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržetí H2	30	Mytí	1	1	30	96
		Nátěr sloupků	15	15	30	3
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	Omytí vodou	1	1	30	96
		Výměna prvků podléhajících opotřebením	25	25	50	2
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečeticí vrstvou	30	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	Obnova obrusné a ložné vrstvy	10	10	30	6
		Čištění	1	1	30	96
Mostní odvodňovač	30	Čištění	1	1	30	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	Čištění	1	1	30	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.21 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element.

Na spodní stavbě a monolitické desky (nad ocelovou konstrukcí) probíhá údržba pouze prováděním sanačních prací. Sanační práce se provádějí na 10 % viditelné plochy nanášením reprofilační malty a na 20 % viditelné plochy nanášením sjednocovací stěrky.

U ocelové komory (pod monolitickou deskou) dochází každých 5 let k omývání a každých 30 let k nátěrům pro PKO.

U monolitických říms probíhá údržba sanacemi stejným postupem jako u spodní stavby a nosné konstrukce. Dále se formou údržby provádí čištění tlakovou vodou a pravidelné nátěry, které ochraňují konstrukci proti rozmrazovacím posypům a agresivnímu prostředí.

Zábradelní svodidlo a PHS se udržuje pravidelným omýváním a obnovováním protikorozi ochrany (PKO).

U mostních dilatačních lamelových závěrů se vyměňují prvky podléhající opotřebení a také probíhá čištění tlakovou vodou. Mezi prvky podléhající opotřebení patří těsnící profily, elastomerová ložiska a pera a pera řídicího mechanismu.

Asfaltová vozovka se jednou ročně čistí a každých deset let se u ní obnovuje obrusná a ložná vrstva.

Zbývající elementy se pouze čistí a jiné údržbě nepodléhají.

Četnost mostních prohlídek a sledování geodetických bodů je závislá na stáří mostního objektu, čím je most starší, tím se tyto činnosti provádějí častěji.

4.3.6.1.2 Varianta vycházející ze sjednocení oprav

Harmonogram oprav jednotlivých elementů v této variantě vychází ze životností jednotlivých prvků, ale také sjednocuje výměnu těchto elementů tak, aby se co nejvíce výměn provádělo ve stejný čas, a tak se snížily náklady například na dopravně inženýrské opatření a výběr a koordinaci dodavatele.

V tabulce č.22 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich upravenou životností a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 22 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrcové ložisko přes 5MN	25	3
Nosná konstrukce	Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	100	0
Nosná konstrukce	Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	25	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	25	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	3

Spodní stavba a monolitická deska nad ocelovou komorou se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. Ocelová komora se nemění ani jednou a probíhá u ní údržba v podobě vícevrstevných nátěrů a omytí vodou. Monolitická římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost

na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Mostní ložiska svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečutí vrstvou, ochrana hydroizolace a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 25 let a jsou měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Důsledkem snížení životnosti některých prvků se dají sjednotit opravy, viz odstavec níže.

Tabulka 23 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Most var. č.2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - monolitická deska	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - ocelová komora	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.23 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Ve dvaceti pěti letech životnosti mostu se dělá první balíček oprav, během kterého se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací, mostní ložiska a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost všem elementům vyměňovaných ve dvacátém pátém roce, plus se k nim přidávají mostní závěry s římsami. Při této „generální“ opravě se chronologicky provádí tyto činnosti: odfrézování vozovky, demontáž svodidel a PHS, vybourání říms, vybourání MDZ, nadzvednutí nosné konstrukce, výměna ložisek mostu, sundání odvodňovačů a izolace, osazení a zabetonování MDZ, výměna odvodňovacího potrubí a odvodňovačů, zaizolování, vybetonování říms, vozovka a nakonec montáž svodidel a PHS. Odhad délky této „generální“ opravy je tři měsíce na jeden most, to znamená celkem šest měsíců.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje stejná oprava jako ve dvacátém pátém roce. Po této opravě již žádné jiné nejsou.

Tabulka 24 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Údržba				Počet cyklů/návrhová životnost
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	100	Sanace	30	30	100	3
Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	100	Nátěr ocelové konstrukce	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadrženi H2	25	Nátěr	15	15	30	4
		Mytí	1	1	30	96
PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	Nátěr sloupků	15	15	30	4
		Omytí vodou	1	1	30	96
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Výměna prvků podléhajících opotřebení	25	25	50	2
		Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečetící vrstvou	25	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	25	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	Obnova obrusné a ložné vrstvy	10	10	30	8
		Čištění	1	1	30	96
Mostní odvodňovač	25	Čištění	1	1	30	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	Čištění	1	1	30	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.24 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element. Typy a četnost údržeb se v této variantě oproti variantě EstiCon liší u elementů: zábradelní svodidlo, PHS a asfaltová vozovka. Kvůli snížení životnosti těchto elementů se zvýšil počet cyklů údržeb, viz. žluté vybarvení v tabulce č.24. To znamená, že náklady na údržbu jsou zvýšeny.

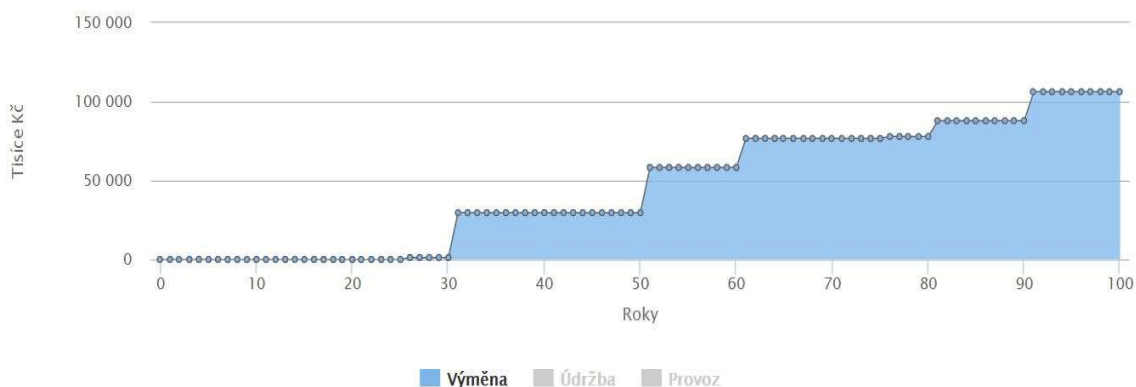
4.3.6.2 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2

Výpočet těchto nákladů vychází z navržených variant harmonogramů. Pro tento výpočet jsou převzaty jednotkové ceny za jednotlivé výměny a činnosti údržby ze softwaru EstiCon. Jednotkové ceny jsou přepočítány na cenovou úroveň 2019 pomocí koeficientu daným ČSÚ (6,97 %). Náklady na údržbu elementu se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a počtem cyklů za návrhovou životnost mostu. Náklady na obnovu (výměnu) elementů se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a s počtem výměn za návrhovou životnost mostu.

4.3.6.2.1 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta EstiCon

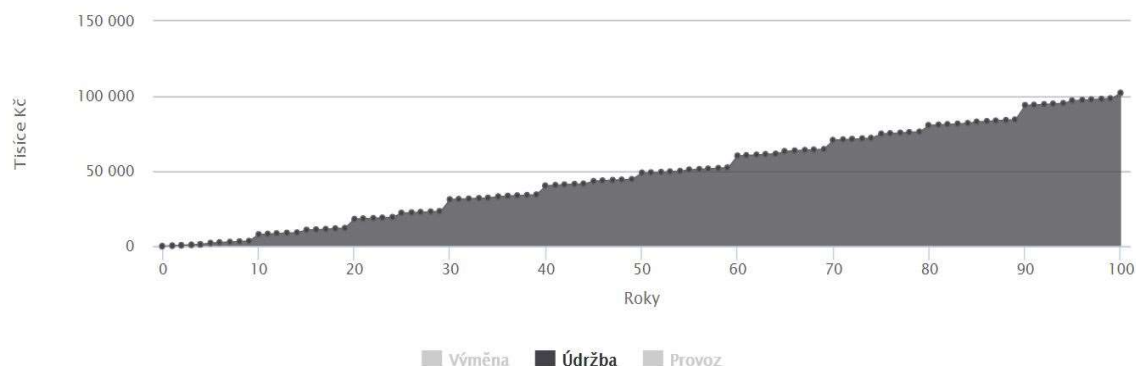
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu EstiCon činí 215 955 445 Kč. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č.25.

V grafu č.8 lze vidět průběh těchto nákladů na výměnu po celých 100 let, v závislosti na životnosti elementů. Náklady na výměnu narůstají skokově v letech, kdy se vyměňují jednotlivé elementy. Nejdražší výměny a obnovy elementů probíhají v 50. roce, které stojí 30 665 945 Kč. Výměny v 50. roce jsou nejdražší, protože v tomto roce končí životnost navíc oproti ostatním rokům mostním závěrům a také římsám. Náklady na obnovu elementů jsou **111 549 966 Kč.**



Graf 8 Náklady na výměnu – varianta 2 - varianta EstiCon [20]

V grafu č.9 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **104 405 479 Kč.**



Graf 9 Náklady na údržbu – varianta 2 - varianta EstiCon [20]

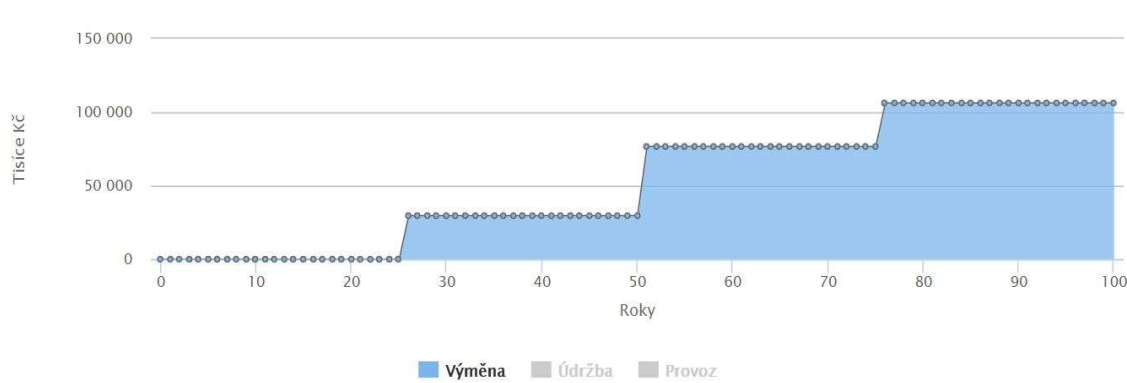
Tabulka 25 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta EstiCon [23]

Element	Životnost	Náklady na údržbu							Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]
		Měrná jednotka	Výměra	Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu	Náklady na výměny celkem	
Spodní stavba betonová	100	m ²	2524	Sanace	3	250 Kč	631 782 Kč	1 895 346 Kč	-	-	-	-	3 947 287 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	107 997 Kč	2 051 941 Kč	-	-	-	-	
Hrncové ložisko přes SMN	25	ks	16	Čištění	48	214 Kč	3 423 Kč	164 306 Kč	3	77 000 Kč	1 232 000 Kč	3 696 000 Kč	3 860 306 Kč
Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	100	m ²	3803	Sanace	3	250 Kč	951 928 Kč	2 855 785 Kč	-	-	-	-	2 855 785 Kč
Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	100	m ²	9170	Nátěr ocelové konstrukce	3	663 Kč	6 081 672 Kč	18 245 017 Kč	-	-	-	-	25 699 970 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	392 366 Kč	7 454 953 Kč	-	-	-	-	
Monolitická římsa š.1500mm	50	m ³	591	Nátěr obrubníku	18	208 Kč	122 645 Kč	2 207 617 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
				Sanace	4	2 835 Kč	1 675 311 Kč	6 701 243 Kč					
				Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	69 541 Kč	6 815 037 Kč					
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	m	1042	Nátěr	3	738 Kč	769 093 Kč	2 307 279 Kč	3	5 199 Kč	5 417 089 Kč	16 251 267 Kč	23 266 732 Kč
				Mytí	96	47 Kč	49 044 Kč	4 708 186 Kč					
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	m	521	Nátěr sloupků	3	214 Kč	111 463 Kč	334 388 Kč	3	10 139 Kč	5 282 219 Kč	15 846 658 Kč	20 461 215 Kč
				Omytí vodou	96	86 Kč	44 585 Kč	4 280 169 Kč					
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	m	60	Výměna prvků podléhajících opotřebení	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
				Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč					
Izolace NAIP s pečetií vrstvou	30	m ²	7450,3	-	-	-	-	-	3	850 Kč	6 335 821 Kč	19 007 462 Kč	19 007 462 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	m ²	6513	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 385 941 Kč	10 157 822 Kč	10 157 822 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	m ²	6513	Obnova obrusné a ložné vrstvy	6	588 Kč	3 831 826 Kč	22 990 955 Kč	3	1 181 Kč	7 691 520 Kč	23 074 559 Kč	49 409 653 Kč
				Čištění	96	5 Kč	34 835 Kč	3 344 139 Kč					
Mostní odvodňovač	30	m	28	Čištění	96	428 Kč	11 981 Kč	1 150 141 Kč	3	20 560 Kč	575 670 Kč	1 727 009 Kč	2 877 151 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	m	521	Čištění	96	88 Kč	45 700 Kč	4 387 173 Kč	3	2 284 Kč	1 189 865 Kč	3 569 594 Kč	7 956 768 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	79 696 Kč	478 175 Kč	-	-	-	-	478 175 Kč
				Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	79 696 Kč	796 959 Kč	-	-	-	-	796 959 Kč
				Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	79 696 Kč	717 263 Kč	-	-	-	-	717 263 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	23 909 Kč	1 195 438 Kč	-	-	-	-	1 195 438 Kč
				Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	47 818 Kč	2 343 058 Kč	-	-	-	-	2 343 058 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	ks	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
				Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
				Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.3.6.2.2 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav

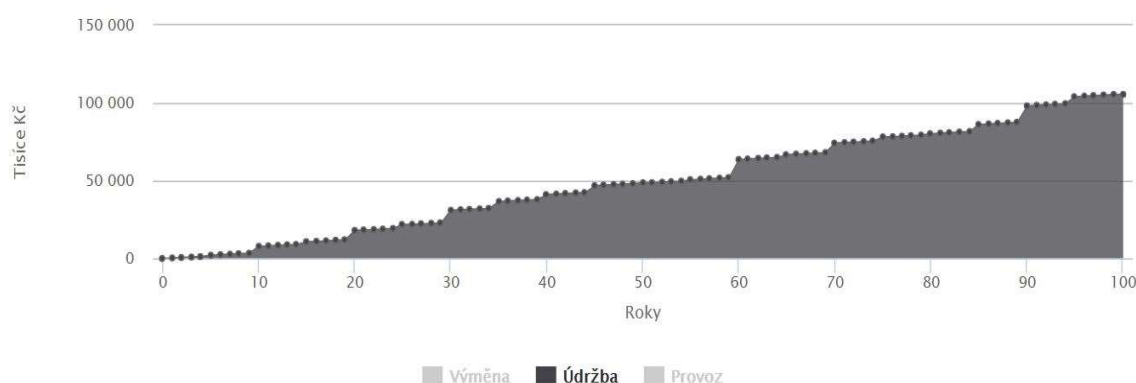
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu vycházející ze sjednocení oprav činí 224 499 652 Kč. Výpočet těchto nákladů je popsán v kapitole 4.2.6.2.2. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č.26.

