



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST INVESTIČNÍHO ZÁMĚRU PROJEKTU VEŘEJNÉHO PROJEKTU

ECONOMIC EFFICIENCY OF A PUBLIC PROJECT INVESTMENT PLAN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Filip Doležal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav stavební ekonomiky a řízení
Student: **Bc. Filip Doležal**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260021 Stavební inženýrství – management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Ekonomická efektivnost investičního záměru projektu veřejného projektu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zadání:

Cílem práce je stanovení ekonomické efektivnosti veřejného investičního projektu výstavby poldru Krounka - Kutřín

Zadání:

1. Povodeň, parametry povodně, protipovodňová opatření – obecný popis.
2. Metodika stanovení škody na majetku po povodni.
3. Případová studie – popis, analýza a vyhodnocení ekonomické efektivnosti výstavby poldru Krounka - Kutřín.

Výstupem práce je identifikace řešeného území, vyčíslení ochráněné hodnoty majetku pro realizace protipovodňového opatření (poldr) a posouzení jeho celospolečenské efektivnosti.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem práce je stanovení ekonomické efektivnosti veřejného investičního projektu výstavby poldru Krounka - Kutřín.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Korytářová J., Hromádka V.: Veřejné stavební investice I., Brno, 2022 – el. studijní opora FAST VUT
2. Dufek, Z., Korytářová, J. et al.: Veřejné stavební investice, Leges, Praha,2018
3. Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i. Brno, 03/2012.

4. Cenová soustava RTS Brno, a.s., ÚRS Praha, a.s.

5. Korytářová, J. et al: Povodně a nemovitý majetek v území, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno 2007

6. Projektová dokumentace projektu výstavby poldru Krounka – Kutřín

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne 8. 4. 2022

L. S.

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

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problematikou povodní, protipovodňových opatření a stanovování škod po povodních. První část je zaměřena na povodně a protipovodňová opatření, dále na hodnocení ekonomické efektivity a metodiky na stanovení škod a ukazatelů pro určení ekonomické efektivity. Také jsou zde vysvětleny cenové indexy a analýza citlivosti. Druhá část rozebírá investiční projekt výstavby poldru Krounka – Kutřín. Jedná se o projekt protipovodňové ochrany na řece Novohradce, který je financován z dotačního programu Ministerstva zemědělství a rozpočtu státního podniku Povodí Labe. Je popsáno chráněné území, nemovitý majetek a obyvatelstvo. Jsou stanoveny škody na nemovitém majetku v cenové úrovni 2022 a určena ekonomická efektivity celého projektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Povodně, protipovodňová opatření, veřejný investiční projekt, ekonomická efektivity, cenové indexy, analýza citlivosti, polder, veřejná zakázka

ABSTRACT

This master thesis deals with the issues of floods, flood control measures and flood damage assessment. The first part focuses on floods and flood protection measures, then on the assessment of economic efficiency and methodologies for determining damages and indicators for determining economic efficiency. Price indices and sensitivity analysis are also explained. The second part discusses the investment project for the construction of the Krounka – Kutřín polder. This is a flood protection project on the Novohradka River, which is financed from the subsidy programme of the Ministry of Agriculture and the budget of the State Enterprise Elbe River Basin. The protected area, immovable property and population are described. Damage to immovable property at the 2022 price level is determined and the economic efficiency of the whole project is determined.

KEY WORDS

Floods, flood protection measures, public investment project, economic efficiency, price indices, sensitivity analysis, polder, public procurement

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOLEŽAL, Filip. Ekonomická efektivnost investičního záměru projektu veřejného projektu [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142273>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Jana Korytářová.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Ekonomická efektivnost investičního záměru projektu veřejného projektu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Filip Doležal

autor

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto prof. Ing. Janě Korytářové, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytla při vypracování závěrečné práce a vedení. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Aleši Drábovi Ph.D. za odborné rady v oblasti vodního hospodářství. Také bych rád poděkoval státnímu podniku Povodí Labe, zejména Ing. Jiřímu Kladivovi, za poskytnuté materiály pro případovou studii této diplomové práce.

Obsah

1	Úvod	9
2	Povodně a záplavy	10
2.1	Rozdělení povodní	10
2.2	Záplavy	11
2.3	Záplavové území a povodňová mapa.....	12
2.4	Povodně v historii České republiky	12
2.5	Povodňové průtoky	14
2.6	Stupně povodňové aktivity	14
3	Ochrana před povodněmi.....	16
3.1	Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky	16
3.2	Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) 16	
3.3	Povodňová opatření	17
3.4	Stavby na ochranu před povodněmi.....	17
3.4.1	PPO v ploše povodí	17
3.4.2	PPO na kanalizační síti.....	18
3.4.3	PPO na vodních tocích a v údolních nivách.....	19
4	Hodnocení ekonomické efektivity projektů	24
4.1	Princip 3E (3U)	24
4.1.1	Hospodárnost.....	25
4.1.2	Efektivnost	25
4.1.3	Účelnost.....	25
5	Metodika stanovení škody na nemovitém majetku po povodni	26
5.1	Principy stanovení přímých potenciálních materiálních škod	26
5.1.1	Potřebné datové podklady a zdroje	28
5.1.2	Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku.....	29
5.1.3	Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod	33
6	Metodika pro posuzování protipovodňových opatření navržených do III. etapy programu „prevence před povodněmi“	35
6.1	Poměrový ukazatel efektivity.....	35
6.2	Absolutní ukazatel efektivity	35
6.3	Doba návratnosti	36
7	Cenový index.....	37
8	Analýza citlivosti.....	38
8.1	Test elasticity	38
8.2	Analýza citlivosti	38
9	Případová studie – výstavba poldru Kutřín	39
9.1	Poldr Kutřín	39
9.1.1	Změny celkových nákladů projektu výstavby poldru Kutřín v čase.....	40
9.1.2	Technický popis projektu výstavby poldru Kutřín.....	41
9.2	Chráněné území	43
9.2.1	Novohradka	43
9.2.2	Území	43
9.2.3	Nemovitý majetek ve sledovaném území.....	44
9.2.4	Obyvatelstvo.....	45
9.3	Stanovení potenciálních škod	46
9.4	Ekonomická efektivnost projektu	47

9.5	Analýza citlivosti	49
9.5.1	Test elasticity.....	49
9.5.2	Analýza citlivosti kritických proměnných	52
9.6	Bod zvratu.....	55
10	Závěr.....	58
11	Bibliografie.....	59
12	Seznam tabulek.....	63
13	Seznam obrázků.....	65
14	Seznam rovnic	67
15	Seznam příloh.....	68

1 Úvod

Tato diplomová práce se bude zabývat problematikou povodní, protipovodňových opatření a stanovování škod po povodních. Toto téma bylo vybráno zejména z důvodu, že povodně jsou nejčastější přírodní katastrofou na území České republiky. Práce rozebere problematiku povodní a stanovování jimi způsobených potencionálních škod na nemovitém majetku v zaplaveném území.

V první části se tato práce bude zabývat povodněmi a protipovodňovými opatřeními, dále se bude zabývat hodnocením ekonomické efektivity projektu, metodikou stanovení škody na majetku po povodni a metodikou pro stanovení ekonomických ukazatelů. V závěru první části se bude práce zabývat problematikou cenových indexů a analýzou citlivosti.

V druhé části diplomová práce rozebere investiční projekt výstavby poldru Krounka – Kutřín, který se nachází na říčce Krounce nedaleko měst Skuteč a Proseč. Jedná se o projekt ochrany obyvatel před povodněmi na řece Novohradce. Je financován z rozpočtu státního podniku Povodí Labe a dotačního titulu Ministerstva zemědělství. Bude popsáno chráněné území, nemovitý majetek a obyvatelstvo. Dále budou stanoveny potencionální škody na nemovitém majetku v cenové úrovni 2022 a určena ekonomická efektivnost celého projektu.

Cílem této diplomové práce je stanovení ekonomické efektivity veřejného investičního projektu výstavby poldru Krounka – Kutřín.

2 Povodně a záplavy

Povodně lze definovat jako přechodné výrazné zvýšení vodní hladiny toků nebo povrchových vod. Při této události dochází k zaplavování území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. [1]

2.1 Rozdělení povodní

Povodně lze rozdělit na přirozené a zvláštní.

Přirozené povodně jsou takové, které jsou způsobeny přírodními jevy jako je tání, dešťové srážky anebo chodem ledů.

Zvláštní povodně jsou povodně zapříčiněné jinými vlivy než povodně přirozené. Například se může jednat o poruchu na vodním díle, při které může dojít až k havárii, a podobně.

Dále lze přirozené povodně rozdělit na zimní a jarní, letní, přívalové letní a zimní povodňové situace [2]

Zimní a jarní povodně jsou způsobené táním sněhové pokrývky. Velmi často se vyskytují s dešťovými srážkami. Výskyt těchto povodní je zejména v podhorských vodních tocích. Tyto povodně se dále šíří do nižších úseků velkých toků. Pokud se nachází tající sněhová pokrývka i v nižších polohách, dochází k výrazné mohutnosti. Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe uvádí jako příklad těchto povodní povodně z března roku 2000 na řece Jizeře a horním toku Labe. [2]



Obrázek 1 Přehrada Les Království při povodních března 2000 [32]

Obrázek 2 Přehrada Les Království při normálním stavu [34]

Letní povodně jsou zapříčiněné dlouhotrvajícími regionálními dešti. Tyto deště se vyskytují na poměrně velkém území a trvají několik dní. Při těchto povodních někdy dochází k tomu, že srážky přicházejí ve vlnách s odstupem několika dní až týdnů a způsobují více povodňových vln. Jako příklad takovýchto povodní uvádí plán pro zvládání povodňových rizik

v povodí Labe povodně z června 2013 na řekách Vltava, Berounka, Sázava a Dolní Labe. Na obrázcích je porovnání klidné a rozvodněné Vltavy. [2]



Obrázek 3 Pohled ze Staroměstské mostecké věže na rozvodněnou Vltavu (r. 2013) u Mánesova mostu v pozadí se Strakovou akademií [33]



Obrázek 4 Pohled ze Staroměstské mostecké věže na klidnou Vltavu u Mánesova mostu v pozadí se Strakovou akademií [35]

Přívalové letní povodně jsou způsobené krátkými ale velmi intenzivními srážkami a obvykle zasahují malá území. Vyskytují se na malých vodních tocích. Katastrofální důsledky mají zejména při sklonitých vějířovitých povodích. Tyto povodně se občas vyskytují v kombinaci s letními povodněmi a zhoršují její průběh. Příklad kombinace je již zmíněná povodeň z června 2013. [2]

Zimní povodňové situace jsou zapříčiněny ledovými jevy, které způsobují ledové zácpy při chodu ledových ker anebo nápěchů chodu ledové kaše. V dnešní době z důvodu mírných zim je tento typ povodní nevýznamný. Příkladem takové povodně je povodeň v lednu 1982 na řekách Berounka, Cidlina a Ohře. [2]

2.2 Záplavy

„Záplava je mimořádnou událostí, při které dojde ke stojatému nebo proudícímu zaplavení oblasti. Vzniká i v důsledku vydatných srážek nebo během tání sněhu či zpětným vzduším kanalizační vody.“ [3]

Dle výše uvedené definice je hlavní rozdíl mezi povodní a záplavou ten, že záplava na rozdíl od povodně může zasáhnout jakékoliv území. Například na kopci se povodeň na rozdíl od záplavy nevyskytuje.

2.3 Záplavové území a povodňová mapa

Česká asociace pojišťoven rozdělila území České republiky do čtyř kategorií, na takzvané povodňové zóny v povodňové mapě. Hlavním úkolem této mapy je pomoci určit potencionální riziko povodně nebo záplavy a na základě tohoto rizika určit výši pojistného.

Povodňové zóny:

1. povodňová zóna – zanedbatelné, velmi nízké riziko povodně nebo záplavy,
2. povodňová zóna – nízké riziko (zóna staleté vody),
3. povodňová zóna – střední až vysoké riziko (zóna padesátileté vody),
4. povodňová zóna – velmi vysoké riziko. [3]

Na rozdíl od povodňové mapy je záplavové území definované pomocí zákona č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Tento zákon záplavová území definuje takto: „Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou.“ [4] Tato území musí být stanovena vodoprávním úřadem na základě návrhu správce vodního toku. Na území České republiky jsou nejvýznamnějšími správci vodních toků státní podniky Povodí, mezi tyto podniky patří Povodí Labe, Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Odry a Povodí Moravy, a Lesy České republiky. [5]

2.4 Povodně v historii České republiky

„Povodně představují pro Českou republiku největší přímé nebezpečí v oblasti přírodních katastrof a jsou příčinou závažných krizových situací, které provázejí nejenom rozsáhlé materiální škody, ale rovněž ztráty na životech obyvatel postižených území a rozsáhlé devastace kulturní krajiny včetně ekologických škod.“ [2]

Výše uvedená citace prohlášení Ministerstva životního prostředí udává, že Česká republika je nejvíce ze všech přírodních katastrof zasažena právě povodněmi, z tohoto důvodu je pro ilustraci v textu uveden seznam povodní, které zasáhly území České republiky v minulosti. Významné povodně na území České republiky jsou seřazeny chronologicky dle let událostí.

Tabulka 1 Seznam povodní na území České republiky [[6], vlastní zpracování]

Datum	Místo/řeka	Informace	Počet obětí
1118 Zář	Praha	V září povodeň strhla mnoho domů (kronikář Kosmas), kdy „vystoupila voda přes deset loktů nad most“	
1272 Březen	Praha	Juditin most poškozen ledovými krami	
1342 Únor	Praha	Juditin most zásadně poškozen, nahrazen novým mostem	
1432 Červenec	Praha	Připlavené dřevo ucpalo Vltavu a Karlův most přišel o pět pilířů.	
1655 Březen	Praha	Voda led po dvakrát přinesla na staroměstský rynek“, odhad 4000 m ³ /s	
1768 Únor	Písek	Zřítla se levobřežní brána Kamenného mostu	

Datum	Místo/řeka	Informace	Počet obětí
1774	Labe		
1784 Únor, Březen	Praha	28. února byl průtok Vltavy v Praze 4500 m ³ /s.	
1799 Únor	Labe		
1824 Červen	Vltava		
1830 Březen	Vltava		
1845 Březen	Praha	Jedna z historicky největších povodní, odhadovaný průtok Vltavy v Praze 4500 m ³ /s, kde byla hladina 544 cm nad normálem.	
1862 Únor, Březen	Labe		
1872 Květen	Berounka, Vltava	Některé vesnice byly úplně zničeny, voda se na berounském náměstí zastavila ve výšce dvou metrů. Průtok vody ve Vltavě 3300 m ³ /s.	Několik desítek
1876 Únor	Labe		
1888 Zář	Jižní Čechy	Jedna z nejničivějších povodní v Českých Budějovicích.	
1890 Zář	Vltava	Opět pobořen Karlův most převážně nahromaděním dříví a vorů, průtok Vltavy v Praze 4000 m ³ /s	
1893 Únor	Vltava		
1915 Říjen	Vltava		
1940 Březen	Vltava, Labe	Průtok Vltavy byl 3245 m ³ /s.	
1954 Červenec	Vltava	velkou část povodňové vody zadržela dokončovaná vodní nádrž Slapy; Vltavská kaskáda již brání tvorbě ledu, který při povodních ucpával koryto	
1966 Červenec	Novojičínsko	Škody přesáhly 100 milionů Kčs.	
1970 Červen	Jižní Morava		35
1981 Červenec	Berounka	Po čtyřdenních deštích trval povodňový stav na Berounce více než týden.	
1985 Květen	jižní Morava, Vysočina, severní Morava		
1987 Červen, červenec	Čechy		
1997 Srpen	Morava, Slezsko, východní Čechy	Nejrozsáhlejší katastrofa konce 20. století prokázala nepřípravenost tehdejších institucí. Následovalo rozsáhlé přepracování havarijních plánů.	50
1998 červenec	Královohradecký kraj		6
2002 Srpen	Vltava, Labe	Dosud největší změřené povodně v Čechách – průtok Vltavy v Praze 5300 m ³ /s.	17
2006 Březen, duben	Velká část České republiky		7
2009 Červen, červenec	Moravskoslezský, Olomoucký, zlínský a Jihočeský kraj		13

Datum	Místo/řeka	Informace	Počet obětí
2010 Květen	Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský a Jihočeský kraj		1
2010 Srpen	Liberecký kraj		5
2013 Červen	Labe a Vltava	Průtok Vltavy v Praze 3210 m ³ /s.	7

* Vltava v Praze má normální průtok cca 150 m³/s

Z výše uvedené tabulky povodní na území České republiky je zřejmé, že je nutné vybudovat účinná protipovodňová opatření. Zásadní vliv na tato opatření měly hlavně povodně v roce 1997, které jsou vnímány jako nejničivější katastrofa střední Evropy konce 20. století, například v Polsku jsou označovány jako tisíciletá povodeň. Díky této povodni se začala u nás rozvíjet protipovodňová ochrana.

2.5 Povodňové průtoky

Na základě množství vody ve vodním toku jsou určeny kumulativní průtoky pro povodňové stavy daného toku. Tyto průtoky jsou označovány pomocí písmena Q a čísla N, které označuje průtok v daném toku, který je dosažen nebo překročen 1krát za určité N-leté období. Příklady užívaných označení:

„Q5 – Označuje povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen 1krát za 5 let.

Q20 – Označuje povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen 1krát za 20 let.

Q100 – Označuje povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen 1krát za 100 let.

Q500 – Označuje povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen 1krát za 500 let. Často je označována jako největší přirozená povodeň. Na větší kulminační průtoky (např. teoretické Q1000) jsou již dimenzovány pouze velké přehradní nádrže či jiné významné objekty.“ [7]

2.6 Stupně povodňové aktivity

Stupně povodňové aktivity (SPA) jsou dle zákona č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) definovány do tří stupňů povodňové aktivity. Při dosažení druhého stupně se začíná jednat o povodeň.

1. stupeň (stav bdělosti) – první stupeň je vyhlášen buď při nebezpečí povodně, anebo při vydání výstražné informace předpovědní povodňové služby. Při tomto stupni je nutné

věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí. Svoji činnost zahajuje hlásná a hlídková služba.

2. stupeň (stav pohotovosti) – druhý stupeň je vyhlášen, když povodňové nebezpečí přeroste v povodeň, ale nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto toku. V tomto stupni se aktivují povodňové orgány, prostředky na zabezpečovací práce a provádějí se úkony ke zmírnění povodní dle povodňového plánu
3. stupeň (stav ohrožení) – třetí stupeň je vyhlášen při bezprostředním nebezpečí, při vzniku větší škody, anebo ohrožení životů a majetku. Dochází k evakuaci obyvatelstva a provádějí se zabezpečovací případně záchranné práce.