V grafu č. 10 je vidět, že náklady na údržbu a obnovu během životnosti mostu narůstají skokově a to ve 25, 50, a 75 letech. Nejnákladnější výměna je v polovině životnosti v hodnotě 50 331 447 Kč. Ostatní dvě výměny jsou z pohledu nákladů zhruba poloviční. Celkové náklady na obnovu (výměnu) elementů mostu jsou **111 549 966 Kč.**



Graf 10 Náklady na výměnu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

V grafu č.11 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **112 949 686 Kč.**



Graf 11 Náklady na údržbu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

Tabulka 26 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Náklady na údržbu							Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]
		Měrná jednotka	Výměra	Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu	Náklady na výměny celkem	
Spodní stavba betonová	100	m ²	2524	Sanace	3	250 Kč	631 782 Kč	1 895 346 Kč	-	-	-	-	3 947 287 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	107 997 Kč	2 051 941 Kč	-	-	-	-	
Hrncové ložisko přes SMN	25	ks	16	Čištění	48	214 Kč	3 423 Kč	164 306 Kč	3	77 000 Kč	1 232 000 Kč	3 696 000 Kč	3 860 306 Kč
Monolitická deska (nad ocelovou komorou)	100	m ²	3803	Sanace	3	250 Kč	951 928 Kč	2 855 785 Kč	-	-	-	-	2 855 785 Kč
Ocelová komora (pod monolitickou deskou)	100	m ²	9170	Nátěr ocelové konstrukce	3	663 Kč	6 081 672 Kč	18 245 017 Kč	-	-	-	-	25 699 970 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	392 366 Kč	7 454 953 Kč	-	-	-	-	
Monolitická římsa š.1500mm	50	m ³	591	Nátěr obrubníku	18	208 Kč	122 645 Kč	2 207 617 Kč	1	20 575 Kč	12 159 594 Kč	12 159 594 Kč	27 883 491 Kč
				Sanace	4	2 835 Kč	1 675 311 Kč	6 701 243 Kč					
				Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	69 541 Kč	6 815 037 Kč					
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	25	m	1042	Nátěr	4	738 Kč	769 093 Kč	3 076 372 Kč	3	5 199 Kč	5 417 089 Kč	16 251 267 Kč	24 035 825 Kč
				Mytí	96	47 Kč	49 044 Kč	4 708 186 Kč					
PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	m	521	Nátěr sloupků	4	214 Kč	111 463 Kč	445 851 Kč	3	10 139 Kč	5 282 219 Kč	15 846 658 Kč	20 572 678 Kč
				Omytí vodou	96	86 Kč	44 585 Kč	4 280 169 Kč					
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	m	60	Výměna prvků podléhajících opotřebení	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
				Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč					
Izolace NAIP s pečetií vrstvou	25	m ²	7450,3	-	-	-	-	-	3	850 Kč	6 335 821 Kč	19 007 462 Kč	19 007 462 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	25	m ²	6513	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 385 941 Kč	10 157 822 Kč	10 157 822 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	m ²	6513	Obnova obrusné a ložné vrstvy	8	588 Kč	3 831 826 Kč	30 654 607 Kč	3	1 181 Kč	7 691 520 Kč	23 074 559 Kč	57 073 304 Kč
				Čištění	96	5 Kč	34 835 Kč	3 344 139 Kč					
Mostní odvodňovač	25	m	28	Čištění	96	428 Kč	11 981 Kč	1 150 141 Kč	3	20 560 Kč	575 670 Kč	1 727 009 Kč	2 877 151 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	m	521	Čištění	96	88 Kč	45 700 Kč	4 387 173 Kč	3	2 284 Kč	1 189 865 Kč	3 569 594 Kč	7 956 768 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	79 696 Kč	478 175 Kč	-	-	-	-	478 175 Kč
				Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	79 696 Kč	796 959 Kč	-	-	-	-	796 959 Kč
				Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	79 696 Kč	717 263 Kč	-	-	-	-	717 263 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	7450,3	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	23 909 Kč	1 195 438 Kč	-	-	-	-	1 195 438 Kč
				Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	47 818 Kč	2 343 058 Kč	-	-	-	-	2 343 058 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	ks	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
				Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
				Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.3.6.2.3 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu

V tabulce č.27 je srovnání obou variant. Varianta vytvořená softwarem EstiCon má nižší náklady **8 544 207 Kč**. Náklady na výměnu elementů mají obě varianty stejné. Rozdíl vzniká v nákladech na údržbu, protože zkrácením životnosti některých elementů se zvyšuje počet cyklů údržby (viz tabulka č. 24). Tímto krokem ovlivněné údržby jsou nátěry zábradelních svodidel, nátěry PHS a obnova obrusné a ložné vrstvy asfaltové vozovky, která je zároveň nejdražší činnost ze všech typů údržby.

Navzdory vyšším nákladům je varianta, která vychází ze sjednocení oprav výhodnější a pravděpodobnější, že nastane. Tato varianta efektivněji využívá jednotlivé elementy, kdy například ve variantě EstiCon dochází k velkým výměnám elementů s životností 30 let deset let před koncem životnosti mostu, což je značně neekonomické. Varianta 2 zkrácením jednotlivých životností zajišťuje vyšší kvalitu a bezpečnost během dopravy. Dále se se sjednocením oprav sníží náklady na DIO, které jsou na takto významných komunikacích velice nákladné a složité. Další výhodou této varianty je snížení administrativy kvůli nižšímu počtu vypisovaných výběrových řízení, koordinace během realizace atd.. A v neposlední řadě může být výhoda opakování stejného balíčku oprav v roce 25 a 75, kdy se z prvních výměn mohou čerpat zkušenosti.

Tabulka 27 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 [23]

Varianta	Náklady na údržbu	Náklady na obnovu	Celkové náklady
EstiCon	104 405 479,00 Kč	111 549 966,00 Kč	215 955 445,00 Kč
Sjednocení oprav	112 949 686,00 Kč	111 549 966,00 Kč	224 499 652,00 Kč

4.3.7 Náklady na likvidaci – varianta 2 – spřažená konstrukce

Náklady jsou stanoveny z ceny za likvidaci m² nosné konstrukce stávajícího mostu Šmejka. Pro tento výpočet jsou tyto náklady upraveny koeficientem ČSÚ 6,97 %, který ceny převádí na aktuální cenovou úroveň.

Tabulka 28 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

Stávající most Šmejka	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	6861	81 696 599 Kč	11 907 Kč

V tabulce č.28 lze vidět, že celkové náklady na likvidaci stávajícího mostu Šmejka jsou po přepočtení na aktuální cenovou úroveň koeficientem 6,97 %

81 696 599 Kč. Tato cena obsahuje kompletní likvidaci včetně poplatků za uložení materiálu na skládky, odkupu materiálů a další. **Likvidace jednoho metru čtverečního nosné konstrukce stávajícího mostu stojí 11 907 Kč.** Tato cena je použita pro výpočet nákladů na likvidaci nového mostu – varianta 2 – spřažená konstrukce viz tabulka č. 29.

Tabulka 29 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

Šmejkal - varianta 2 - spřažená konstrukce	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	7450	88 710 722 Kč	11 907 Kč

Plocha nosné konstrukce této varianty je 7 450 m². Po vynásobení této plochy jednotkovou cenou 11 907 Kč se získají celkové náklady na likvidaci. **Celkové náklady na likvidaci mostu varianty 1 jsou 88 710 722 Kč.**

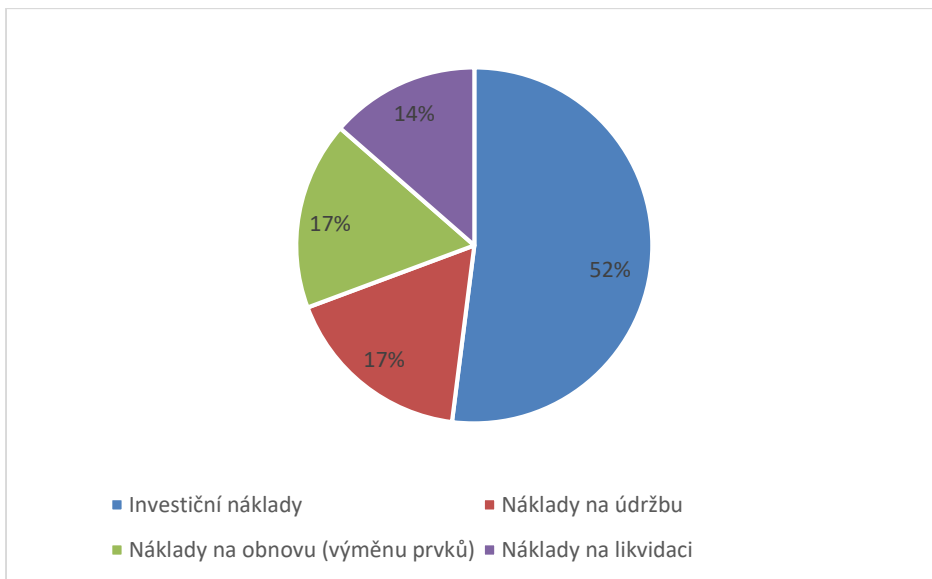
4.3.8 Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 2 – spřažená konstrukce

V této kapitole je souhrn nákladů na životní cyklus varianty č.2. Mezi tento souhrn se počítají náklady na investici, náklady na údržbu a obnovu optimalizované varianty a náklady na likvidaci stavby.

Tabulka 30 Náklady na životní cyklus – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

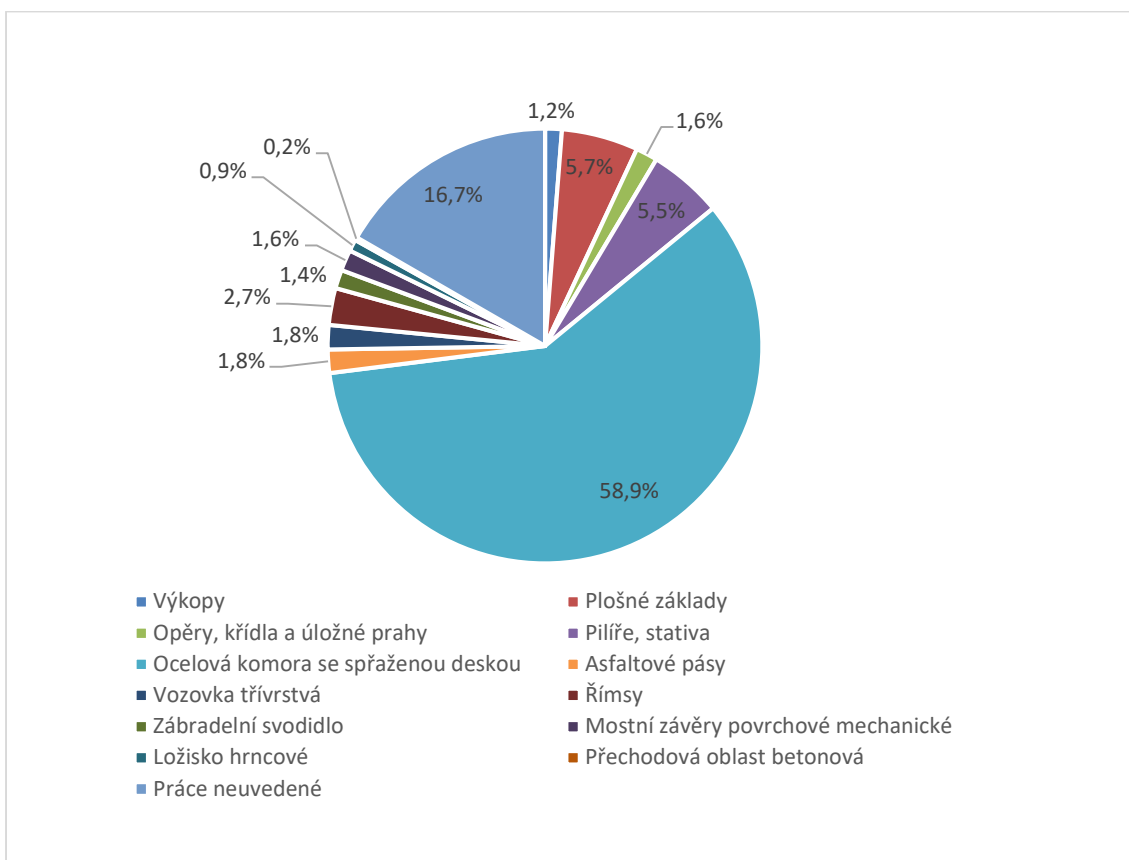
Náklady na životní cyklus mostu - varianta 2 - spřažená konstrukce	
Investiční náklady	339 432 095 Kč
Náklady na údržbu	112 949 686 Kč
Náklady na obnovu (výměnu prvků)	111 549 966 Kč
Náklady na likvidaci	88 710 722 Kč
Celkem	652 642 469 Kč

V tabulce č. 30 lze vidět kompletní souhrn a celkové náklady na životní cyklus mostu varianty č.2. **Celkové náklady na životní cyklus stavby této varianty jsou 652 642 469 Kč.**



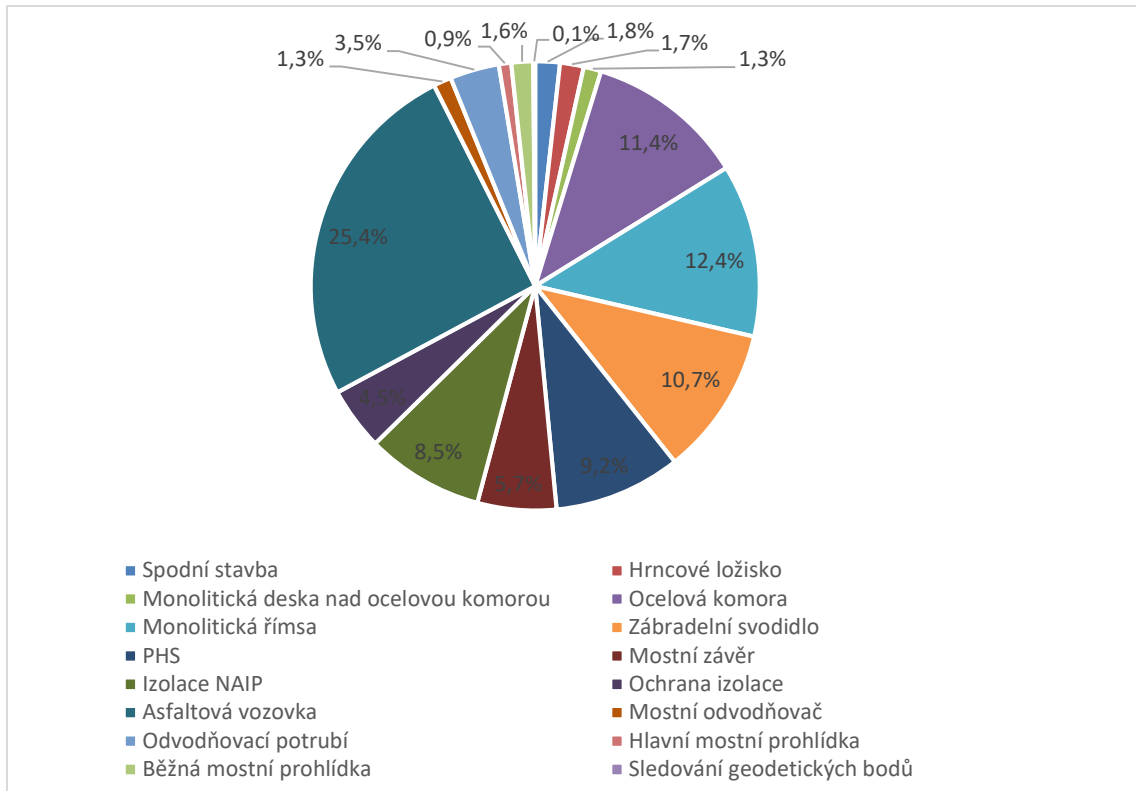
Graf 12 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

V grafu č.12 lze vidět, že investiční náklady u této varianty tvoří 52 % nákladů z celkových nákladů na životní cyklus mostu. Druhými nejvyššími náklady jsou náklady na obnovu prvků a náklady na údržbu, kdy každý z nich tvoří 17 % z celkových nákladů. Náklady na likvidaci tvoří 14 % z celkových nákladů.



Graf 13 Souhrn investičních nákladů na jednotlivé elementy mostu – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

V grafu č.13 lze vidět, že největší podíl a tím i nejvyšší náklady na pořízení jsou na ocelovou komoru se spřaženou deskou, které tvoří 58,9 % celkových nákladů na pořízení. Dále mají velký podíl pilíře, plošné základy a římsy. Tyto prvky mají dohromady podíl 13,9 % pořizovacích nákladů.



Graf 14 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu mostu – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]

V grafu č.14 lze vidět procentuální rozdělení nákladů na údržbu a obnovu jednotlivých elementů mostu. Největší podíl z těchto nákladů tvoří asfaltová třívrstvá vozovka. Další významné elementy, které přesahují 10 % nákladů na údržbu a obnovu jsou monolitické římsy, zábradelní svodidla a ocelová komora.

4.4 Most – varianta 3 – obloukový most

4.4.1 Základní parametry mostu

Varianta 3 má stejné technické parametry jako první dvě varianty. Parametry jsou popsány v kapitole 4.2.1. [22]

4.4.2 Technické řešení mostu

U této varianty rekonstrukce se provádí kompletní odstranění všech stávajících konstrukcí s následnou výstavbou nových mostů pro každý směr. Tyto nové mostní konstrukce jsou tvořeny shodně se stávající nosnou konstrukcí (železobetonový oblouk a železobetonová trémová mostovka).

Spodní stavba je založena stejně jako u stávajícího mostu, a to na skalním podkladu. Před novým založením se odstraňují stávající základové konstrukce. Nové zakládání se provádí ve svahovaných výkopech.

Spodní stavbu tvoří železobetonové pilíře, stojky a opěry. Opěry jsou společné pro oba mosty, stejně jako v předchozích variantách jsou v ose dálnice rozděleny pouze dilatační spárou. Dále jsou vždy pro každý most čtyři samostatné pilíře, dva pilíře na patkách oblouku a šest stojek na oblouku. Opěry jsou tvořeny základovou deskou, dříkem, úložným prahem a závěrnou zídou. Křídla jsou vetknuta vždy do jednotlivých opěr a jsou s nimi rovnoběžná. Pilíře se zhotovují jako monolitické konstrukce a vždy je samostatný pilíř pro každou nosnou konstrukci mostu. Dříky pilířů a stojek jsou tvořeny samostatnými stojkami, které se v horní části spojují příčným dříkem. Vyšší pilíře mají jednotlivé stojky spojené tenkou železobetonovou stěnou po celé jejich výšce.

Nosnou konstrukci každého mostu tvoří železobetonový oblouk s rozpětím 120 m a vzepětím 25 m. Šířka každého oblouku je 7,7 m po celé délce s proměnnou výškou. Dvoutrémová železobetonová spojitá předpjatá konstrukce tvoří mostovku mostu. Horní povrch mostu má vždy jednostranný sklon s protispádem na straně nižší římsy. Podélný sklon nosné konstrukce je shodný s komunikací. [22]

4.4.3 Postup výstavby

Výstavba probíhá během tří základních etap. [22]

4.4.3.1 Etapa 0

Během této etapy se zhotovuje mostní provizorium, na které se převede doprava směr Brno. Dále se musí provizorně podepřít konstrukce stávajícího pravého mostu tak,

aby byl most schopen přenést zatížení od třech jízdnic pruhů (jeden pruh navíc pro stavbu). [22]

4.4.3.2 Etapa 1

V této etapě nejprve dochází k odstranění celé konstrukce levého mostu (směr Praha). Při odstraňování mostu se nejprve snáší a demontuje příslušenství včetně mostovky. Stávající oblouk se odstraňuje buď kompletním podskružením, nebo se postupně vyvěšuje přes pilíř na patce oblouku.

Po odstranění stávajícího oblouku a základových patek se musí výkop v místě patek upravit, aby byl vyhovující pro výstavbu nových základových patek. Pro výstavbu nového železobetonového oblouku se používá stejná metoda (technologie) jako pro jeho demolici. Dále se musí zhotovit zbývající pilíře a opěry v nových svahovaných výkopech. Po vyhotovení spodní stavby a následném podskružení mostovky se zhotovuje nová předpjatá, spojitá dvoutrámová konstrukce mostovky s následným zhotovením kompletního příslušenství mostu. [22]

Během této etapy je veden provoz ve směru na Brno po provizoriu a ve směru na Prahu po stávajícím pravém mostu. [22]

4.4.3.3 Etapa 2

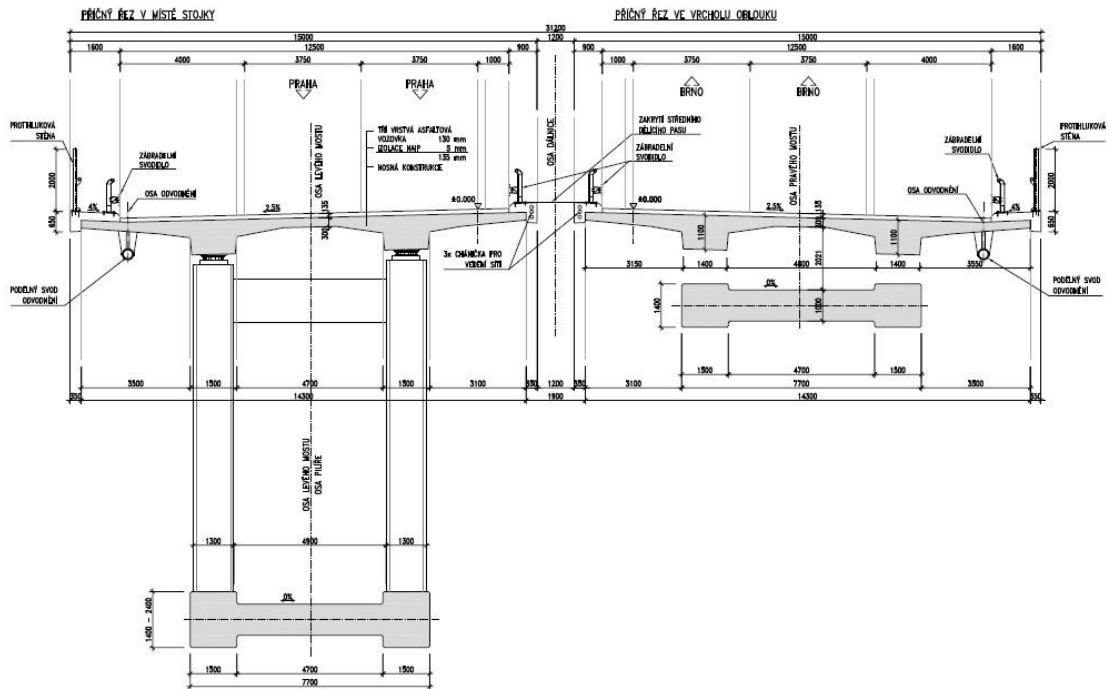
V této etapě se provádí výstavba pravého mostu. Výstavba se provádí stejným technologickým postupem jako výstavba levého mostu. V této etapě se také musí demontovat provizorium. Během celé této etapy je veden provoz po provizoriu a novém levém mostu. [22]

4.4.4 Projektová dokumentace mostu

Projektová dokumentace se skládá ze zjednodušené studie, která obsahuje podélný řez, příčný řez a výkres postupu výstavby mostu. Tato dokumentace je podklad pro rozhodnutí se pro nejvhodnější variantu a následné vypracování aktualizace DÚR. [22]

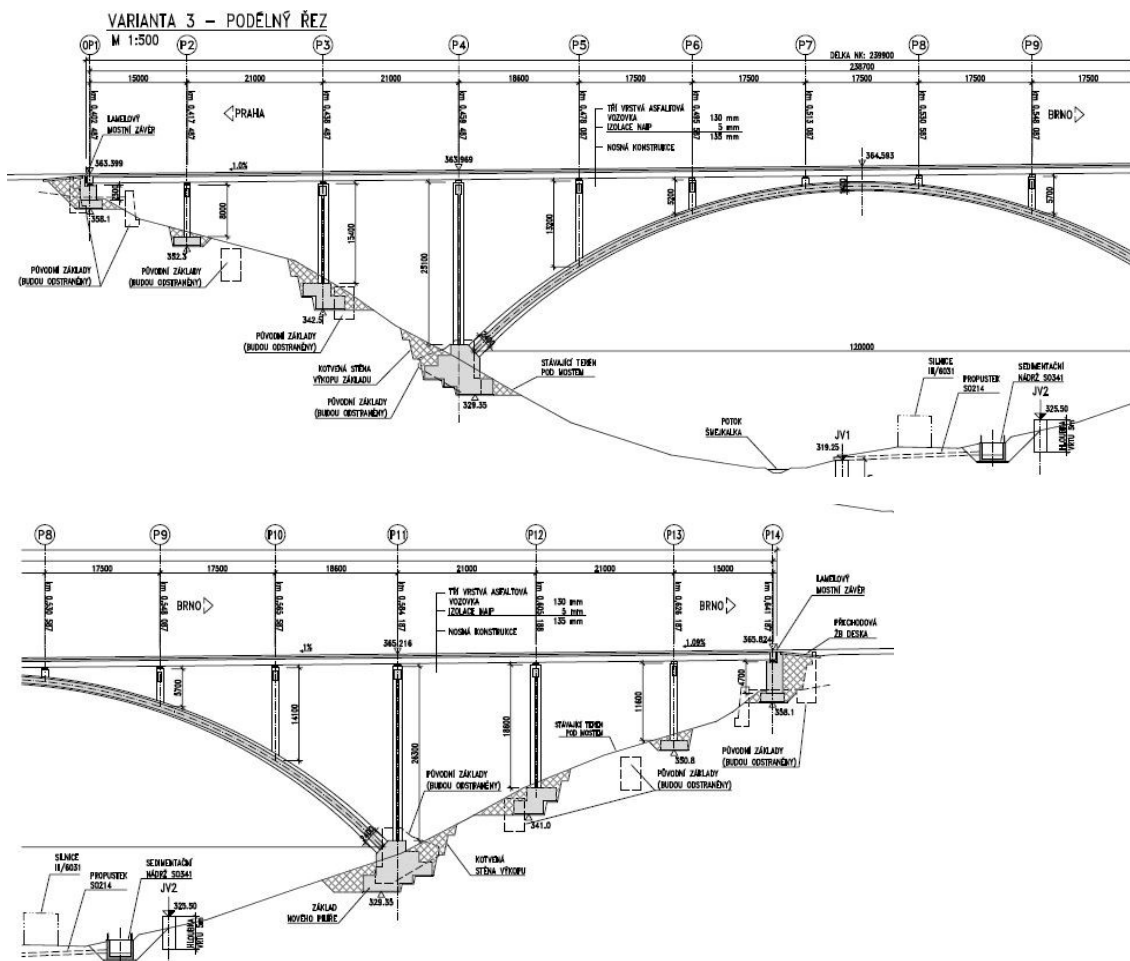
4.4.4.1 Příčný řez

VARIANTA 3 - VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:100



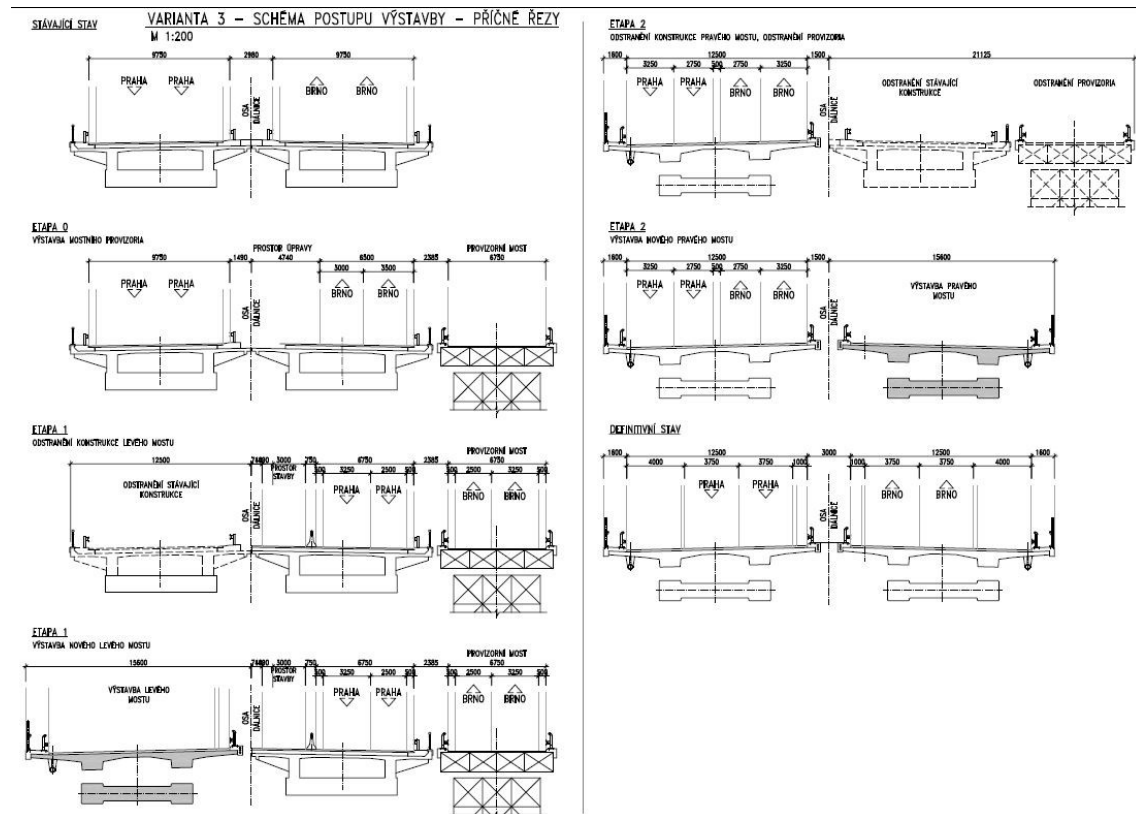
Obrázek 18 Příčný řez - varianta 3 [22]

4.4.4.2 Podélný řez



Obrázek 19 Podélný řez - varianta 3 [22]

4.4.4.3 Postup výstavby mostu



Obrázek 20 Postup výstavby – varianta 3 [22]

4.4.5 Investiční náklady – varianta 3 – obloukový most

Stanovení výše investičních nákladů se určuje jiným způsobem než u předchozích dvou variant, protože software EstiCon neobsahuje složitější konstrukce, jako je například železobetonový oblouk. Proto se po zatřídění v podrobnosti DÚR musí upravit cena za m² nosné konstrukce. Pro toto určení expertní ceny se čerpá z webových stránek provozovaných ŘSD. Na tyto webové stránky se mimo jiné umísťují data ohledně skutečných nákladů na již dokončené stavby. Z těchto dat se může vycházet, pokud potřebujeme odhad ceny nových objektů. Pro tuto variantu obloukového mostu je nejvhodnější stavba pro určení potřebných investičních nákladů dálniční most přes Opárenské údolí na dálnici D8. Tento most přes Opárenské údolí má identické konstrukční řešení s variantou 3 – Šmejka a dále je i téměř shodný svou velikostí, včetně kategorie. Most přes Opárenské údolí má plochu nosné konstrukce 7862 m² a celkové náklady na tuto stavbu byly 413 855 793 Kč, což po přepočtu na cenu za 1 m² nosné konstrukce dělá 52 882 Kč/m². Pro expertní úpravu varianty 3 je tato cena však ponížena o 10 % z důvodu, že u mostu přes Opárenské údolí byl problém s chráněným územím, což zvyšovalo náklady (například malé zábory atd.). Riziková složka (enviromentální riziko) 10 % vychází z metodiky SFDI pro stanovení rizik pro investora při výstavbě nových staveb. Vysvětlení těchto rizik je v kapitole dále – stanovení rizik. [25] [26]



Obrázek 21 Most přes Opárenské údolí [26]

Tabulka 31 Výpočet investičních nákladů - varianta 3 - obloukový most [24]

Most	MJ [m ²]	Celková cena [Kč]	Cena za m ² [Kč/m ²]
D8 - Opárenské údolí	7826	413 855 793 Kč	52 882 Kč
D1 - Šmejalka	6861	326 541 062 Kč	47 594 Kč

V tabulce č. 31 lze vidět porovnání mezi jednotlivými mosty, s již poníženou cenou za m² nosné konstrukce mostu. Celkové investiční náklady pro variantu 3 – obloukový most jsou 326 541 062 Kč. **Investiční náklady na 1 m² nosné konstrukce mostu jsou 47 594 Kč.**

4.4.6 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 3 – Obloukový most

K získání těchto nákladů musí být zvoleny jednotlivé elementy (části) konstrukce s co nejpodrobnější specifikací, mezi těmito elementy se musí vytvořit vazby návaznosti oprav. Po vybrání správných elementů a jejich vazeb se vytvoří dvě varianty harmonogramu oprav a údržby. První harmonogram je harmonogram vytvořený dle návazností typických pro software EstiCon. Druhý harmonogram vychází hlavně z generální opravy mostu 50. roku provozu a sjednocení oprav do „balíčků“, aby se snížily vedlejší náklady (DIO, výběr dodavatele atd.).