Na následujícím obrázku je znázornění označení stupňů na mostě přes řeku Moravu v Olomouci-Chomoutově.



Obrázek 5 Označení stupňů povodňové aktivity u vodočtu na pilíři mostu přes řeku Moravu v Olomouci-Chomoutově [36]

3 Ochrana před povodněmi

Ochrana před povodněmi na území České republiky nebyla před povodněmi v roce 1997 uceleně řešena a na základě výše uvedených historických povodní byla v roce 2000 schválena usnesením vlády Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky. [8]

3.1 Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky

Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky je prvním uceleným dokumentem na území České republiky, který se systémově zabývá problémy v oblasti povodní. Hlavním impulsem pro vznik tohoto dokumentu byly katastrofální povodně z roku 1997 a 1998. Při těchto povodních bylo odhaleno, jak nedostatečná byla v České republice preventivní opatření pro minimalizaci škod při povodních a současně se ukázala nepřipravenost na systémové řešení vzniklých povodňových škod. [9, s. 3]

Na základě této strategie vznikají postupy a preventivní opatření ke zvýšení ochrany před povodněmi. Zároveň se jedná o základ pro rozhodování veřejné správy pro výběr konkrétních opatření pro ochranu před povodněmi a také pro usměrnění rozvoje území. Další významný úkol této strategie je definování „*rozsahu odpovědnosti systému povodňové ochrany na úrovni subjektů vytvářející linii: stát – orgány samosprávy – občanská a podnikatelská veřejnost. Opomenutí tohoto faktoru způsobuje nesprávné očekávání výhradní odpovědnosti státu, absenci účinné prevence na místní úrovni a omezenou iniciativu občanů.*“ [9, s. 6]

3.2 Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Dále se ochranou před povodněmi zabývá také zákon č. 254/2001 Sb., taktéž označovaný jako vodní zákon. Vše o ochraně před povodněmi lze nalézt v hlavě IX. Je zde definované, co se rozumí jako ochrana před povodněmi. „*Ochranou před povodněmi se rozumí činnosti a opatření k předcházení a zvládnutí povodňového rizika v ohroženém území. Zajišťuje se systematickou prevencí a operativními opatřeními.*“ [4]

Dále jsou zde mimo jiné definována povodňová opatření. „*Povodňová opatření jsou přípravná opatření, opatření prováděná při nebezpečí povodně, za povodně a opatření prováděná po povodni*“ [4]

Tento zákon mezi povodňová opatření dle odstavců 1 až 4 § 65 nezahrnuje výstavbu, údržbu a opravu staveb a zařízení, která slouží k ochraně před povodněmi. Zároveň do těchto opatření nejsou zahrnuty investice vyvolané povodněmi.

Další pojmy, které jsou tímto zákonem definované a popsány jsou záplavová území a omezení v nich, území určená k řízeným rozlivům povodní a území ohrožená zvláštními povodněmi. Jsou zde také popsány stupně povodňové aktivity a povodňové plány, prohlídky, záchranné práce, orgány.

3.3 Povodňová opatření

Dle zákona č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) jsou definované tři druhy povodňových opatření.

Prvním druhem povodňových opatření jsou přípravná opatření. Mezi tyto opatření náleží stanovení záplavových území a vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity. Dále do této oblasti patří povodňové plány a prohlídky, příprava předpovědní a hlásné povodňové služby. Také zde nalezneme organizační a technickou přípravu, vytváření hmotných povodňových rezerv a přípravu účastníků povodňové ochrany.

Druhým typem povodňových opatření jsou opatření při nebezpečí povodně a za povodně. Do této skupiny patří činnost předpovědní a hlásné povodňové služby, varování při nebezpečí povodně. Také tato skupina obsahuje zřízení a činnost hlídkové služby, vyklizení záplavových území a řízení ovlivňování odtokových poměrů. Dále zde nalezneme povodňové zabezpečovací a záchranné práce a zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní.

Třetí a poslední skupinou opatření jsou opatření po povodni do kterých náleží evidenční a dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých povodňových škod, odstranění povodňových škod a obnova území po povodni.

3.4 Stavby na ochranu před povodněmi

Stavby na ochranu před povodněmi jsou takové stavby, které mají za cíl snížit míru povodňového nebezpečí působícího na objekty na přijatelnou mez. Všechny stavby protipovodňové ochrany je nutné vždy realizovat v kontextu celého povodí, a to z důvodu, aby došlo k součinnosti různých typů opatření a nedošlo ke zhoršení stávajících poměrů. Základní typy protipovodňových opatření, dále PPO, z hlediska funkce a lokalizace jsou PPO v ploše povodí, PPO na kanalizační síti a PPO na vodních tocích a v údolních nivách. [10, s. 32, 33]

3.4.1 PPO v ploše povodí

PPO v ploše povodí vznikají hlavně z důvodu zvýšení retenční schopnosti území. Tento typ opatření lze chápat jako předstupeň opatření na vodních tocích. Prvek tohoto typu ochrany je významný zejména z hlediska péče o krajinu a s ní spojenou erozní ochranou. Do těchto opatření patří agrotechnická a biotechnická opatření. [10, s. 33]

„Agrotechnická opatření mají především změnou obhospodařování pozemků či změnou kultur na nich zajistit snížení odtoku.“ [11]

Biotechnická opatření jsou například vytvoření protierozní meze nebo průlehy a hrázky [10, s. 33]

3.4.2 PPO na kanalizační síti

PPO na kanalizační síti jsou realizována většinou v intravilánu. Hlavním účelem budování těchto opatření je zabránění zaplavení území v důsledku nedostatečného odtoku kanalizací při atmosférických srážkách z důvodu překročení kapacity nebo ucpání. Dalším účelem je zabránění zpětnému vzduť vody z toku kanalizace během povodňových situací a tím způsobených zaplavení území skrz kanalizační síť. [10, s. 34]

Mezi opatření, které jsou zahrnuty do PPO na kanalizační síti jsou tyto:

- Realizace opatření v urbanizovaných územích v souladu s tzv. přírodně blízkým hospodařením se srážkovými vodami
- Retenční (dešťové) nádrže



Obrázek 6 Retenční nádrž Jeneweinova, Brno
[37]

- Hradící komory a zpětné klapky na výustích do vodních toků
- Čerpací stanice
- Šachty s vodotěsnými poklopy
- Mobilní zařízení na kanalizační síti (například těsnicí vaky) [10, s. 34]



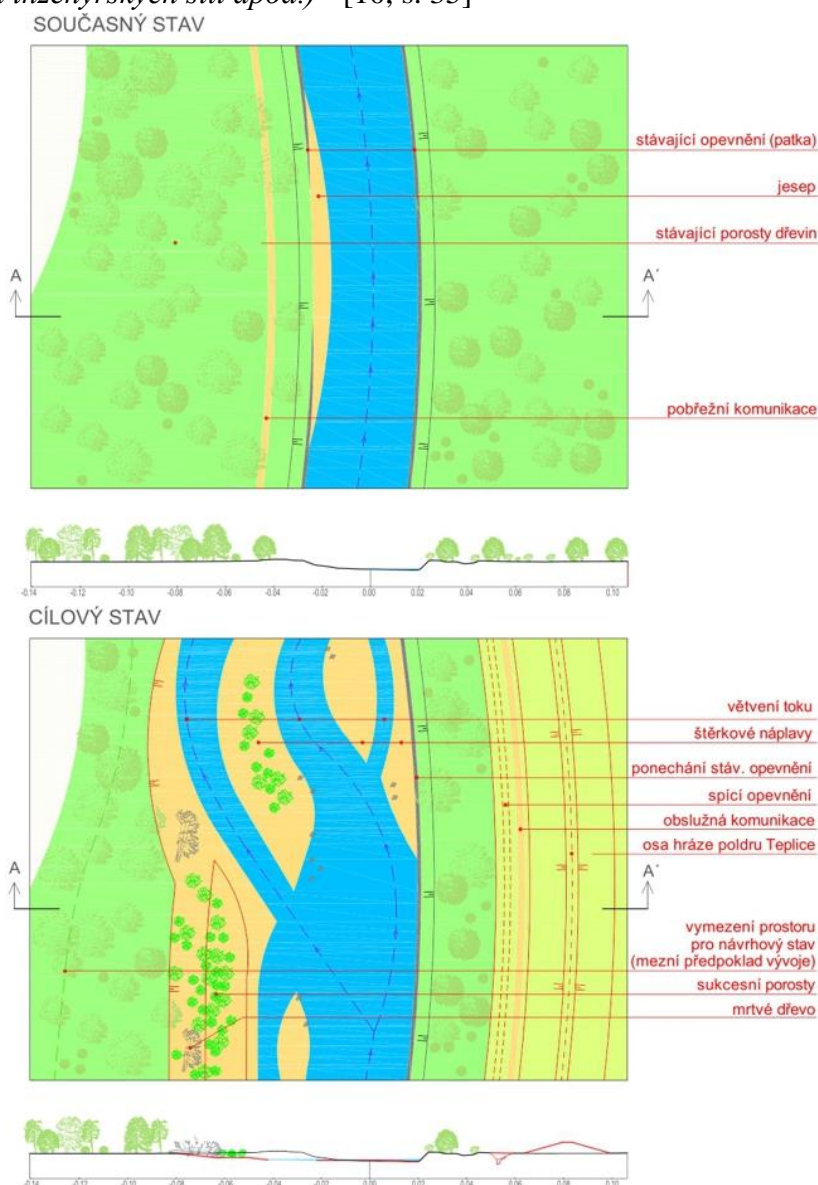
Obrázek 7 Těsnicí vak [38]

3.4.3 PPO na vodních tocích a v údolních nivách

PPO na vodních tocích a v údolních nivách jsou taková opatření, která konkrétně ovlivňují určitý vodní tok nějakou stavební činností. Jsou mezi ně zařazena tato opatření, která se mohou kombinovat:

- **Úprava koryta toku**

„Úpravou toku se rozumí zásah do příčného profilu koryta, jeho trasy, popř. sklonových poměrů. Úprava toku zpravidla zahrnuje i realizaci nových nebo zásahy do stávajících souvisejících objektů (stupně, jezy, mosty, objekty PPO, vegetační doprovod, přeložky komunikací a inženýrských sítí apod.)“ [10, s. 35]



Obrázek 8 Příklad úpravy koryta na vodním toku Bečva [10, s. 37]

Na obrázcích výše je příklad úpravy koryta na řece Bečva, při které dojde k větvení toku a tím k zvýšení ochrany toku před povodňovými aktivitami.