Tabulka 32 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 3 [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Množství	MJ
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	5205	m ²
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes 5MN	28	ks
Nosná konstrukce	Monolitická deska - dvoutrám	6189	m ²
Nosná konstrukce	Železobetonový oblouk	5121	m ²
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	420	m ³
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	960	m
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	480	m
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	60	m
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečutí vrstvou	6861	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	5998	m ²
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	5998	m ²
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	24	ks
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	480	m
Ostatní	Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	6861	m ²
Ostatní	Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	6861	m ²
Ostatní	Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	12	ks

4.4.6.1 Návrh harmonogramu

Pro obě varianty je vytvořen časový plán oprav, údržeb a výměn jednotlivých elementů, stejně jako u varianty letmé betonáže a spřažené konstrukce. Tento časový plán je závislý a odvíjí se od životnosti jednotlivých elementů. V časovém plánu lze vidět, kdy se jednotlivé elementy mění.

4.4.6.1.1 Varianta dle softwaru EstiCon

Plán oprav a výměn této varianty je závislý na životnostech a návaznostech navržených softwarem EstiCon. V tabulce č.33 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich životností a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 33 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 3 - varianta EstiCon [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes SMN	25	3
Nosná konstrukce	Monolitická deska - dvoutrám	100	0
Nosná konstrukce	Železobetonový oblouk	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečticí vrstvou	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	30	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	30	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	3

Spodní stavba a nosná konstrukce se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. Monolitické římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečticí vrstvou, ochrana hydroizolace a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 30 let a jsou měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Nejkratší životnost ze všech elementů mají hrncová ložiska, která mají životnost 25 let. Životnost u hrncových ložisek je ovlivněna životností použitých elastomerů, nicméně jsou měněny také třikrát za životnost mostu. Tyto výměny mají nevýhodu, že se nemění ve stejný rok jako ostatní elementy a nedají se opravy sjednotit.

Tabulka 34 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 3 - varianta EstiCon [23]

Most var. č.3 - varianta EstiCon	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - monolitická deska - dvoutrám	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - ŽB oblouk	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 30 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.34 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Jako první element se mění po 25 letech mostní ložiska. Mostní ložiska se vyměňují za malého přizvednutí nosné konstrukce mostu. Výměna ložisek není závislá na výměně jiných elementů.

Po třiceti letech životnosti mostu se dělá větší oprava, během které se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost mostním závěrům a železobetonovým monolitickým římsám, při jejichž výměně dochází zároveň k výměně svodidel a PHS, tím se snižuje využití celé jejich životnosti. V tomto roce také probíhá již druhá výměna mostních ložisek.

Po šedesáti letech návrhové životnosti mostu dochází k již druhé obnově vozovky včetně izolací a odvodnění.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje poslední výměna mostních ložisek.

V osmdesátém roce opět končí životnost svodidlům s protihlukovým systémem a je realizována třetí a zároveň poslední výměna těchto elementů.

Deset let před koncem návrhové životnosti mostu přichází na řadu opravy vozovky izolace a odvodnění mostu. Čímž jsou tyto nové elementy využité pouze z jedné třetiny.

Tabulka 35 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 3 - varianta EstiCon [23]

Element	Životnost	Údržba				Počet cyklů/návrhová životnost
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Monolitická deska - dvoutrám	100	Sanace	30	30	100	3
Železobetonový oblouk	100	Sanace	30	30	100	3
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadrženi H2	30	Nátěr	15	15	30	3
		Mytí	1	1	30	96
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	Nátěr sloupků	15	15	30	3
		Omytí vodou	1	1	30	96
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Výměna prvků podléhajících opotřebení	25	25	50	2
		Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečticí vrstvou	30	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	Obnova obrusné a ložné vrstvy	10	10	30	6
		Čištění	1	1	30	96
Mostní odvodňovač	30	Čištění	1	1	30	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	Čištění	1	1	30	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.35 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element.

Na spodní stavbě, železobetonovém oblouku a monolitické desce – dvoutrám probíhá údržba pouze prováděním sanačních prací. Sanační práce se provádějí na 10 % viditelné plochy nanášením reprofilační malty a na 20 % viditelné plochy nanášením sjednocovací stěrky.

U monolitických říms probíhá údržba sanacemi stejným postupem jako u spodní stavby a nosné konstrukce. Dále se formou údržby provádí čištění tlakovou vodou a pravidelné nátěry, které ochraňují konstrukci proti rozmrazovacím posypům a agresivnímu prostředí.

Zábradelní svodidlo a PHS se udržuje pravidelným omýváním a obnovováním protikorozní ochrany (PKO).

U mostních dilatačních lamelových závěrů se vyměňují prvky podléhající opotřebení a také probíhá čištění tlakovou vodou. Mezi prvky podléhající opotřebení patří těsnící profily, elastomerová ložiska a pera a pera řídicího mechanismu.

Asfaltová vozovka se jednou ročně čistí a každých deset let se u ní obnovuje obrusná a ložná vrstva.

Zbývající elementy se pouze čistí a jiné údržbě nepodléhají.

Četnost mostních prohlídek a sledování geodetických bodů je závislá na stáří mostního objektu, čím je most starší, tím se tyto činnosti provádějí častěji.

4.4.6.1.2 Varianta vycházející ze sjednocení oprav

Harmonogram oprav jednotlivých elementů v této variantě vychází ze životnosti jednotlivých prvků, ale také sjednocuje výměnu těchto elementů tak, aby se co nejvíce výměn provádělo ve stejný čas, a tak se snížily náklady například na dopravně inženýrské opatření a výběr a koordinaci dodavatele.

V tabulce č.36 lze vidět výpis jednotlivých elementů s jejich upravenou životností a počtem výměn během životního cyklu mostu.

Tabulka 36 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Název elementu	Specifiace elementu	Životnost [roky]	Počet výměn
Spodní stavba	Spodní stavba betonová	100	0
Mostní ložiska	Hrncové ložisko přes 5MN	25	3
Nosná konstrukce	Monolitická deska - dvoutrám	100	0
Nosná konstrukce	Železobetonový oblouk	100	0
Římsy	Monolitická římsa š.1500mm	50	1
Mostní zábradlí a svodidla	Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	25	3
PHS na mostě	PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	3
Mostní závěry	Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	1
Vozovka + izolace na mostech	Izolace NAIP s pečeticí vrstvou	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Ochrana izolace MA IV 40mm	25	3
Vozovka + izolace na mostech	Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	3
Odvodnění mostů	Mostní odvodňovač	25	3
Odvodnění mostů	Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	3

Spodní stavba a monolitická deska nad ocelovou komorou se nemění ani jednou, provádí se u nich pouze údržba v podobě sanací a oplachů tlakovou vodou. Ocelová komora se nemění ani jednou a probíhá u ní údržba v podobě vícevrstevných nátěrů a omytí vodou. Monolitické římsy a lamelové mostní závěry (dle chystané novely TP86 životnost na dálnicích - 50 let) jsou kompletně měněny jednou za životnost mostu. Mostní ložiska svodidla, protihlukové stěny, odvodňovače, odvodňovací potrubí, hydroizolace s pečeticí vrstvou, ochrana hydroizolace, a asfaltová vozovka třívrstvá mají životnost 25 let a jsou

měněny třikrát za celý životní cyklus mostu. Důsledkem snížení životnosti některých prvků se dají sjednotit opravy, viz odstavec níže.

Tabulka 37 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Most var. č.3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Spodní stavba	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - monolitická deska - dvoutrám	Životnost 100 let																			
Nosná konstrukce - ŽB oblouk	Životnost 100 let																			
Římsy	Životnost 50 let										1.výměna									
Mostní zábradlí a svodidla	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
PHS na mostě	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní závěry	Životnost 50 let										1.výměna									
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Vozovka + izolace na mostech	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Odvodnění mostů	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				
Mostní ložiska	Životnost 25 let					1.výměna					2.výměna					3.výměna				

V tabulce č.37 lze vidět časový plán výměn jednotlivých elementů za 100 let (návrhová životnost mostu).

Ve dvaceti pěti letech životnosti mostu se dělá první balíček oprav, během kterého se obnovují svodidla, protihlukové opatření, vozovka včetně izolací, mostní ložiska a kompletní odvodnění mostu.

V padesátém roce končí životnost všem elementům vyměňovaných ve dvacátém pátém roce, plus se k nim přidávají mostní závěry s římsami. Při této „generální“ opravě se chronologicky provádí tyto činnosti: odfrézování vozovky, demontáž svodidel a PHS, vybourání říms, vybourání MDZ, nadzvednutí nosné konstrukce, výměna ložisek mostu, sundání odvodňovačů a izolace, osazení a zabetonování MDZ, výměna odvodňovacího potrubí a odvodňovačů, zaizolování, vybetonování říms, vozovka a na konec montáž svodidel a PHS. Odhad délky této „generální“ opravy je tři měsíce na jeden most, to znamená celkem šest měsíců.

Po sedmdesáti pěti letech provozu se realizuje stejná oprava jako ve dvacátém pátém roce. Po této opravě už žádné jiné nejsou.

Tabulka 38 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Údržba				Počet cyklů/návrhová životnost
		Typ údržby	Perioda [roky]	Počáteční rok	Konečný rok	
Spodní stavba betonová	100	Sanace	30	30	100	3
		Omytí vodou	5	5	100	19
Hrncové ložisko přes 5MN	25	Čištění	2	2	25	48
Monolitická deska - dvoutřám	100	Sanace	30	30	100	3
Železobetonový oblouk	100	Sanace	30	30	100	3
Monolitická římsa š.1500mm	50	Nátěr obrubníku	5	5	50	18
		Sanace	20	20	50	4
		Čištění tlakovou vodou	1	1	50	98
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadrženi H2	30	Nátěr	15	15	25	4
		Mytí	1	1	25	96
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	Nátěr sloupků	15	15	25	4
		Omytí vodou	1	1	25	96
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	Výměna prvků podléhajících opotřebení	25	25	50	2
		Čištění tlakovou vodou	2	2	50	48
Izolace NAIP s pečticí vrstvou	30	-	-	-	-	-
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	-	-	-	-	-
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	Obnova ohrubné a ložné vrstvy	10	10	25	8
		Čištění	1	1	25	96
Mostní odvodňovač	30	Čištění	1	1	25	96
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	Čištění	1	1	25	96
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-40 let	6	6	40	6
		Prohlídka 40-80 let	4	42	80	10
		Prohlídka 80-100 let	2	82	100	9
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	Prohlídka 0-50 let	1	1	50	50
		Prohlídka 50-100 let	1	51	100	49
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	Sledování 0-40 let	6	6	40	6
		Sledování 40-80 let	4	42	80	10
		Sledování 80-100 let	2	82	100	9

V tabulce č.38 lze vidět harmonogram jednotlivých typů údržby pro každý element.

Typy a četnost údržeb se v této variantě oproti variantě EstiCon liší u elementů: zábradelní svodidlo, PHS a asfaltová vozovka. Kvůli snížení životnosti těchto elementů se zvýšil počet cyklů údržeb, viz. žluté vybarvení v tabulce č.38. To znamená, že náklady na údržbu jsou zvýšeny.

4.4.6.2 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu

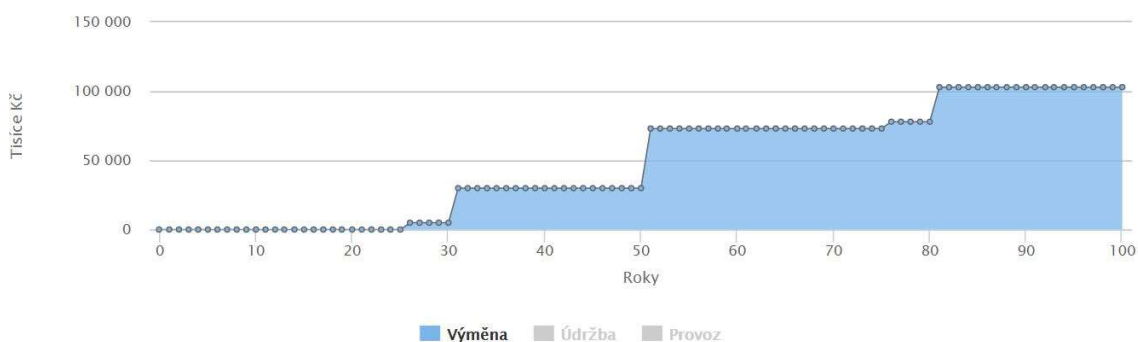
Výpočet těchto nákladů vychází z navržených variant harmonogramů. Pro tento výpočet jsou převzaty jednotkové ceny za jednotlivé výměny a činnosti údržby ze softwaru EstiCon. Jednotkové ceny jsou přepočítány na cenovou úroveň 2019 pomocí koeficientu daným ČSÚ (6,97 %). Náklady na údržbu elementu se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a počtem cyklů za návrhovou životnost mostu. Náklady na

obnovu (výměnu) elementů se počítají vynásobením jednotkové ceny s výměrou a s počtem výměn za návrhovou životnost mostu.

4.4.6.2.1 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 3 - varianta EstiCon

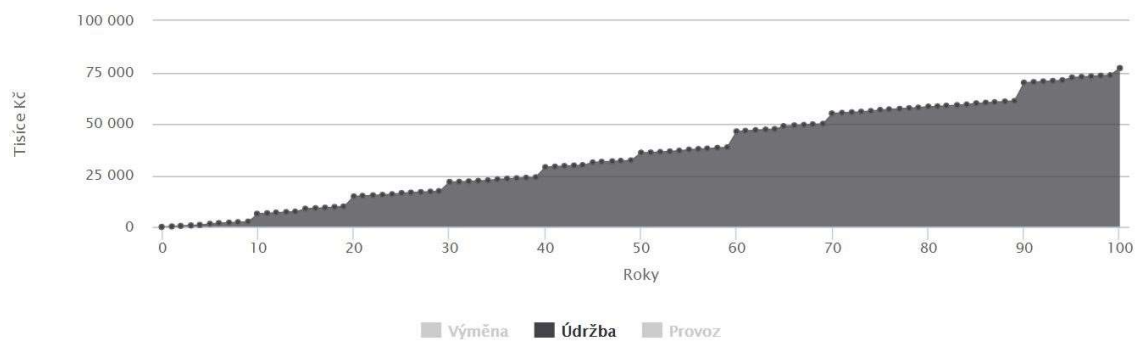
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu EstiCon činí 183 783 519 Kč. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č.39.

V grafu č.15 lze vidět průběh těchto nákladů na výměnu po celých 100 let, v závislosti na životnosti elementů. Náklady na výměnu narůstají skokově v letech, kdy se vyměňují jednotlivé elementy. Nejdražší výměny a obnovy elementů probíhají v 50. roce, tyto výměny a obnovy stojí 43 095 565 Kč. Výměny v 50. roce jsou nejdražší, neboť v tomto roce končí životnost navíc oproti ostatním rokům mostním závěrům a také římsám. Náklady na obnovu elementů jsou **103 618 929 Kč.**



Graf 15 Náklady na výměnu – varianta 3 - varianta EstiCon [20]

V grafu č.16 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **80 164 590 Kč.**



Graf 16 Náklady na údržbu – varianta 3 - varianta EstiCon [20]

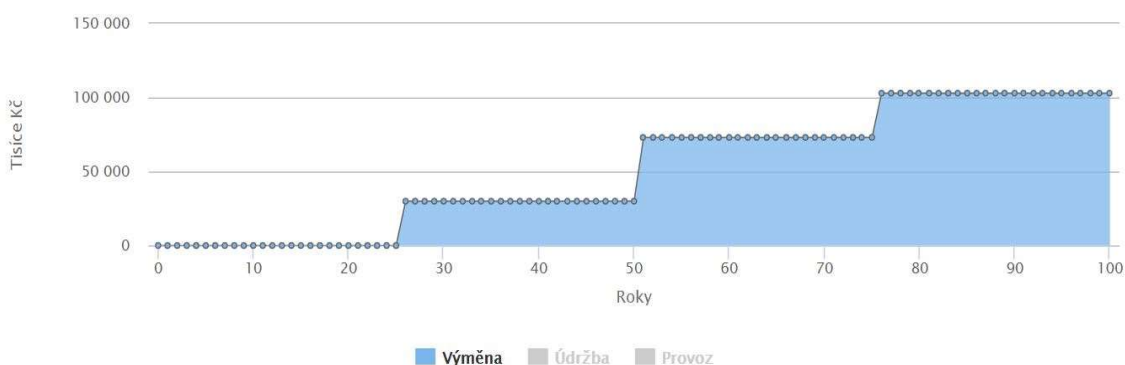
Tabulka 39 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta - varianta EstiCon [23]

Element	Životnost	Náklady na údržbu						Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]	
		Měrná jednotka	Výměra	Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu		Náklady na výměny celkem
Spodní stavba betonová	100	m ²	5205	Sanace	3	250 Kč	1 302 863 Kč	3 908 588 Kč	-	-	-	-	8 140 107 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	222 712 Kč	4 231 519 Kč					
Hrncové ložisko přes 5MN	25	ks	28	Čištění	48	214 Kč	5 990 Kč	287 535 Kč	3	77 000 Kč	2 156 000 Kč	6 468 000 Kč	6 755 535 Kč
Monolitická deska - dvoutrám	100	m ²	6189	Sanace	3	250 Kč	1 549 167 Kč	4 647 502 Kč	-	-	-	-	4 647 502 Kč
Železobetonový oblouk	100	m ²	5121	Sanace	3	250 Kč	1 281 836 Kč	3 845 509 Kč	-	-	-	-	3 845 509 Kč
Monolitická římsa š.1500mm	50	m ³	420	Nátěr obrubníku	18	208 Kč	87 159 Kč	1 568 865 Kč	1	20 575 Kč	8 641 336 Kč	8 641 336 Kč	19 815 679 Kč
				Sanace	4	2 835 Kč	1 190 576 Kč	4 762 304 Kč					
				Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	49 420 Kč	4 843 174 Kč					
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadržení H2	30	m	960	Nátěr	3	738 Kč	708 569 Kč	2 125 708 Kč	3	5 199 Kč	4 990 792 Kč	14 972 377 Kč	21 435 761 Kč
				Mytí	96	47 Kč	45 184 Kč	4 337 676 Kč					
				Nátěr sloupků	3	214 Kč	102 691 Kč	308 074 Kč					
PHS na mostě, 2M, plexiglas	30	m	480	Omytí vodou	96	86 Kč	41 076 Kč	3 943 342 Kč	3	10 139 Kč	4 866 536 Kč	14 599 608 Kč	18 851 024 Kč
				Nátěr sloupků	3	214 Kč	102 691 Kč	308 074 Kč					
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	m	60	Výměna prvků podléhajících opotřebením	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
				Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč					
Izolace NAIP s pečetící vrstvou	30	m ²	6861	-	-	-	-	-	3	850 Kč	5 834 673 Kč	17 504 020 Kč	17 504 020 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	30	m ²	5998	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 118 205 Kč	9 354 616 Kč	9 354 616 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	30	m ²	5998	Obnova obrusné a ložné vrstvy	6	588 Kč	3 528 833 Kč	21 173 000 Kč	3	1 181 Kč	7 083 331 Kč	21 249 993 Kč	45 502 702 Kč
				Čištění	96	5 Kč	32 080 Kč	3 079 709 Kč					
Mostní odvodňovač	30	m	24	Čištění	96	428 Kč	10 269 Kč	985 836 Kč	3	20 560 Kč	493 431 Kč	1 480 294 Kč	2 466 129 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	30	m	480	Čištění	96	88 Kč	42 103 Kč	4 041 926 Kč	3	2 284 Kč	1 096 229 Kč	3 288 686 Kč	7 330 611 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	6861	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	73 392 Kč	440 353 Kč	-	-	-	-	440 353 Kč
				Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	73 392 Kč	733 921 Kč	-	-	-	-	733 921 Kč
				Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	73 392 Kč	660 529 Kč	-	-	-	-	660 529 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	6861	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	22 018 Kč	1 100 882 Kč	-	-	-	-	1 100 882 Kč
				Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	44 035 Kč	2 157 728 Kč	-	-	-	-	2 157 728 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	ks	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
				Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
				Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.4.6.2.2 Náklady na údržbu a obnovu – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav

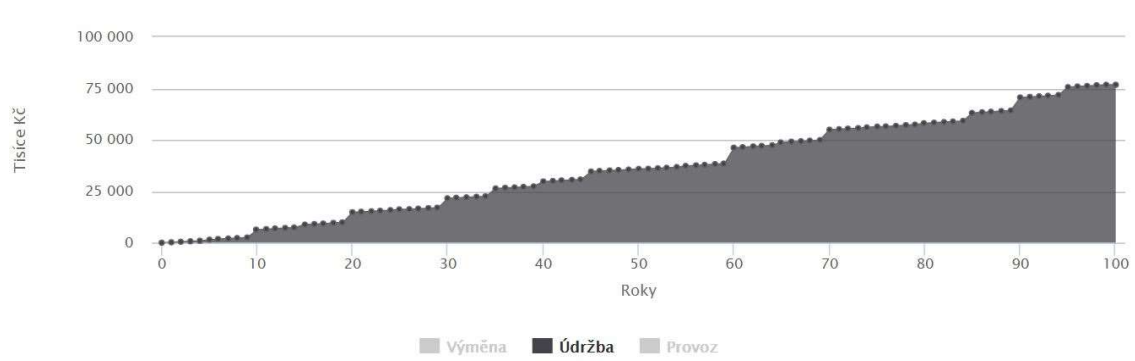
Celkové náklady na údržbu a obnovu za dobu návrhové životnosti mostu (100 let) pro variantu vycházející ze sjednocení oprav činí 191 652 446 Kč. Výpočet těchto nákladů je popsán v kapitole 4.2.6.2.2. Tato cena vzniká sečtením všech nákladů posledního sloupce tabulky č. 40.

V grafu č. 17 je vidět, že náklady na údržbu a obnovu během životnosti mostu narůstají skokově a to ve 25, 50, a 75 letech. Nejnákladnější výměna je v polovině životnosti v hodnotě 50 331 447 Kč. Ostatní dvě výměny jsou z pohledu nákladů zhruba poloviční. Celkové náklady na obnovu (výměnu) elementů mostu jsou **103 618 929 Kč.**



Graf 17 Náklady na výměnu – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

V grafu č. 18 je vidět průběh nákladů na údržbu elementů. Náklady na údržbu rovnoměrně narůstají v opakujících se cyklech. Tyto náklady jsou celkem **88 033 517 Kč.**



Graf 18 Náklady na údržbu – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]

Tabulka 40 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]

Element	Životnost	Náklady na údržbu						Náklady na obnovu (výměnu) elementů				Náklady celkem [Kč]	
		Měrná jednotka	Výměra	Typ údržby	Počet cyklů/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jeden cyklus	Náklady za návrhovou životnost mostu	Počet výměn/návrhová životnost	Jednotkové náklady [Kč/MJ]	Náklady na jednu výměnu		Náklady na výměny celkem
Spodní stavba betonová	100	m ²	5205	Sanace	3	250 Kč	1 302 863 Kč	3 908 588 Kč	-	-	-	-	8 140 107 Kč
				Omytí vodou	19	43 Kč	222 712 Kč	4 231 519 Kč					
Hrncové ložisko přes 5MN	25	ks	28	Čištění	48	214 Kč	5 990 Kč	287 535 Kč	3	77 000 Kč	2 156 000 Kč	6 468 000 Kč	6 755 535 Kč
Monolitická deska - dvoutrám	100	m ²	6189	Sanace	3	250 Kč	1 549 167 Kč	4 647 502 Kč	-	-	-	-	4 647 502 Kč
Železobetonový oblouk	100	m ²	5121	Sanace	3	250 Kč	1 281 836 Kč	3 845 509 Kč	-	-	-	-	3 845 509 Kč
Monolitická římsa š.1500mm	50	m ³	420	Nátěr obrubníku	18	208 Kč	87 159 Kč	1 568 865 Kč	1	20 575 Kč	8 641 336 Kč	8 641 336 Kč	19 815 679 Kč
				Sanace	4	2 835 Kč	1 190 576 Kč	4 762 304 Kč					
				Čištění tlakovou vodou	98	118 Kč	49 420 Kč	4 843 174 Kč					
Zábradelní svodidlo ocelové, úroveň zadrženi H2	25	m	960	Nátěr	4	738 Kč	708 569 Kč	2 834 277 Kč	3	5 199 Kč	4 990 792 Kč	14 972 377 Kč	22 144 330 Kč
				Mytí	96	47 Kč	45 184 Kč	4 337 676 Kč					
				Nátěr sloupků	4	214 Kč	102 691 Kč	410 765 Kč					
PHS na mostě, 2M, plexiglas	25	m	480	Omytí vodou	96	86 Kč	41 076 Kč	3 943 342 Kč	3	10 139 Kč	4 866 536 Kč	14 599 608 Kč	18 953 715 Kč
				Nátěr sloupků	4	214 Kč	102 691 Kč	410 765 Kč					
Mostní závěr povrchový, dl. Dilatačního celku do 340m (posun do 240mm)	50	m	60	Výměna prvků podléhajících opotřebení	2	31 500 Kč	1 890 000 Kč	3 780 000 Kč	1	101 000 Kč	6 060 000 Kč	6 060 000 Kč	12 720 000 Kč
				Čištění tlakovou vodou	48	1 000 Kč	60 000 Kč	2 880 000 Kč					
Izolace NAIP s pečetící vrstvou	25	m ²	6861	-	-	-	-	-	3	850 Kč	5 834 673 Kč	17 504 020 Kč	17 504 020 Kč
Ochrana izolace MA IV 40mm	25	m ²	5998	-	-	-	-	-	3	520 Kč	3 118 205 Kč	9 354 616 Kč	9 354 616 Kč
Asfaltová vozovka 3vrstvá na mostě	25	m ²	5998	Obnova obrusné a ložné vrstvy	8	588 Kč	3 528 833 Kč	28 230 667 Kč	3	1 181 Kč	7 083 331 Kč	21 249 993 Kč	52 560 368 Kč
				Čištění	96	5 Kč	32 080 Kč	3 079 709 Kč					
Mostní odvodňovač	25	m	24	Čištění	96	428 Kč	10 269 Kč	985 836 Kč	3	20 560 Kč	493 431 Kč	1 480 294 Kč	2 466 129 Kč
Odvodňovací potrubí sklolaminát	25	m	480	Čištění	96	88 Kč	42 103 Kč	4 041 926 Kč	3	2 284 Kč	1 096 229 Kč	3 288 686 Kč	7 330 611 Kč
Hlavní mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	6861	Prohlídka 0-40 let	6	11 Kč	73 392 Kč	440 353 Kč	-	-	-	-	440 353 Kč
				Prohlídka 40-80 let	10	11 Kč	73 392 Kč	733 921 Kč	-	-	-	-	733 921 Kč
				Prohlídka 80-100 let	9	11 Kč	73 392 Kč	660 529 Kč	-	-	-	-	660 529 Kč
Běžná mostní prohlídka nad 1000 m ²	-	m ²	6861	Prohlídka 0-50 let	50	3 Kč	22 018 Kč	1 100 882 Kč	-	-	-	-	1 100 882 Kč
				Prohlídka 50-100 let	49	6 Kč	44 035 Kč	2 157 728 Kč	-	-	-	-	2 157 728 Kč
Sledování geodetických bodů mostních konstrukcí	-	ks	12	Sledování 0-40 let	6	1 070 Kč	12 836 Kč	77 018 Kč	-	-	-	-	77 018 Kč
				Sledování 40-80 let	10	1 070 Kč	12 836 Kč	128 364 Kč	-	-	-	-	128 364 Kč
				Sledování 80-100 let	9	1 070 Kč	12 836 Kč	115 528 Kč	-	-	-	-	115 528 Kč

4.4.6.2.3 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu

V tabulce č. 41 je srovnání obou variant. Varianta vytvořená softwarem EstiCon má nižší náklady o **7 868 927 Kč**. Náklady na výměnu elementů mají obě varianty stejné. Rozdíl vzniká v nákladech na údržbu, protože zkrácením životnosti některých elementů se zvyšuje počet cyklů údržby (viz tabulka č. 38). Tímto krokem ovlivněné údržby jsou nátěry zábradelních svodidel, nátěry PHS a obnova obrusné a ložné vrstvy asfaltové vozovky, která je zároveň nejdražší činnost ze všech typů údržby.

Navzdory vyšším nákladům je varianta, která vychází ze sjednocení oprav výhodnější a pravděpodobnější, že nastane. Tato varianta efektivněji využívá jednotlivé elementy, kdy například ve variantě EstiCon dochází k velkým výměnám elementů s životností 30 let deset let před koncem životnosti mostu, což je značně neekonomické. Varianta 2 zkrácením jednotlivých životností zajišťuje vyšší kvalitu a bezpečnost během dopravy. Dále se se sjednocením oprav sníží náklady na DIO, které jsou na takto významných komunikacích velice nákladné a složité. Další výhodou této varianty je snížení administrativy kvůli nižšímu počtu vypisovaných výběrových řízení, koordinace během realizace atd. A v neposlední řadě může být výhodou opakování stejného balíčku oprav v roce 25 a 75, kdy se z prvních výměn mohou čerpat zkušenosti.

Tabulka 41 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 3 [23]

Varianta	Náklady na údržbu	Náklady na obnovu	Celkové náklady
EstiCon	80 164 590,00 Kč	103 618 929,00 Kč	183 783 519,00 Kč
Sjednocení oprav	88 033 517,00 Kč	103 618 929,00 Kč	191 652 446,00 Kč

4.4.7 Náklady na likvidaci – varianta 3 – obloukový most

Náklady jsou stanoveny z ceny za likvidaci m² nosné konstrukce stávajícího mostu Šmejka. Pro tento výpočet jsou tyto náklady upraveny koeficientem ČSÚ 6,97 %, který ceny převádí na aktuální cenovou úroveň.