- **Ochranné hráze**

„Ochranné hráze jsou technickým opatřením, jehož účelem je soustředit povodňové průtoky do mezihrází a zabránit tak zaplavování přilehlého území v záhrází až do stanoveného návrhového průtoku“ [10, s. 38]

Tyto hráze se budují zejména pokud nelze vhodnými úpravami zajistit požadovanou kapacitu koryta toku, například z technických důvodů. Na obrázku níže je příklad ochranné hráze v Bratislavě – Děvínská Nová Ves na řece Moravě.



Obrázek 9 Ochranná hráz v lokalitě Bratislava – Děvínská Nová Ves, vodní tok Morava [10, s. 40]

- **Povodňové zdi**

Povodňové zdi mají podobnou funkci jako ochranné hráze, tj. soustředit povodňový průtok mezi zdi. Oproti ochranným hrázím se povodňové zdi tvoří v omezených prostorových podmínkách. [10, s. 40]. Na obrázku níže je vidět výstavba železobetonové vetknuté povodňové zdi ve Veselí na Lužnici.



Obrázek 10 Výstavba železobetonové vetknuté povodňové zdi v lokalitě Veselí nad Lužnicí [10, s. 41]

Povodňové zdi jsou obvykle železobetonové, a to buď gravitační, vetknuté, pilířové, popřípadě s použitím opěr, nebo úhlové. [10, s. 40]

- **Mobilní protipovodňová opatření**

Mobilní protipovodňová opatření se navrhují obvykle v místech, kde není možné buď z estetických nebo technických důvodů vybudovat trvalá protipovodňová opatření [10, s. 45]

Druhy mobilních protipovodňových opatření:



Obrázek 13 Pytle [39]



Obrázek 12 Svislé hradidlové systémy [10]



Obrázek 11 Zábrany z betonových dílců [10]



Obrázek 22 Hrazení se sklopnou konstrukcí [10]



Obrázek 18 Vanové systémy [10]



Obrázek 15 Klapkové zábrany [10]



Obrázek 21 Pryžotextilní vaky plněné vodou [10]



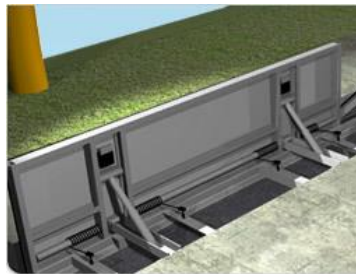
Obrázek 19 Šikmý deskový systém [10]



Obrázek 16 Bariérové systémy [10]



Obrázek 20 Zábrany z plastových modulů [10]



Obrázek 17 Stacionární systémy [10]



Obrázek 14 Systémy lokální ochrany objektů [10]

Umělé retenční prostory

„Umělými retenčními prostory jsou vymezené části objemu údolních nádrží, které z hlediska možné manipulace dělíme na ovladatelné a neovladatelné.“ [10, s. 46]

Zvláštním typem jsou tzv. suché nádrže (poldry). „Jedná se o nádrže určené primárně k ochraně před účinky povodní, ve kterých je celkový objem nádrže téměř shodný se součtem ovladatelného a neovladatelného prostoru“ [10, s. 46]

Příkladem takové umělé retenční nádrže je budovaný poldr v Kutříně, který je na obrázku níže.



Obrázek 23 Poldr Kutřín [28]

4 Hodnocení ekonomické efektivity projektů

Hodnocení ekonomické efektivity projektů je možné provádět formou předběžné, průběžné i závěrečné analýzy. Na základě těchto analýz je možné zjistit, zda byly zdroje použity hospodárně, efektivně a účelně. V dnešní době musejí všechny subjekty veřejné správy provádět tyto analýzy dle zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve veřejné správě, v aktuálním znění. Dle toho zákona musejí pomoci tyto subjekty stanovit nejprve předběžnou analýzu, při které určí, které řešení je nejehospodárnější a nejefektivnější. Při průběžné analýze zjišťují, zda dosahují stanovených ukazatelů a závěrečná analýza je zaměřená na vyhodnocení celého projektu, zda dosáhl stanovených kritérií. [12]

4.1 Princip 3E (3U)



Obrázek 24 Principy 3E [13, s. 8]

Pomocí principu 3E by měly být vyhodnocovány veškeré projekty veřejného sektoru. Při dodržení tohoto principu bude zaručeno že projekt bude účelný, hospodárný a efektivní. Na základě zákona č. 320/2001 Sb., zákon o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů (zákon o finanční kontrole), musí každý veřejný subjekt zajistit, aby byla „zajištěna ochrana veřejných prostředků proti rizikům, nesrovnalostem nebo jiným nedostatkům způsobeným zejména porušením právních předpisů, nehospodárným, neúčelným

a neefektivním nakládáním s veřejnými prostředky nebo trestnou činností“ [14] a zároveň musí být zajištěn „hospodárný, efektivní a účelný výkon veřejné správy“ [14]

4.1.1 Hospodárnost

Hospodárnost (úspornost, economy) lze popsat následující citací.

„Hospodárným nakládáním s veřejnými prostředky se rozumí, že zdroje jsou k dispozici ve správnou dobu, v dostatečném množství, v přiměřené kvalitě a za co nejvýhodnější cenu.“ [13, s. 9]

Výše uvedená citace říká, že při použití principu hospodárnosti je snaha o minimalizaci nákladů na zdroje, které jsou použity k dosažení plánovaných akcí, při zachování požadované kvality a provedení. Tímto principem se zabývá metoda nazvaná analýza minimalizace nákladů (CMA)

4.1.2 Efektivnost

Efektivnost (účinnost, efficiency) lze rovněž popsat krátkou citací.

„Efektivním nakládáním s veřejnými prostředky se rozumí, že je dosahováno co nejlepšího vztahu mezi použitými prostředky a dosaženými výsledky.“ [13, s. 10]

Výrok výše říká, že je snaha o maximalizaci výnosů z použitých zdrojů. Principem efektivnosti se zabývá analýza efektivnosti nákladů (CEA)

4.1.3 Účelnost

Účelnost (effectiveness) znamená, že je nakládáno s veřejnými prostředky na akce a projekty, které vycházejí z potřeby subjektu veřejné správy a zároveň pomáhají naplňovat jejich cíle.

„Účelným nakládáním s veřejnými prostředky se rozumí, že dosažené výsledky odpovídají stanovené a prokázané potřebě.“ [13, s. 8]

5 Metodika stanovení škody na nemovitém majetku po povodni

Metodika, podle které byly stanoveny potencionální škody po povodních, vychází z Metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik z kapitoly 5.2. [15, s. 43-66]

V rámci této metodiky se škody stanovují jak pro majetek movitý, tak i pro majetek nemovitý a pro různě definované přírodní a krajinné hodnoty v záplavovém území. Tyto škody se rozdělují na materiální a nehmotné povodňové škody, jako jsou škody poškození nebo zničení majetku, smrtelné úrazy, zranění apod. Tyto škody se dále člení na přímé a nepřímé. Mezi nepřímé újmy jsou zařazeny poškození dlouhodobějšího charakteru s regionálním významem, například se může jednat o škody oslabující ekonomiku a trh. [15, s. 43]

Přímé škody se posuzují a hodnotí pro následující kategorie objektů, resp. aktivit [15, s. 43]:

- bytový fond a vybavenost bytů, rodinných domů i dalších obytných domů,
- občanské vybavení (školy, zdravotnická zařízení, obchody, kulturní stánky, historické památky, sportoviště aj.),
- dopravní infrastruktura (silnice, železnice, nádraží, mosty, propustky, parkoviště, vodní cesty, dopravní prostředky),
- systémy inženýrských sítí,
- vodní hospodářství (vodní toky, vodní díla, vodárenské systémy, čistírny odpadních vod, kanalizace),
- zemědělství (objekty, pěstování rostlin, chov hospodářských zvířat),
- lesní hospodářství,
- průmysl, energetika, služby a těžba surovin.