Tabulka 42 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 3 [24]

Stávající most Šmejka	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	6861	81 696 599 Kč	11 907 Kč

V tabulce č. 42 lze vidět, že celkové náklady na likvidaci stávajícího mostu Šmejka jsou po přepočtení na aktuální cenovou úroveň koeficientem 6,97 %

81 696 599 Kč. Tato cena obsahuje kompletní likvidaci včetně poplatků za uložení materiálu na skládky, odkupu materiálů a další. **Likvidace jednoho metru čtverečního nosné konstrukce stávajícího mostu stojí 11 907 Kč.** Tato cena je použita pro výpočet nákladů na likvidaci nového mostu – varianta 3 – obloukový most viz tabulka č. 43.

Tabulka 43 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 3 – obloukový most [24]

Šmejkal - varianta 3 - obloukový most	Plocha nosné konstrukce mostu [m ²]	Náklady [Kč]	Náklady na 1 m ² nosné konstrukce mostu [Kč/m ²]
Likvidace vrchní i spodní stavby	6861	81 693 927 Kč	11 907 Kč

Plocha nosné konstrukce této varianty je stejná jako u stávajícího mostu 6 861 m², protože tato varianta počítá s výstavbou nového obloukového mostu se stejnými rozměry jako má stávající obloukový most. Po vynásobení této plochy jednotkovou cenou 11 907 Kč se získají celkové náklady na likvidaci. **Celkové náklady na likvidaci mostu varianty 3 jsou 81 693 927 Kč.**

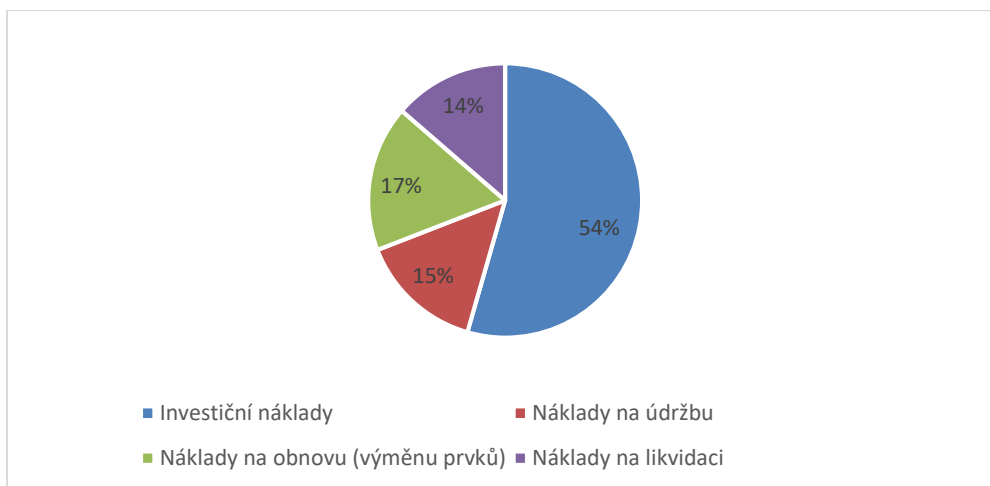
4.4.8 Celkové náklady na životní cyklus (LCC) – varianta 3 – obloukový most

V této kapitole je souhrn nákladů na životní cyklus varianty č. 3. Mezi tento souhrn se počítají náklady na investici, náklady na údržbu a obnovu optimalizované varianty a náklady na likvidaci stavby.

Tabulka 44 Náklady na životní cyklus – varianta 3 – obloukový most [24]

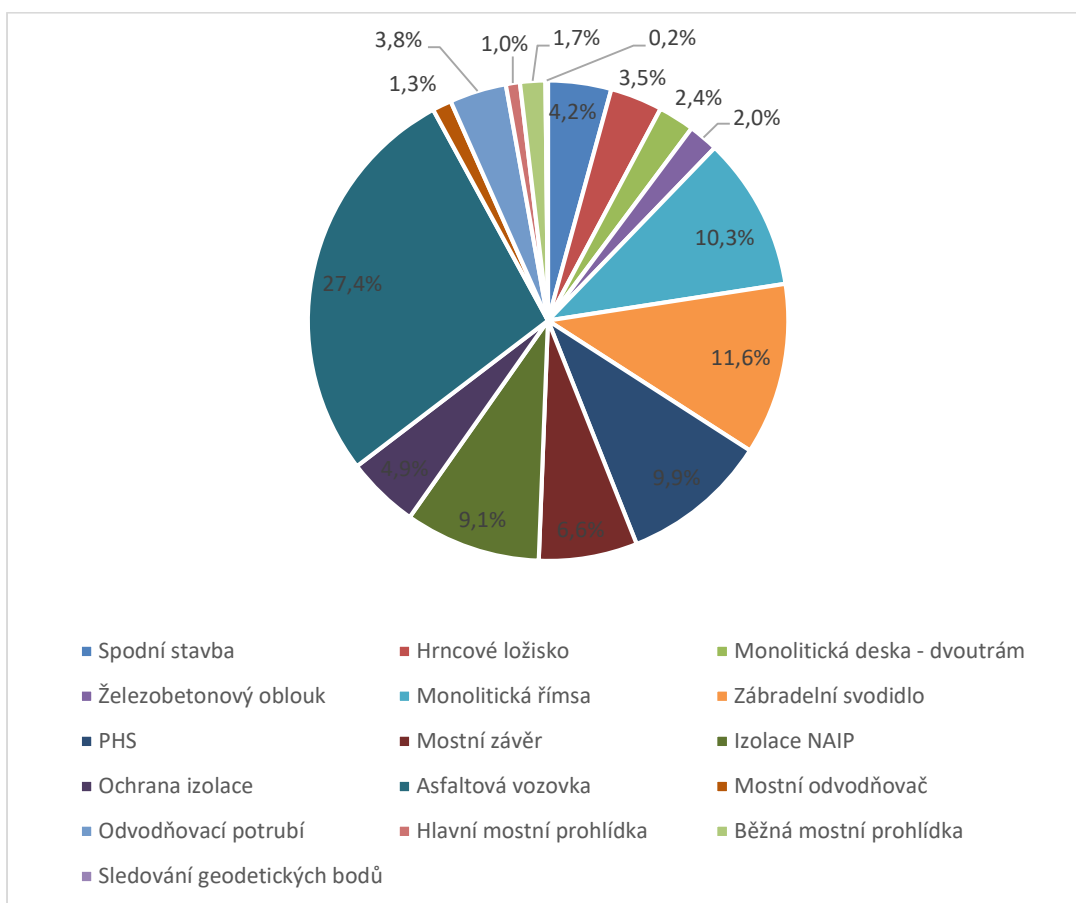
Náklady na životní cyklus mostu - varianta 3 - obloukový most	
Investiční náklady	326 541 062 Kč
Náklady na údržbu	88 033 517 Kč
Náklady na obnovu (výměnu prvků)	103 618 929 Kč
Náklady na likvidaci	81 693 927 Kč
Celkem	599 887 435 Kč

V tabulce č. 44 lze vidět kompletní souhrn a celkové náklady na životní cyklus mostu varianty č.3. **Celkové náklady na životní cyklus stavby této varianty jsou 599 887 435 Kč.**



Graf 19 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 3 – obloukový most [24]

V grafu č. 19 lze vidět, že investiční náklady u této varianty tvoří 54 % nákladů z celkových nákladů na životní cyklus mostu. Druhými nejvyššími náklady jsou náklady na obnovu prvků, které tvoří 17 % z celkových nákladů. Náklady na údržbu tvoří 15 % z celkových nákladů. Náklady na likvidaci tvoří 14 % z celkových nákladů na životní cyklus.



Graf 20 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu mostu – varianta 3 – obloukový most [23]

V grafu č. 20 lze vidět procentuální rozdělení nákladů na údržbu a obnovu jednotlivých elementů mostu. Největší podíl z těchto nákladů tvoří asfaltová třívrstvá vozovka. Další významné elementy, které přesahují 10 % nákladů na údržbu a obnovu jsou monolitické římsy a zábradelní svodidla.

4.5 Stanovení rizikové přírážky

Rizika se rozdělují na základě povahy jednotlivých rizik. U oceňování staveb se mohou rizika definovat dle posouzení zpracovatele buď pro celou stavbu, skupinu objektů, anebo samostatně pro každý objekt. [20] [21]

Rizika se dle metodiky SFDI dělí do šesti různých kategorií. Jednotlivá rizika jsou vždy ohodnocena na základě konkrétních podmínek projektu a fungují jako procentuální přírážka k nákladům na investici stavebního díla. [20] [21]

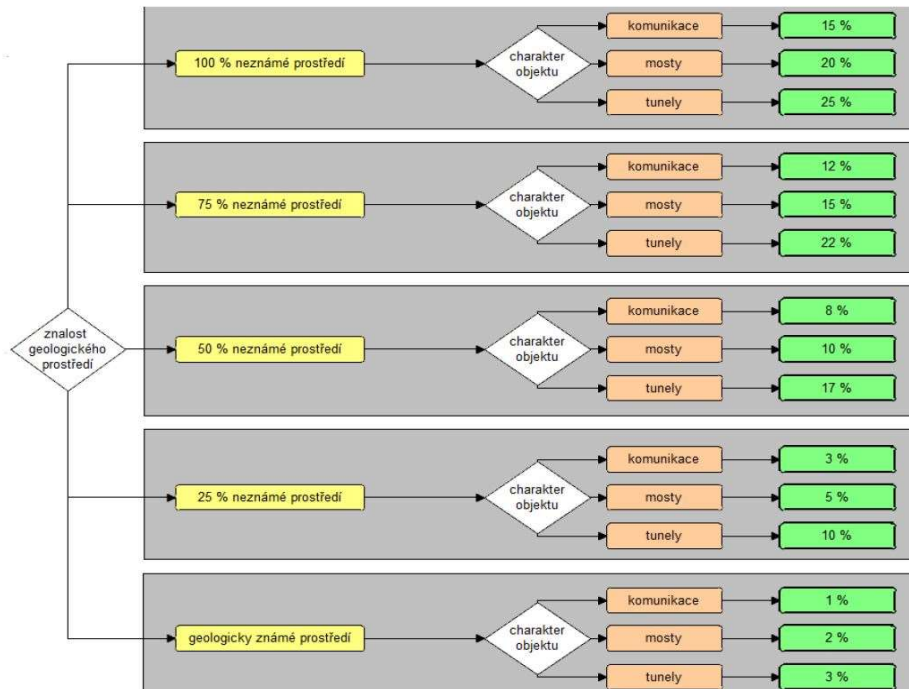
4.5.1 Databáze a ohodnocení rizik

4.5.1.1 Rizika plynoucí z průzkumu umístění stavby

V této skupině rizik figurují nepředvídatelné události, které jsou spojené se všemi průzkumy, které se vztahují k umístění stavby. Jsou to hlavně rizika plynoucí z neprovedených, nekvalitně provedených, nebo nepřesně provedených průzkumů (geologické, geotechnické, hydrologické, hydrogeologický, pedologické a archeologické). [20] [21]

Riziko nabývá hodnot v závislosti konkrétních objektech, které se dělí na: komunikace, mosty, tunely. [20] [21]

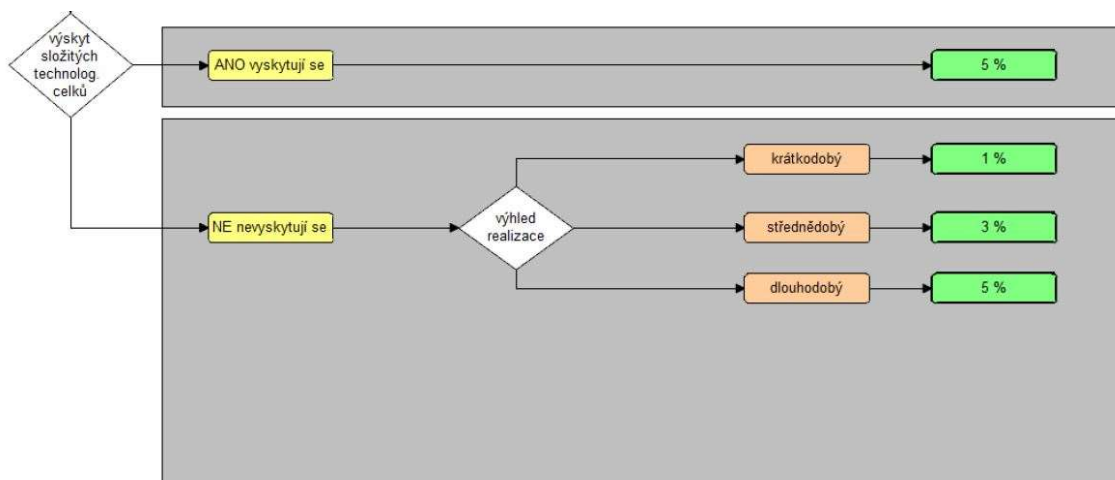
V případě mostních objektů se hodnota rizika pohybuje v intervalu Od -5 % do 20 % z investičních nákladů objektu. [20] [21]



Obrázek 22 Riziko plynoucí z průzkumu umístění stavby [21]

4.5.1.2 Rizika plynoucí z technologického vývoje

V této skupině rizik se zohledňuje vývoj jednotlivých technologií, které se používají v projektu dané stavby. Tento vývoj se váže na časový výhled realizace stavby. Předpoklad tohoto typu rizik je minimalizace finančních ztrát z dopadu technologického vývoje na stavbu. Hodnota rizika se stanovuje pro celou stavbu a závisí na plánovaných termínech realizace. Tato hodnota se pohybuje v intervalu od -1 % do 5 % z investičních nákladů. [20] [21]

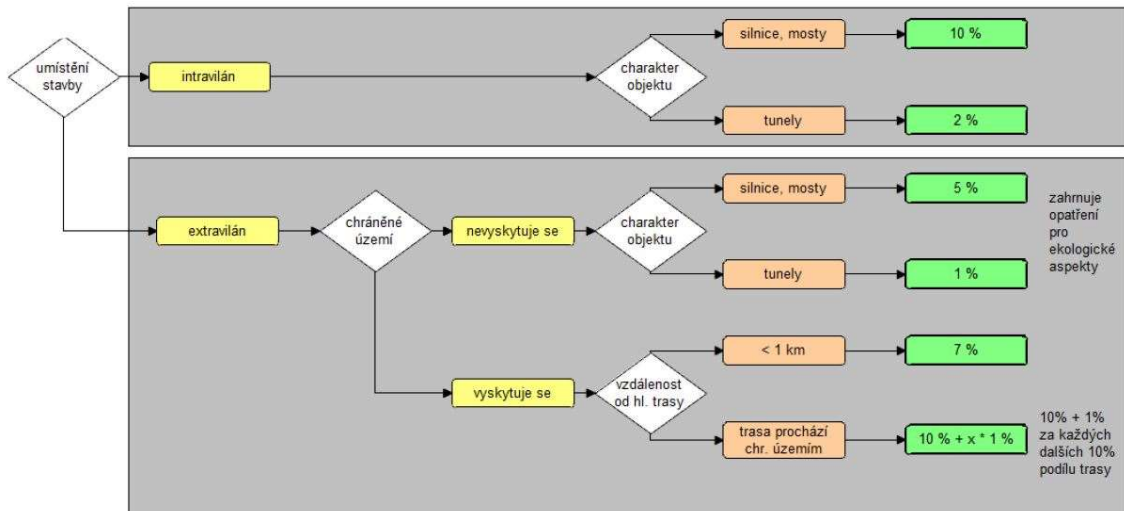


Obrázek 23 Riziko plynoucí z technologického vývoje [21]

4.5.1.3 Enviromentální rizika

Jsou rizika, která zohledňují umístění stavby. Umístění stavby v závislosti na chráněné krajinné celky, výskytu chráněných živočišných a rostlinných druhů, migraci zvěře atd. [20] [21]