5.1 Principy stanovení přímých potencionálních materiálních škod

Stanovení přímých potencionálních materiálních škod je založeno na aplikaci křivek poškození (KP). Tyto křivky jsou uváděny jako ztrátové křivky a vycházejí z detailního rozboru působení záplavy na objekty z jednotlivých kategorií a dílčí části konstrukcí těchto objektů. Každá tato křivka představuje interval hodnot potencionálního poškození. Skutečná škoda, která vyjadřuje náklady spojené s nově zprovozněním objektu, se pohybuje v těchto intervalech. Pořizovací ceny jsou odvozeny z cenových ukazatelů ve stavebnictví, které jsou zpracovány firmou ÚRS Praha, a.s. dle Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO). Pro výpočet potencionálních povodňových škod touto metodou se používá tento vztah: [15, s. 44]

Rovnice 1 Stanovení potencionálních povodňových škod metodou KP [15, s. 43]

$$D_{ik} = E_{ik}C_kL_k$$

- i index objektu v dané kategorii objektů,
- k index jednotlivých hodnocených kategorií (viz níže),
- E množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m²], nebo [m³],
- C jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m²], nebo [Kč/m³]
- L poškození pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení [%],
- D škoda daného objektu a kategorie [Kč]

U všech kategorií je princip stále stejný, pouze se mění měrné jednotky a jednotkové ceny. U stavebních objektů je důležitá hloubka zatopení, dle které je určené poškození. U inženýrských sítí, dopravní infrastruktury nebo zemědělských pozemků není hloubka zatopení důležitá a zanedbává se, protože je obtížně definovaná. [15, s. 44]

Rovnice 2 Škody na objektech [15, s. 44]

$$D_k = \sum_i D_{ik}$$

Celková škoda v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie pro dané Q_n

Rovnice 3 Celková škoda v hodnoceném území [15, s. 44]

$$D_N = \sum_k D_k$$

5.1.1 Potřebné datové podklady a zdroje

Pro tuto metodiku je hlavním zdrojem dat pro stanovení potencionálních škod geodatabáze ZABAGED. Pro správné vyhodnocení jsou potřeba následující objekty: [15, s. 45]

1 – Sídla, hospodářské a kulturní objekty

1.02 Budova jednotlivá nebo blok budov

1.27 Areál účelové zástavby

2 – Komunikace

2.01 Silnice, dálnice

2.02 Ulice

2.03 Cesta

2.08 Most (body i linie)

2.09 Lávka (body i linie)

2.15 Parkoviště, odpočívka

2.17 Železniční trať (úsek)

2.18 Železniční vlečka

2.24 Pouliční dráha

4 – Vodstvo

4.02 Vodní tok (úsek)

6 – Vegetace a povrchy

6.02 Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy

6.03 Chmelnice

6.04 Ovocný sad, zahrada

6.05 Vinice

6.06 Louka, pastvina

6.10 Okrasná zahrada, park

Dalšími důležitými podklady, které je potřeba zajistit pro stanovení potencionálních škod jsou:

Cenové ukazatele ve stavebnictví – jedná se o ukazatele, které se využívají pro prvotní propočty cen staveb nebo stavebních objektů. Díky dlouhodobé statistice cen staveb a stavebních objektů jsou stanoveny průměrné hodnoty cen na měrnou jednotku odpovídající danému druhu staveb. [16]

Registr sčítacích obvodů – jedná se o evidenci soustavy územních prvků a územně evidenčních jednotek, které podchycují územní, správní sídelní statistické struktury. Tento registr dále eviduje budovy nebo jejich části, které mají přidělené popisné nebo evidenční číslo. Tato data jsou poskytována Českým statistickým úřadem. [15, s. 46]

Administrativní registr ekonomických subjektů – další registr, který je poskytován Českým statistickým úřadem. V tomto registru jsou evidovány ekonomické subjekty, kterými jsou právnické osoby a fyzické osoby s postavením podnikatele, včetně adresy jejich sídla, oblasti podnikání, počtu zaměstnanců a podobně. [15, s. 46]

ÚPD měst a obcí – jedná se o územně plánovací dokumentaci měst a obcí. Zpracovaná územně plánovací dokumentace je evidována na internetových stránkách Ústavu územního rozvoje. [15, s. 46]

5.1.2 Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku

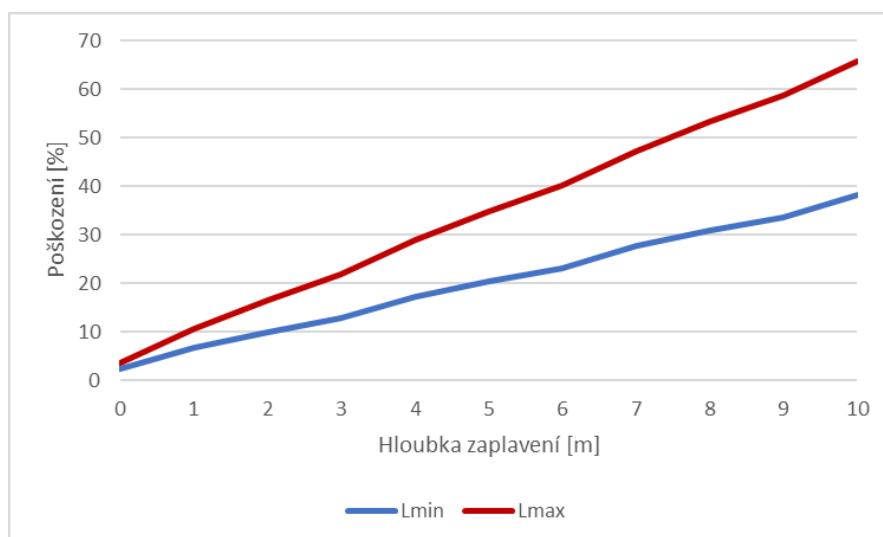
Tato kapitola se zabývá postupem pro stanovení potenciálních škod dle jednotlivých kategorií majetku. [15, s. 46]

Škody na budovách

Pro stanovení škody na budovách jsou potřeba mapy hloubek a objekty z databáze ZABAGED

Tabulka 2 Procentuální vyjádření minimálního a maximálního poškození (L) na budovách v závislosti na hloubce zaplavení [15, s. 47]

Poškození [%]	Hloubka zaplavení [m]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L_{min}	2,23	6,69	9,93	12,69	17,15	20,38	23,15	27,61	30,84	33,61	38,07
L_{max}	3,55	10,64	16,50	21,89	28,98	34,84	40,23	47,32	53,18	58,57	65,66



Obrázek 25 Graf křivky poškození vyjadřující minimální a maximální míru poškození budov [15, s. 47]

Škody na sportovních plochách

Data potřebná pro stanovení škody na sportovních plochách jsou objekty z databáze ZABAGED.

Tabulka 3 Ceny sportovních povrchů na 1 m² pro rok 2010 [15, s. 52]

Označení	Druh povrchu	Jednotková cena [Kč/m ²]	Zdroj (JKSO)	Poškození [%]		Zastoupení [%]	Jednotková škoda ZH _i [Kč/m ²]	
				min	max		min	Max
ZH ₁	Tráva	543	823.3.1	20	30	50	109	163
ZH ₂	Kamenivo	997	823.3.2	40	60	5	399	598
ZH ₃	Beton	12 341	823.3.4	0,6	1,2	10	74	148
ZH ₄	Živičný	1 130	823.3.7	6	12	10	68	136
ZH ₅	Ostatní	1 124	823.3.9	40	60	25	450	674
ZH	Celkem					100	201	308

Škoda na pozemních komunikacích

Pozemní komunikace jsou rozlišovány v rámci této metodiky na komunikace a železnice. Z důvodu, že se tato diplomová práce v rámci případové studie nezabývá železnicí tak bude tato část metodiky vynechána. A jako u předchozích kategorií jsou potřeba pro výpočet data o objektech, které jsou u silniční a dálniční sítě následující:

- 2.01 – Silnice, dálnice
- 2.02 – Ulice
- 2.03 – Cesta
- 2.15 – Parkoviště, odpočívka

Atributy pro jednotlivé objekty jsou šířka komunikace v metrech, pro výpočet se použije náhradní šířka komunikace pro silnice a dálnice 10 m, pro ulice 8 m a pro cesty 3 m. Dalším atributem je délka komunikace a plocha komunikace, popřípadě parkoviště a odpočívky v m². [15, s. 53]

Škoda na inženýrských sítích

V rámci této metodiky se počítá s tím, že inženýrské sítě jsou vedeny souběžně se všemi komunikacemi a z tohoto důvodu jsou výměry inženýrských sítí stejné jako výměry pozemních komunikací.

Tabulka 4 Cenové ukazatele pro inženýrské sítě pro rok 2010/II [15, s. 55]

Inženýrské sítě		Zdroj ceny	Cena dle JKSO [Kč/m]	Poškození [%]		Jednotková škoda [Kč/m]	
				min	max	min	max
Elektrina	ZIS ₂	828	3 841	0,33	0,98	13	38
Voda	ZIS ₃	827	9 683	0,35	0,39	34	38
Kanalizace	ZIS ₄	827	12 831	0,50	0,52	64	67
Plyn	ZIS ₅	827	9 683	2,00	2,50	19	24
Telekomunikace	ZIS ₆	828	1 598	0,77	2,31	12	37
Celkem	ZIS₁					142	203

Škody na mostech

Z důvodu pracnosti a nízké vypovídající hodnotě se v rámci případové studie nepočítá se škodami na mostech

Škody v zemědělství

Škody v zemědělství jsou rozděleny na rostlinnou a živočišnou výrobu. Z důvodu, že se škody v živočišné výrobě počítají stejně jako škody v průmyslu, se v rámci škod v zemědělství tato metodika zabývá jen škodami v rostlinné výrobě. [15, s. 60]

Vzhledem k častým změnám pěstovaných plodin a nízkému podílu na potencionálních škodách se u rostlinné produkce používá průměrná jednotková cena a škoda vztažena na 1 ha obhospodařované plochy viz tabulka níže.

Tabulka 5 Přehled jednotkových škod v rostlinné výrobě vztahených na 1 ha obdělávané plochy [15, s. 59]

Plodina	Oseté/osázené plochy (ZSČR 2011) [ha]	Náklady na pěstování (ÚZEI 2009) [tisíc Kč/ha]	Ztráta [%]		Jednotková škoda ZZ [tis. Kč/ha]	
			min	max	min	max
Obilniny	1 349 662	19	15	80	2,7	14,4
Kukuřice	109 561	23	15	80	3,5	18,4
Řepka	373 386	25	10	90	2,5	22,5
Slunečnice	28 554	25	10	80	2,5	20
Brambory	26 450	84	20	80	16,8	67,2
Cukrovka	58 358	49	15	80	7,4	39,2
Průměr–vážený		22,2	20	80	4,5	17,8

Škody v průmyslu

Potřebná data pro stanovení škod jsou opět z databáze ZABAGED a potencionální škody se stanovují pouze u budov, které jsou v následující tabulce:

Tabulka 6 Typy atributu KC_DRUHBUD [15, s. 60]

Atribut KC_DRUHBUD	Budova
001	průmyslový podnik
019	zemědělský podnik
030	hangár, sklad
095	elektrárna (malá vodní)
096	přečerpávací stanice
097	rozvodna, transformovna
200	vodojem zemní

Stanovení jednotkové ceny a potencionálních škod v průmyslu používá jako hlavní zdroj celkový statistický přehled ČSÚ pro zpracovatelský a energetický průmysl. Z těchto dat se stanovuje hodnota majetku jako součet dlouhodobého majetku, zásob a 1/3 pasiv vlastního kapitálu za poslední dostupný rok z publikovaného období. Celý tento součet je vztahen na celkovou plochu všech průmyslových areálů v České republice a z toho je stanovena jednotková cena na m² průmyslových budov. Vlastní škoda je definovaná procentem škody z jednotkové ceny. [15, s. 61]

Tabulka 7 Jednotková cena pro škody v průmyslu (C – Zpracovatelský průmysl, D – Energetický průmysl) k posledním známým údajům k roku 2009 [15, s. 61]

Kategorie		Jednotka	C	D	Celkem
Dlouhodobý hmotný majetek	a	mil. Kč	1 005 898	526 350	1 532 248
Zásoby	b	mil. Kč	340 477	32 391	372 868
Pasiva – vlastní kapitál	c	mil. Kč	1 178 412	596 062	1 774 474
redukce na 1/3 vlastního kapitálu (c/3)	d	mil. Kč	392 804	198 687	591 491
Celkový ohrožený majetek (a+b+d)	e	mil. Kč	1 739 179	757 428	2 496 607
Plocha průmyslových budov	f	ha			10 125
Hodnota majetku na m ² (e/f)		Kč/m ²			23 235
Minimální jednotková škoda – 10 %		Kč/m²			2 324
Maximální jednotková škoda – 15 %		Kč/m²			3 485

5.1.3 Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod

Pro odhad průměrného ročního povodňového rizika (RI) se používá vztah:

Rovnice 4 Průměrné roční ekonomické povodňové riziko [15, s. 65]

$$RI = \int_0^{p_H} D(p) dp$$

D(p) funkční závislost, kterou lze získat na základě potenciálních škod v [Kč] stanovených v diskrétních bodech odpovídajících vybraným N-letým kulminačním průtokům (např. Q5, Q20 a Q100)

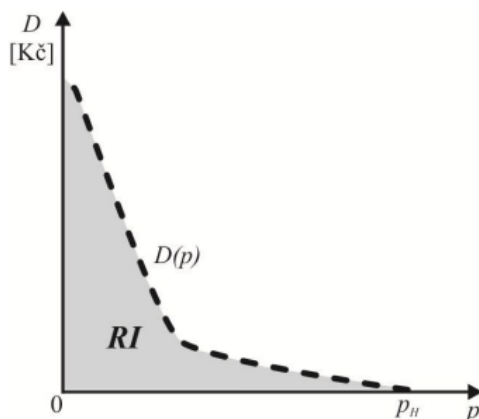
p_H pravděpodobnost překročení tzv. neškodného průtoku

Pro stanovení pravděpodobnosti p lze použít dva vztahy:

Rovnice 5 Pravděpodobnost překročení N-letého kumulačního průtoku [15]

$$p = 1 - e^{-\frac{1}{N}}, \text{ resp. } p \approx \frac{1}{N} \text{ pro cca } N \geq 5.$$

Výpočet $D(p)$ lze provést analyticky nebo numerickou integrací pomocí lichoběžníkového pravidla.



Obrázek 26 Graf čáry překročení škod $D(p)$ [15, s. 65]

Pokud se použije výpočet pomocí lichoběžníkového pravidla, tak se využije vztah:

Rovnice 6 Vztah pro numerickou integraci pomocí lichoběžníkového pravidla [15, s. 66]

$$RI = \sum_{k=1}^p \frac{D(p_{k+1}) + D(p_k)}{2} |p_{k+1} - p_k|$$

Obě výše uvedené poskytují srovnatelné výsledky, takže je možné použít jakoukoliv z nich.

6 Metodika pro posuzování protipovodňových opatření navržených do III. etapy programu „prevence před povodněmi“

Dle 1 Metodika pro posuzování protipovodňových opatření navržených do III. etapy programu „prevence před povodněmi“ je zhodnocena ekonomická efektivnost případové studie poldru Kutřín.

6.1 Poměrový ukazatel efektivnosti

Poměrový ukazatel efektivnosti (PE) ukazuje, jak je na navržené opatření efektivní. Udává o kolik bude současné riziko sníženo jednou korunou investice. Pokud PE nabývá hodnot větších než 1, neboli za jednu korunu investice se riziko sníží o více než jednu korunu, je opatření ekonomicky efektivní a rentabilní, ale při hodnotách nižších než 1, pokud za jednu korunu investice se riziko sníží o méně než jednu korunu, se jedná o ekonomicky neefektivní a nerentabilní projekt. [17, s. 4]

Rovnice 7 Poměrový ukazatel efektivnosti [17, s. 4]

$$PE = \frac{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO}) - PN}{I \times DS}$$

PE	poměrový ukazatel efektivnosti [-]
R (bez PPO)	průměrné roční riziko před realizací PPO [Kč/rok]
R (po realizaci PPO)	průměrné roční riziko po realizaci PPO [Kč/rok]
PN	průměrné roční provozní náklady [Kč/rok]
I	celkové náklady na realizaci PPO [Kč]
DS	roční diskontní sazba v desetinném tvaru [-]

6.2 Absolutní ukazatel efektivnosti

Absolutní ukazatel efektivnosti (AE) ukazuje efektivnost v absolutních jednotkách a ukazuje finanční efekt navrženého opatření. Pokud vychází v kladných hodnotách, jedná se ekonomicky rentabilní a efektivní projekt. Záporné hodnoty naopak ukazují, že se jedná o projekt ekonomicky neefektivní a nerentabilní. Tento ukazatel je shodný s čistou současnou hodnotou. [17, s. 4-5]

Rovnice 8 Absolutní ukazatel efektivnosti [17, s. 4]

$$AE = \frac{R (\text{bez PPO}) - R (\text{po realizaci PPO}) - PN}{DS} - I$$

AE absolutní ukazatel efektivnosti [Kč]

6.3 Doba návratnosti

Doba návratnosti (DN) se používá k vyčíslení doby za, kterou se počáteční investice vrátí. [17, s. 5]

Rovnice 9 Doba návratnosti [17, s. 5]

$$DN = \frac{I}{R (\text{bez PPO}) - R (\text{po realizaci PPO}) - PN}$$

DN doba návratnosti [roky]

7 Cenový index

Cenový index slouží k porovnání cen dvou anebo více sledovaných období mezi sebou. Jedná se o součást statistického sledování a používá se k přehledu o pohybu cenových hladin výrobců. Tuto statistiku sleduje Český statistický úřad a vydává ji každé čtvrtletí. [18]

Pro stanovení indexu cen stavebních prací, stavebních děl a nákladů stavební výroby, se používá vzorec typu Laspeyres v modifikované podobě. [18]

Rovnice 10 Cenový index [18]

$$I = \frac{\sum \frac{p_1}{p_0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} \times 100$$

I cenový index

p_1 cena ve sledovaném období

p_0 cena v základním období

$p_0 q_0$ stálá váha (průměrná produkční struktura stavební výroby v letech 2011-2016)

8 Analýza citlivosti

Pomocí analýzy citlivosti lze zjistit míru vlivu jednotlivých proměnných, které vstupují do hodnocení investičního projektu, na celkové hodnotící ukazatele, jako jsou například poměrový a absolutní ukazatel efektivnosti. Pro tuto analýzu je nejprve nutné určit tzv. kritické proměnné to jsou proměnné, které projekt nejvíce ovlivňují. V dalším kroku se posuzují dopady na efektivitu projektu způsobené těmito proměnnými. [19, s. 73]

8.1 Test elasticity

Test elasticity ukazuje poměr mezi procentní změnou výsledného ukazatele, např. poměrového ukazatele efektivnosti, a procentní změnou vybrané nezávislé proměnné. Pokud při změně nezávislé proměnné o $\pm 1\%$ dojde k změně sledovaného ukazatele o více než 1% , je tato proměnná považována za kritickou a je na ní provedena vlastní analýza citlivosti. [19, s. 73]

8.2 Analýza citlivosti

Při vlastní analýze citlivosti se provede výpočet ukazatelů ekonomické efektivnosti při změně kritické proměnné, která byla určena předchozím testem elasticity. Většinou se testuje změna $\pm 10, 20$ a 30% . [19, s. 73]

Při analýze citlivosti se také určuje tzv. přepínací hodnota. Tato hodnota určuje bod, při kterém sledované ukazatele ekonomické efektivnosti, například poměrový a absolutní ukazatel efektivnosti, jsou rovny nule. Při této hodnotě výpočet ukazuje, při které hodnotě kritické proměnné je projekt na hranici efektivnosti. [19, s. 73]

9 Případová studie – výstavba poldru Kutřín

Případová studie se zabývá hodnocením ekonomické efektivity projektu protipovodňových opatření, a to poldru Kutřín.