Hodnota rizik se pohybuje v intervalu od -2 % do 20 % z investičních nákladů. [20] [21]

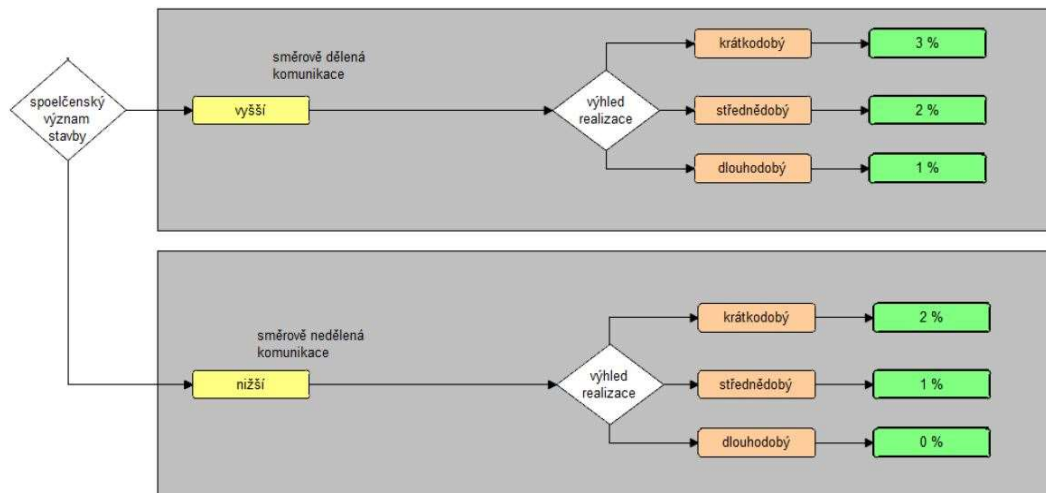


Obrázek 24 Enviromentální rizika [21]

4.5.1.4 Externí rizika

Externí rizika jsou rizika, která jsou závislá na nutné spolupráci mezi investorem a dotčenými subjekty, se kterými se se projednávají například stavební povolení, výkupy pozemků, dočasné zábory a nesoulady s územními plány. Hodnota rizika závisí na plánovaných termínech výstavby a jejich odkladech s dopadem na společenský význam stavby. Výše hodnoty rizika se určuje pro celou stavbu. [20] [21]

Hodnota rizik se pohybuje v intervalu od -1 % do 3 % z investičních nákladů. [20] [21]

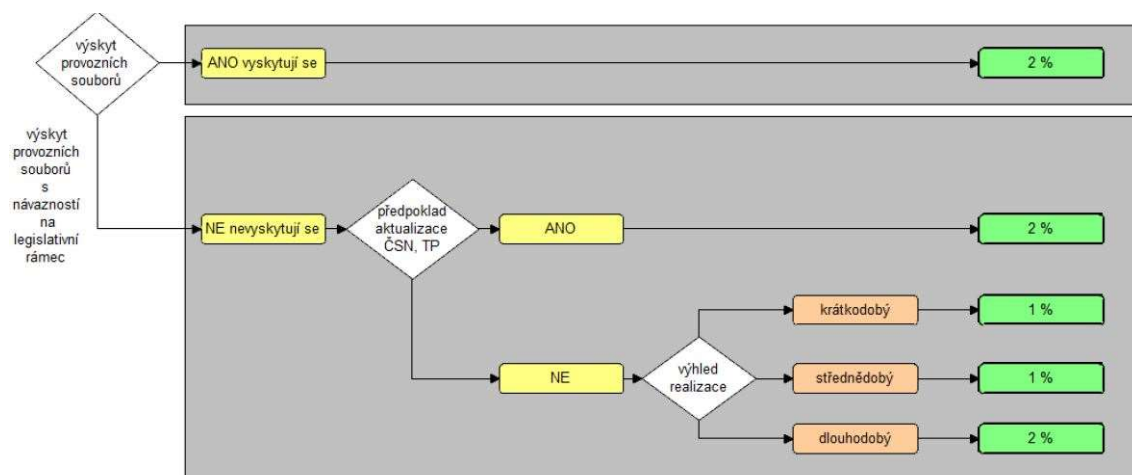


Obrázek 25 Externí rizika [21]

4.5.1.5 Legislativní a právní rizika

Legislativní a právní rizika závisí na vývoji legislativního a právního rámce země. Mezi tyto rizika patří například zpřísnění technických norem, technologických předpisů, technicko - kvalitativních podmínek a jiné. Riziko je vázáno na plánovaných termínech a případných odkladech stavby. Výše hodnoty rizika se určuje pro celou stavbu. [20] [21]

Hodnota rizik se pohybuje v intervalu od -1 % do 2 % z investičních nákladů stavby. [20] [21]



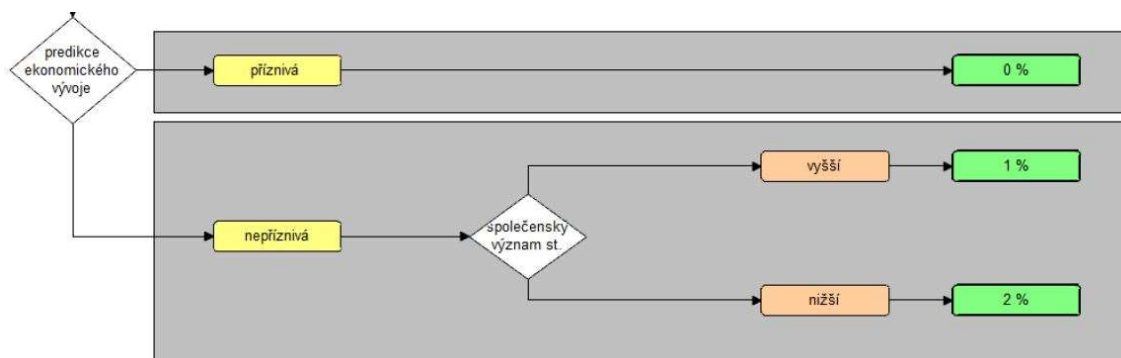
Obrázek 26 Legislativní a právní rizika [21]

4.5.1.6 Ekonomická rizika

Ekonomická rizika jsou rizika závislá na financování stavby z veřejných zdrojů, které jsou závislá na makroekonomické situaci země. Hodnota rizika se určuje

v závislosti na plánovaných termínech a odkladů výstavby v návaznosti na společenský význam stavby. Výše hodnoty rizika se určuje pro celou stavbu. [20] [21]

Hodnota rizik se pohybuje v intervalu od -2 % do 2 % z investičních nákladů stavby. [20] [21]



Obrázek 27 Ekonomická rizika [21]

4.5.2 Stanovení rizikové přírážky pro most Šmejka

Pro všechny varianty mostu se uvažuje stejná hodnota procentuální rizikové přírážky. Výše hodnoty rizika se u jednotlivých variant liší pouze vlivem výše investičních nákladů, které jsou základ, ze kterého se riziko oceňuje.

4.5.2.1 Rizika plynoucí z průzkumu umístění stavby – Šmejka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.1. V tomto případě se jedná o rekonstrukci mostu Šmejka, kde je díky výstavbě stávajícího mostu známé geologické prostředí. Pro mostní objekt s geologicky známým prostředím připadá přírážka 2 % z investičních nákladů.

4.5.2.2 Rizika plynoucí z technologického vývoje - Šmejka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.2. Při výstavbě nového mostu Šmejka se nevyskytují složité technologické celky a výhled realizace výstavby je krátkodobý (0-5 let). Pro krátkodobý výhled realizace bez složitých technologických celků je riziková přírážka 1 % z investičních nákladů.

4.5.2.3 Enviromentální rizika - Šmejka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.3. Nový most Šmejka je umístěn v extravilánu a neprochází chráněným územím. Vzhledem k tomu, že se jedná o rekonstrukci, snižuje se riziková přírážka na 1 % z investičních nákladů.

4.5.2.4 Externí rizika - Šmejalka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.4. Most Šmejalka převádí společensky velmi významnou komunikaci a výhled realizace výstavby je krátkodobý (0-5 let). Pro tuto kombinaci je riziková přírážka 3 % z investičních nákladů.

4.5.2.5 Legislativní a právní rizika - Šmejalka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.5. Při výstavbě mostu Šmejalka se nevyskytují provozní soubory a ani není předpokládána aktualizace ČSN a TP. Výhled realizace výstavby je krátkodobý (0-5 let). Pro tyto podmínky je riziková přírážka 1 % z investičních nákladů.

4.5.2.6 Ekonomická rizika - Šmejalka

Pro stanovení přírážky se vychází z kapitoly 4.5.1.6. Predikce ekonomického vývoje s předpokladem termínů realizace je příznivá a zároveň je most společensky významná stavba. Z této predikce vyplývá, že riziková přírážka je 0 % z investičních nákladů.

4.5.2.7 Souhrn rizik pro most Šmejalka

V tabulce č. 45 lze vidět, že celková výše procentuální rizikové přírážky je 8 %, kterou se oceňují rizika výpočtem z investičních nákladů jednotlivých variant pro most Šmejalka. Výše ceny těchto rizik je vypočtená v další kapitole.

Tabulka 45 Souhrn rizik pro most Šmejalka [24]

Riziko	Stanovená hodnota
Rizika plynoucí z průzkumů umístění stavby	2%
Rizika plynoucí z technologického vývoje	1%
Environmentální rizika	1%
Externí rizika	3%
Legislativní a právní rizika	1%
Ekonomická rizika	0%
Celkem	8%

4.6 Porovnání nákladů na životní cyklus mezi jednotlivými mosty

V této kapitole je srovnání jednotlivých nákladů na životní cyklus mezi jednotlivými mosty. Srovnání je celý stavební objekt, a poté na m² nosné konstrukce mostu.

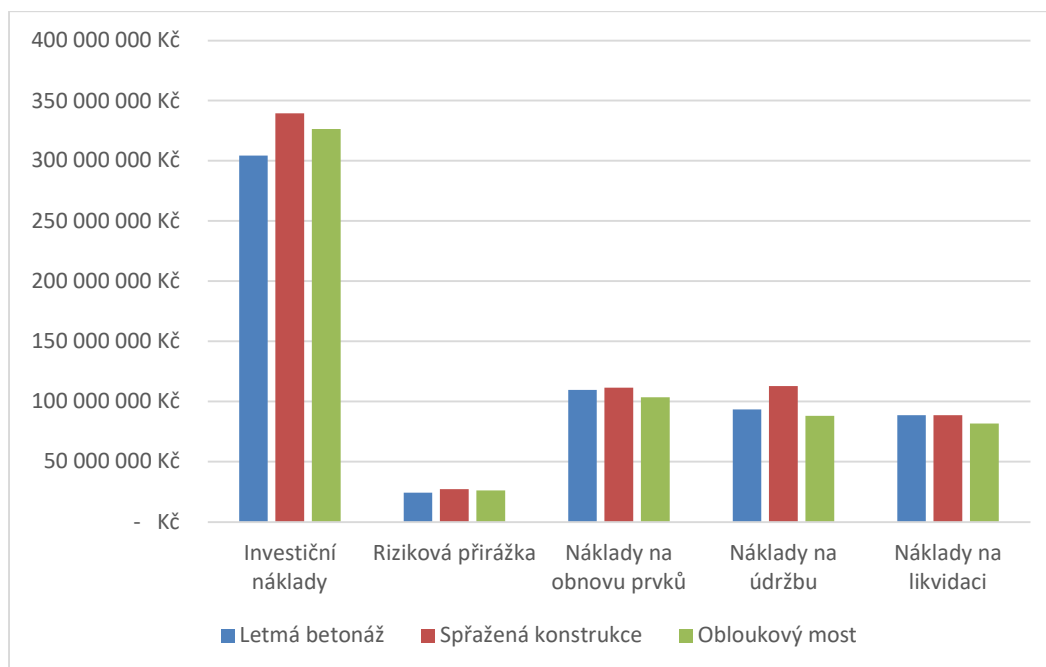
4.6.1 Porovnání nákladů mezi jednotlivými mosty na celý objekt

V tabulce č.46 jsou výsledné náklady jednotlivých variant, včetně rizikové přírážky s procentuálním vyjádřením jednotlivých nákladů.

Tabulka 46 Porovnání jednotlivých nákladů mezi jednotlivými variantami [24]

Náklady	Varianta					
	Letmá betonáž		Spřažená konstrukce		Obloukový most	
	Kč	%	Kč	%	Kč	%
Investiční náklady	304 485 639 Kč	49	339 432 095 Kč	50	326 541 062 Kč	52
Riziková přírážka	24 358 851 Kč	4	27 154 568 Kč	4	26 123 285 Kč	4
Náklady na obnovu prvků	109 701 966 Kč	18	111 549 966 Kč	16	103 618 929 Kč	17
Náklady na údržbu	93 336 762 Kč	15	112 949 686 Kč	17	88 033 517 Kč	14
Náklady na likvidaci	88 710 722 Kč	14	88 710 722 Kč	13	81 693 927 Kč	13
Celkové náklady	620 593 940 Kč	100	679 797 037 Kč	100	626 010 720 Kč	100

Nejnižší náklady na životní cyklus i včetně rizikové přírážky má varianta č.1 – letmá betonáž, což je pro investora zároveň i neekonomičtější varianta. Náklady na životní cyklus včetně rizikové přírážky varianty č.1 mají hodnotu 620 593 940 Kč. Varianta obloukového mostu je dražší o 5 416 780 Kč než neekonomičtější varianta. Varianta s konstrukčním řešením jako spřažená deska je nejméně ekonomická a je dražší než varianta letmé betonáže o 59 203 096 Kč.



Graf 21 Porovnání jednotlivých nákladů mezi jednotlivými variantami [24]

V grafu č. 21 lze vidět, že varianta obloukového mostu je nejméně nákladná z pohledu údržby a obnovy jednotlivých prvků a likvidace stavby. Je to hlavně z důvodu, že konstrukce této varianty má menší rozměry, než zbývající dvě varianty a tím se výrazně

snižují náklady na opravy a obnovy nejnákladnějších prvků, jako jsou asfaltové vozovky, izolace, římsy, zábradelní svodidla a protihlukové stěny. Hlavní nevýhoda obloukového mostu oproti ostatním variantám je vysoká cena za složitou výstavbu oblouku a objem betonů použitých na pilíře, stojky a oblouk. Další nevýhodou obloukového mostu je o hodně vyšší počet hrncových ložisek, které jsou umístěny na opěrách, pilířích a všech stojkách. Varianta letmé betonáže má hrncová ložiska pouze na opěrách, protože mostovka je vetknutá do pilířů. Varianta spřažené konstrukce má nevýhodu ve vysoké ceně ocelové komory a následných vysokých nákladech na její údržbu, kdy se musí pravidelně obnovovat PKO formou nátěrů.

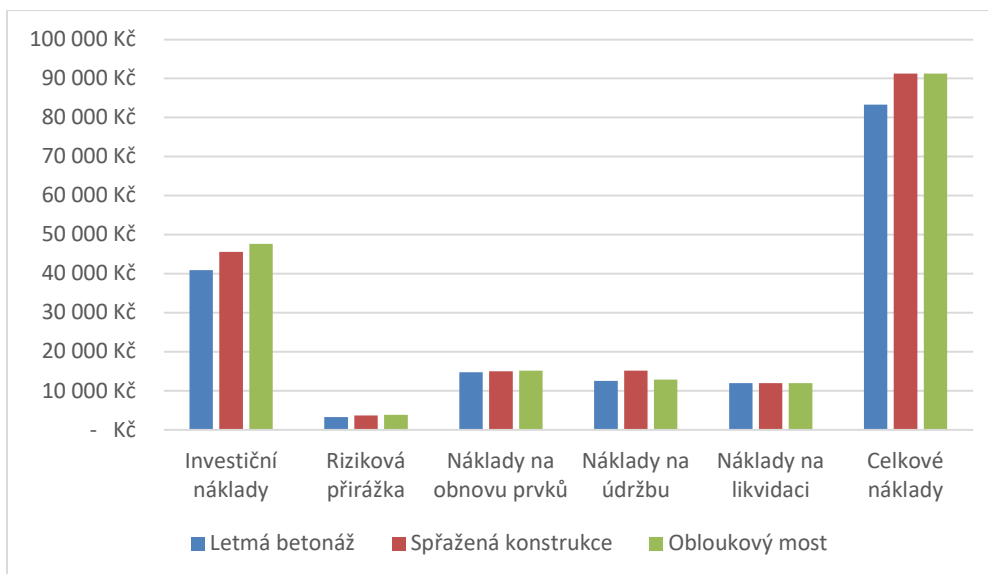
4.6.2 Porovnání nákladů mezi jednotlivými mosty na m² nosné konstrukce

Z důvodu, že varianta obloukového mostu má kratší délku nosné konstrukce, než zbývající dvě varianty jsou zde náklady přepočteny na m² nosné konstrukce mostu.