9.1 Poldr Kutřín

Identifikační údaje projektu jsou následující:

Okres:	Chrudim
Kraj:	Pardubický kraj
Investor:	Povodí Labe, státní podnik
Charakter stavby:	Novostavba
Projektant:	ŠINDLAR s.r.o.

Cílem investiční akce je vytvoření retenční nádrže na horní části toku řeky Novohradky na jejím významném levostranném přítoku Krounce. Hlavním důvodem vybudování jsou významné povodňové události na dolním toku řeky Novohradky, které zejména v letech 1997, 2002 a 2006 způsobily poměrně velké škody. V těchto letech dokonce proběhly dvě dvacetileté vody. [20]

Navržená investiční akce je součástí dlouhodobé systematické činnosti řešení povodňové problematiky v území řeky Novohradky. V roce 2002 byla zpracována studie, která vytypovala v povodí této řeky vhodné retenční oblasti. V roce 2007 bylo vypracováno posouzení retenčních prostorů pomocí hydrologického modelu. Z tohoto posouzení vyplynulo, že bude dosaženo nejvyššího účinku u poldru Kutřín. V roce 2009 začaly práce na dokumentaci pro územní rozhodnutí a následující rok bylo výsledné řešení představeno. [20]

Poldr se nachází se mezi městy Skuteč a Proseč, nedaleko obce Předhradí a Perálec. Na mapě níže je zobrazeno jeho umístění.



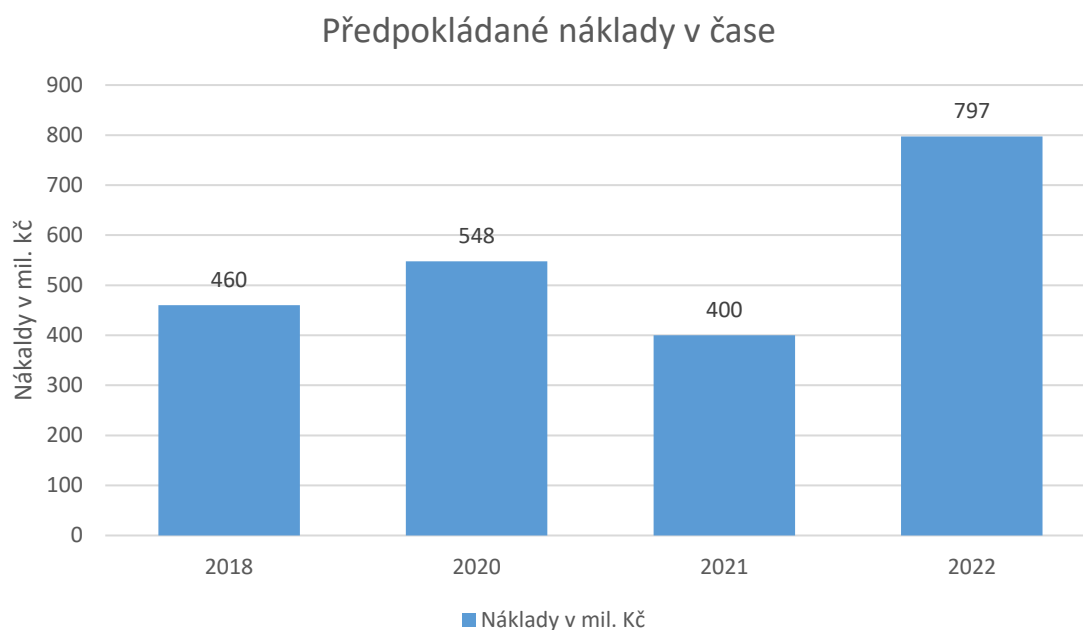
Obrázek 27 Umístění poldru Kutřín [21]

V roce 2014 byly vydány Zásady územního rozvoje Pardubického kraje, kde byl vymezen poldr Kutřín jako veřejně prospěšná stavba v rámci protipovodňové ochrany. O dva roky později, tj. v roce 2016, je vydáno pravomocné územní rozhodnutí o jeho výstavbě. Stavební povolení bylo získáno v roce 2018. Výstavba byla zahájena 29. 04. 2021. Projekt je spolufinancován z dotačního titulu Ministerstva zemědělství – Podpora prevence před povodněmi IV. etapa a rozpočtu státního podniku Povodí Labe.

9.1.1 Změny celkových nákladů projektu výstavby poldru Kutřín v čase

Předpokládané stavební náklady při získání stavebního povolení byly 460 mil. Kč. [22] Za dva roky bylo vyhlášeno výběrové řízení na dodavatele, kde byla předpokládaná hodnota stanovena na necelých 548 mil. Kč. Tuto soutěž vyhrála společnost OHLA ŽS a. s. s nabídkovou cenou necelých 400 mil. Kč. [23] Na jaře 2021 došlo k slavnostnímu zahájení stavby. Během realizace zakázky došlo k zjištění nepříznivých geologických skutečností, které nebylo možné dříve odhalit. Z tohoto důvodu došlo k přerušení prací a v květnu 2022 došlo k oboustrannému ukončení smlouvy. [24] Následovalo přepracování dokumentace a na podzim 2022 bylo vyhlášeno nové výběrové řízení, kde byla stanovena předpokládaná hodnota na necelých 797 mil. Kč. [25]

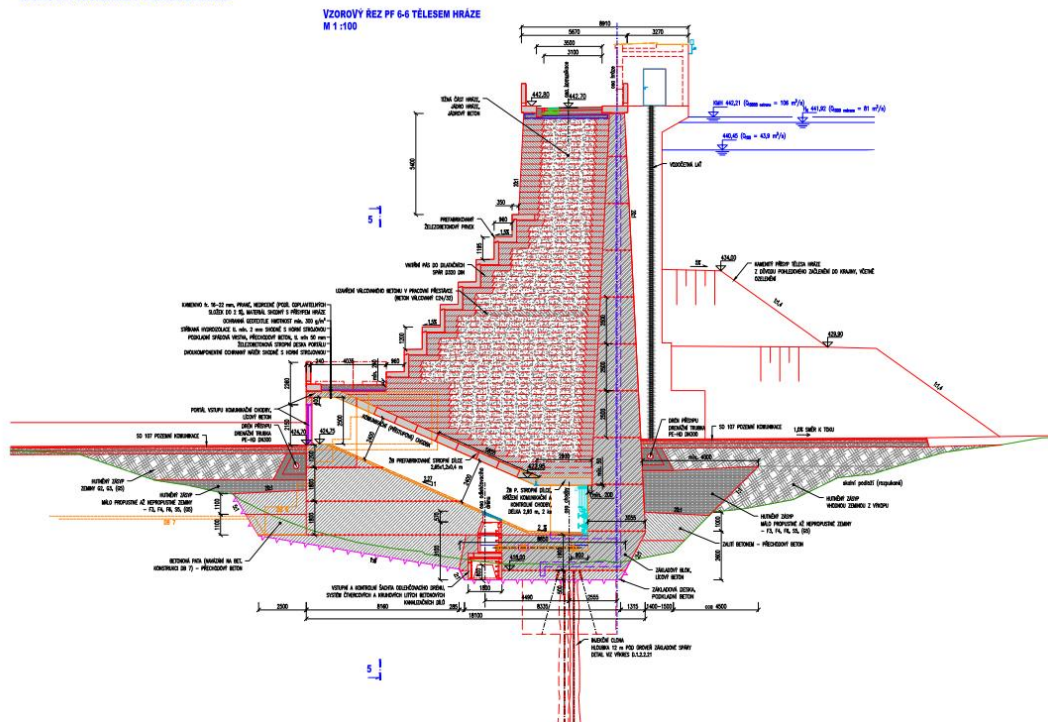
Obrázek 28 Předpokládané náklady v čase [vlastní zpracování, [23] [25] [22]]



9.1.2 Technický popis projektu výstavby poldru Kutřín

Konstrukcí hráze je betonová tížná hráz. Celková délka hráze je 146,1 m a maximální výška hráze nad terénem je 17,8 m. Koruna hráze má celkovou šíři 5,67 m. [26] Na obrázcích níže je vzorový řez tělesem hráze a pohled na hráz z vizualizace díla.