Tabulka 47 Souhrn nákladů na životní cyklus mostu přepočítán na m² nosné konstrukce mostu [24]

Náklady	Varianta					
	Letmá betonáž		Spřažená konstrukce		Obloukový most	
	Kč	Kč/m ²	Kč	Kč/m ²	Kč	Kč/m ²
Investiční náklady	304 485 639 Kč	40 871 Kč	339 432 095 Kč	45 561 Kč	326 541 062 Kč	47 594 Kč
Riziková přírážka	24 358 851 Kč	3 270 Kč	27 154 568 Kč	3 645 Kč	26 123 285 Kč	3 808 Kč
Náklady na obnovu prvků	109 701 966 Kč	14 725 Kč	111 549 966 Kč	14 973 Kč	103 618 929 Kč	15 103 Kč
Náklady na údržbu	93 336 762 Kč	12 528 Kč	112 949 686 Kč	15 161 Kč	88 033 517 Kč	12 831 Kč
Náklady na likvidaci	88 710 722 Kč	11 907 Kč	88 710 722 Kč	11 907 Kč	81 693 927 Kč	11 907 Kč
Celkové náklady	620 593 940 Kč	83 301 Kč	679 797 037 Kč	91 248 Kč	626 010 720 Kč	91 242 Kč

Tabulka č. 47 potvrzuje, že **nejekonomičtější varianta z pohledu nákladů na životní cyklus je varianta letmé betonáže, která má náklady na m² nosné konstrukce mostu 83 301 Kč.** Varianta spřažené konstrukce a obloukového mostu mají tyto náklady na m² nosné konstrukce přibližně 91 240 Kč.



Graf 22 Porovnání jednotlivých nákladů přepočtených na m² nosné konstrukce mezi jednotlivými variantami [24]

V grafu č. 22 lze vidět, že varianta letmé betonáže má nejnižší všechny typy nákladů. Naopak tato kapitola ukazuje, že obloukový most má nejvyšší investiční náklady a náklady na obnovu prvků na m² nosné konstrukce. Náklady na údržbu prvků má nejvyšší varianta spřažené konstrukce z důvodu ocelové komory, pro kterou jsou náklady na údržbu vyšší než u železobetonové nosné konstrukce.

Závěr

Za pomoci softwaru EstiCon, databáze měrných nákladů staveb a podkladů projektové dokumentace byla vybrána nejvhodnější varianta z pohledu nákladů na životní cyklus mostu Šmejka.

Varianta letmé betonáže má nejnižší náklady na životní cyklus mostu. Tyto náklady byly v každé fázi životního cyklu ovlivňovány zejména konstrukčním řešením mostu. **Hlavní výhodou tohoto konstrukčního řešení oproti ostatním variantám je „nižší“**

- pořizovací cena
- menší plocha betonových povrchů (pilíře, železobetonová komora)
- malý počet ložisek, což má vliv na náklady na údržbu a obnovu během životnosti mostu.

V rámci určení nákladů na údržbu a obnovu prvků mostu byl vytvořen oproti softwaru EstiCon optimalizovaný harmonogram výměn jednotlivých prvků vycházející z návazností a sjednocení oprav. Toto sjednocení oprav a tím i zkrácení plánovaných životností prvků vedlo k zvýšení nákladů oproti harmonogramu vycházejícího dle softwaru EstiCon. Navzdory tomuto faktu byl vybrán optimalizovaný harmonogram výměn, protože efektivněji využívá jednotlivé prvky, což vede k zajištění vyšší kvality a bezpečnosti během jízdy. Další výhodou tohoto sjednocení oprav může být plynulejší provoz v letech, kdy neprobíhají výměny prvků a snížení nákladů na DIO, které je na takto významných komunikacích velice nákladné a složité.

Náklady na životní cyklus lze nejvíce ovlivňovat v předinvestiční a investiční fázi. Musí být vybráno nejvhodnější konstrukční řešení, vybrány nejvhodnější elementy mostu a zajištěna výstavba s nejvyšší možnou kvalitou a jakostí dle daných technologických předpisů, jinak skutečné životnosti jednotlivých elementů mohou být výrazně kratší. **Například u této varianty by bylo dobré zvážit náhradu hrncových ložisek za kalotové, které jsou sice o přibližně 15 % pořizovací cenou dražší, ale mají o 25 let delší plánovanou životnost, což by snížilo náklady během fáze provozní.**

Bibliografie

- [1] ČSN 73 6200: *Mosty - Terminologie a třídění*. 2011.
- [2] Základní názvosloví mostů. In: *Www.docplayer.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/80900518-Zakladni-nazvoslovi-lavky-slouzi-chodcum-cyklistum-revizim-podolsky-most-lavka-pro-pesi-pres-dalnici-d8.html>
- [3] ŠAFÁŘ, Roman. *Betonové mosty I: přednášky*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04661-6.
- [4] Spodní stavba mostu. In: *Www.hobst.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.hobst.cz/project/lysa-nad-labem-most/>
- [5] Nosná konstrukce mostu. In: *Www.hobst.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.hobst.cz/project/d1-km059-levy-most-soutice/>
- [6] History of bridges. *Www.historyofbridges.com* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.historyofbridges.com/>
- [7] Mostní svršek. In: *Www.hobst.cz* [online]. b.r. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.hobst.cz/project/sojovice-most/>
- [8] Most Anji. In: *Www.wikiwand.com* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: https://www.wikiwand.com/en/Anji_Bridge
- [9] MĚŠŤANOVÁ, Dana. *Ocenění mostních objektů na dálničních stavbách z pohledu udržitelného rozvoje*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-.
- [10] Most ŠMEJKALKA [online]. b.r. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/zajimave-mosty/>
- [11] Most Šmejka. In: *Www.zdopravy.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/protektoratni-most-na-d1-nahradi-behem-oprav-provizorium-hotov-bude-az-za-pet-let-17964/>
- [12] Šmejka - historie. In: *Www.betontks.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2016-4-82_0.pdf
- [13] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Oceňování v rámci výstavbového projektu: (propočty, položkové rozpočty)*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2013. ISBN 978-80-01-05226-6.
- [14] Životní cyklus staveb. In: *Www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb>

- [15] KUDA, František, Eva BERÁNKOVÁ a Petr SOUKUP. *Facility management v kostce: pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012. ISBN 978-80905257-0-2.
- [16] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- [17] Ovlivnění výše nákladů během LCC. In: *Www.slideplayer.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/11983659/>
- [18] Návrhová životnost stavebních objektů. In: *Www.europanel.cz* [online]. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.europanel.cz/cz/aktualne/archiv-aktualit/zivotnost-staveb.html>
- [19] 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.
- [20] *Software EstiCon* [online]. b.r. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: www.esticon.cz
- [21] *Státní fond dopravní infrastruktury* [online]. b.r. [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/>
- [22] *Projektová dokumentace*. b.r.
- [23] *Vlastní zpracování autora na základě softwaru EstiCon*. b.r.
- [24] *Vlastní zpracování autora*. b.r.
- [25] Měrné náklady staveb. *Www.merne-naklady-staveb.cz* [online]. b.r. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <http://merne-naklady-staveb.cz/>
- [26] Časopis stavebnictví. <https://www.casopisstavebnictvi.cz> [online]. b.r. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Názvosloví mostu [2]	2
Obrázek 2 Spodní stavba - most Lysá nad Labem [4]	3
Obrázek 3 Nosná konstrukce - most D1 – Soutice [5]	4
Obrázek 4 Mostní svršek - Sojovice [7]	4
Obrázek 5 Most Anji v Číně [8]	5
Obrázek 6 most Šmejka [11]	7
Obrázek 7 most Šmejka – historie [12]	8
Obrázek 8 Životní cyklus stavebního díla [15]	9
Obrázek 9 Fáze životního cyklu [15]	10
Obrázek 10 Možnost ovlivnění nákladů během životního cyklu [17]	11
Obrázek 11 Návrhová životnost stavebních objektů [18]	13
Obrázek 12 Příčný řez - varianta 1 [22]	23
Obrázek 13 Podélný řez - varianta 1 [22]	24
Obrázek 14 Postup výstavby - varianta 1 [22]	25
Obrázek 15 Příčný řez - varianta 2 [22]	44
Obrázek 16 Podélný řez - varianta 2 [22]	45
Obrázek 17 Postup výstavby - varianta 2 [22]	46
Obrázek 18 Příčný řez - varianta 3 [22]	65
Obrázek 19 Podélný řez - varianta 3 [22]	66
Obrázek 20 Postup výstavby – varianta 3 [22]	67
Obrázek 21 Most přes Opárenské údolí [26]	68
Obrázek 22 Riziko plynoucí z průzkumu umístění stavby [21]	85
Obrázek 23 Riziko plynoucí z technologického vývoje [21]	85
Obrázek 24 Enviromentální rizika [21]	86
Obrázek 25 Externí rizika [21]	87
Obrázek 26 Legislativní a právní rizika [21]	87
Obrázek 27 Ekonomická rizika [21]	88

Seznam tabulek

Tabulka 1 Použité skupiny, podskupiny a atributy – varianta 1 – letmá betonáž [23] ...	26
Tabulka 2 Tabulka investičních nákladů – varianta 1 – letmá betonáž [23]	27
Tabulka 3 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 1 – letmá betonáž [23]	27
Tabulka 4 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 1 - varianta EstiCon [23]	28
Tabulka 5 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 1 - varianta EstiCon [23]	29
Tabulka 6 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 1 - varianta EstiCon [23]	30
Tabulka 7 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]	31
Tabulka 8 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]	32
Tabulka 9 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]	33
Tabulka 10 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 - varianta EstiCon [23]	35
Tabulka 11 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23]	37

Tabulka 12 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 1 [23].....	38
Tabulka 13 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 1 [24].....	38
Tabulka 14 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 1 – letmá betonáž [24].....	39
Tabulka 15 Náklady na životní cyklus – varianta 1 – letmá betonáž [24].....	39
Tabulka 16 Použité skupiny, podskupiny a atributy – varianta 2 – spřažená konstrukce [23].....	47
Tabulka 17 Tabulka investičních nákladů – varianta 2 – spřažená konstrukce [23].....	48
Tabulka 18 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 2 – spřažená konstrukce [23].....	48
Tabulka 19 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 2 - varianta EstiCon [23].....	49
Tabulka 20 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 2 - varianta EstiCon [23]....	50
Tabulka 21 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 2 - varianta EstiCon [24].....	51
Tabulka 22 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	52
Tabulka 23 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	53
Tabulka 24 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	54
Tabulka 25 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta EstiCon [23]	56
Tabulka 26 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	58
Tabulka 27 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 2 [23].....	59
Tabulka 28 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 2 – spřažená konstrukce [24].....	59
Tabulka 29 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]....	60
Tabulka 30 Náklady na životní cyklus – varianta 2 – spřažená konstrukce [24].....	60
Tabulka 31 Výpočet investičních nákladů - varianta 3 - obloukový most [24].....	69
Tabulka 32 Seznam zvolených elementů, včetně specifikací – varianta 3 [23].....	69
Tabulka 33 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 3 - varianta EstiCon [23].....	70
Tabulka 34 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 3 - varianta EstiCon [23]....	70
Tabulka 35 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 3 - varianta EstiCon [23].....	72
Tabulka 36 Elementy, jejich životnosti a plánovaný počet výměn – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	73
Tabulka 37 Časový plán (harmonogram) oprav – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	74
Tabulka 38 Časový plán pro jednotlivé typy údržby – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	75
Tabulka 39 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta - varianta EstiCon [23]...	77
Tabulka 40 Výpočet nákladů na údržbu a obnovu – varianta vycházející ze sjednocení oprav [23].....	79
Tabulka 41 Vyhodnocení variant z pohledu nákladů na údržbu a obnovu – varianta 3 [23].....	80

Tabulka 42 Stanovení nákladů na likvidaci stávajícího mostu Šmejka – varianta 3 [24].....	80
Tabulka 43 Stanovení nákladů na likvidaci – varianta 3 – obloukový most [24]	81
Tabulka 44 Náklady na životní cyklus – varianta 3 – obloukový most [24]	81
Tabulka 45 Souhrn rizik pro most Šmejka [24].....	89
Tabulka 46 Porovnání jednotlivých nákladů mezi jednotlivými variantami [24]	90
Tabulka 47 Souhrn nákladů na životní cyklus mostu přepočítán na m ² nosné konstrukce mostu [24].....	91

Seznam grafů

Graf 1 Náklady na výměnu – varianta 1 - varianta EstiCon [20]	34
Graf 2 Náklady na údržbu – varianta 1 - varianta EstiCon [20]	34
Graf 3 Náklady na výměnu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	36
Graf 4 Náklady na údržbu – varianta 1 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	36
Graf 5 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 1 – letmá betonáž [24].....	40
Graf 6 Souhrn investičních nákladů na jednotlivé elementy mostu – varianta 1 – letmá betonáž [24]	40
Graf 7 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu motu – varianta 1 – letmá betonáž [24]	41
Graf 8 Náklady na výměnu – varianta 2 - varianta EstiCon [20]	55
Graf 9 Náklady na údržbu – varianta 2 - varianta EstiCon [20]	55
Graf 10 Náklady na výměnu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	57
Graf 11 Náklady na údržbu – varianta 2 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	57
Graf 12 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]..	61
Graf 13 Souhrn investičních nákladů na jednotlivé elementy mostu – varianta 2 – spřažená konstrukce [24]	61
Graf 14 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu motu – varianta 2 – spřažená konstrukce [24].....	62
Graf 15 Náklady na výměnu – varianta 3 - varianta EstiCon [20]	76
Graf 16 Náklady na údržbu – varianta 3 - varianta EstiCon [20]	76
Graf 17 Náklady na výměnu – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	78
Graf 18 Náklady na údržbu – varianta 3 - varianta vycházející ze sjednocení oprav [20]	78
Graf 19 Souhrnné náklady na životní cyklus – varianta 3 – obloukový most [24]	82
Graf 20 Souhrn nákladů na údržbu a obnovu mostu – varianta 3 – obloukový most [23]	82
Graf 21 Porovnání jednotlivých nákladů mezi jednotlivými variantami [24].....	90
Graf 22 Porovnání jednotlivých nákladů přepočtených na m ² nosné konstrukce mezi jednotlivými variantami [24]	92

Seznam příloh

Příloha č.1 – Podélný řez – varianta 1

Příloha č.2 – Příčný řez – varianta 1

Příloha č.3 – Postup výstavby mostu – varianta 1

Příloha č.4 – Podélný řez – varianta 2

Příloha č.5 – Příčný řez – varianta 3

Příloha č.6 – Postup výstavby mostu – varianta 1

Příloha č.7 – Podélný řez – varianta 3

Příloha č.8 – Příčný řez – varianta 3

Příloha č.9 – Postup výstavby mostu – varianta 3