**POLDR KUTŘÍN SO 01.1 TĚLESO HRÁZE
VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY TĚLESEM HRÁZE**



Obrázek 29 Vzorový řez PF 6-4 Tělesem hráze [27]



Obrázek 30 Pohled na hráz z vizualizace díla [28]

9.2 Chráněné území

9.2.1 Novohradka

Novohradka je řeka na území Pardubického kraje. Jedná se o pravostranný přítok řeky Chrudimky a její délka je necelých 50 km. Její největší přítoky jsou říčky Ležák, Žejbro a Krounka, na které je budován poldr Kutřín. Řeka protéká několika městy a obcemi jako jsou například Luže, Chroustovice a Hrochův Týnec. [29]

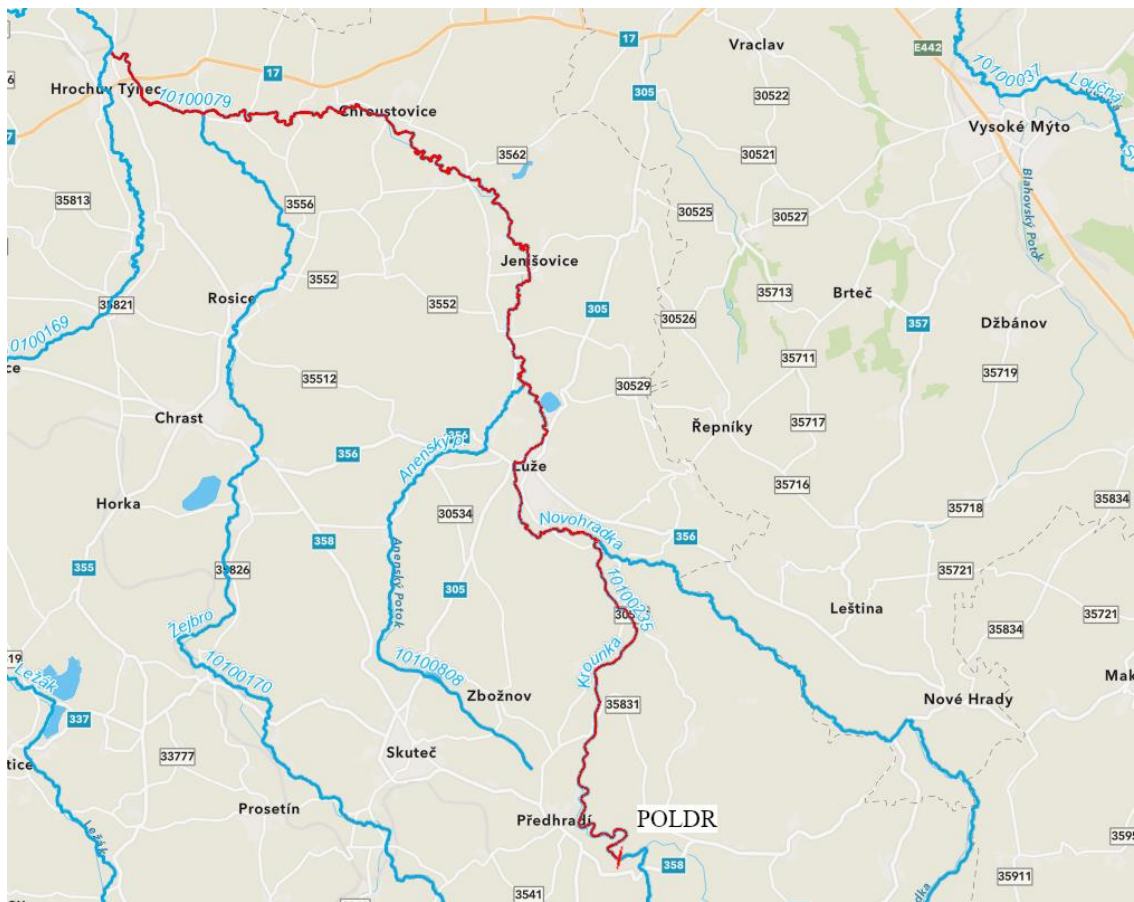
9.2.2 Území

Území řeky Novohradky, které bude chráněné poldrem Kutřín, dosahuje délky více než 29 km a začíná na hranici hráze budoucího poldru na říčce Krounce a končí až u města Hrochův Týnec u soutoku Novohradky s říčkou Ležák, což lze vidět na mapě níže. Celková plocha záplavového území při průtoku Q100 dosahuje více než 1 000 ha.

Po realizaci poldru Kutřín dojde k redukci záplavového území na necelých 950 ha při stoleté vodě. Níže v tabulce 8 nalezneme porovnání ploch záplavového území před a po realizaci protipovodňového opatření, dále jen PPO.

Tabulka 8 Chráněné území [20]

Novohradka	Měrná jednotka	Před realizací PPO			Po realizaci PPO		
		Q5	Q20	Q100	Q5	Q20	Q100
Popis zájmového území:							
Plocha záplavy	ha	582,4	802,6	1 008,0	374,7	680,6	931,4
Délka dotčeného úseku toku	m	29 321			29 321		
Vyblokované záplavové území	tis. m ³						



Obrázek 31 Mapa chráněného toku [vlastní zpracování, [30]]

9.2.3 Nemovitý majetek ve sledovaném území

V celém záplavovém území se nacházejí objekty různého typu, které jsou uvedeny v tabulce níže. Zde lze sledovat, že před realizací PPO se nachází více než 500 objektů v zasaženém území a po realizaci PPO se počet zasažených objektů skoro o 50 % sníží, a to při průtoku Q_{100} . Dále je zde patrné výrazné snížení zasažených obytných objektů a sportovních ploch, kde došlo poklesu také o cca 50 % při stejném průtoku. V tabulce 9 jsou uvedeny počty objektů nemovitěho majetku a v tabulce 10 je uvedena plocha zasaženého nemovitěho majetku dle kategorií.

Tabulka 9 Zasažený majetek – počet [20]

Novohradka Zasažený majetek v záplavovém území:	Měrná jednotka	Před realizací PPO			Po realizaci PPO		
		Q5	Q20	Q100	Q5	Q20	Q100
Obytné objekty	počet obj.	38	97	300	22	56	157
Objekty občanské vybavenosti	počet obj.	2	16	36	1	3	28
Průmyslové objekty	počet obj.	0	1	12	0	0	9
Ostatní objekty	počet obj.	19	47	156	10	28	82
Počet stavebních objektů celkem	počet obj.	59	161	504	33	87	276

Tabulka 10 Zasažený majetek – plocha [20]

Obytné objekty	m ²	11 071	26 150	76 643	5 581	15 730	42 217
Objekty občanské vybavenosti	m ²	159	2 202	5 543	101	1 506	3 914
Průmyslové objekty	m ²	0	233	5 076	0	0	3 678
Ostatní objekty	m ²	1 519	4 118	15 504	899	2 150	7 576
Pozemní komunikace	m	8 449	13 823	23 951	5 055	10 286	18 519
Železniční komunikace	m	0	0	0	0	0	0
Mosty	počet obj.	3	11	30	3	8	21
Zpevněné plochy	m ²	1 800	2 700	3 900	1 250	2 450	3 400
Infrastruktury	m	8 449	13 823	23 951	5 055	10 286	18 519
Sportovní plochy	m ²	0	7 165	15 150	0	0	7 165
Parky, zahrady, zem. půda	ha	461,6	685,1	878,4	304	558	798
Lesní půda	ha	21,4	39,4	43,2	13,3	23,0	41,2

9.2.4 Obyvatelstvo

V roce 2016 se na dotčeném území při průtoku Q100, před realizací PPO nacházelo necelých 400 bytových jednotek, ve kterých bydlelo necelých 900 obyvatel. Zároveň se zde nacházelo cca 120 zaměstnanců v průmyslu. Po realizaci PPO dojde k redukci ohroženého počtu obyvatel v zasaženém území o skoro 50 % viz tabulka 11.

Tabulka 11 Obyvatelstvo v území [20]

Novohradka Ohrožení obyvatel:	Měrná jednotka	Před realizací PPO			Po realizaci PPO		
		Q5	Q20	Q100	Q5	Q20	Q100
Bytové jednotky	počet bytů	50	124	388	26	74	203
Počet obyvatel	počet	115	285	895	60	170	468
Počet zaměstnanců v průmyslu	počet	0	6	122	0	0	88

9.3 Stanovení potencionálních škod

Potencionální škody na výše uvedených objektech k původnímu roku 2016 byly stanoveny doc. Dr. Ing. Pavlem Fošumpauzem [20]. Jejich hodnoty k 3. 11. 2016 jsou uvedeny v tabulce 12 níže a byly vstupními daty pro stanovení ekonomické efektivity poldru Kutřín v rámci případové studie v této diplomové práci v cenové úrovni 2022.

Tabulka 12 Potencionální škody v cenové úrovni 2016 [20]

Novohradka	Měrná jednotka	Před realizací PPO			Po realizaci PPO		
		Q5	Q20	Q100	Q5	Q20	Q100
Škody:							
Potencionální povdňové škody*	tis. Kč	44 415	130 422	474 042	21 005	74 166	256 432

*Ceny jsou k 3. 11. 2016

V tabulce 13 jsou přeindexované potencionální škody z cenové úrovně 2016 do cenové úrovně 3. čtvrtletí 2022, aby bylo možné tato data použít pro stanovení ekonomické efektivity poldru Kutřín v roce 2022, kdy došlo k vypsání nového výběrového řízení s výrazně vyšší pořizovací cenou protipovodňového opatření.

Tabulka 13 Potencionální povodňové škody cenové úrovni 2022 [vlastní zpracování]

Novohradka	Měrná jednotka	Před realizací PPO			Po realizaci PPO		
		Q5	Q20	Q100	Q5	Q20	Q100
Škody:							
Potencionální povodňové škody	tis. Kč	61 829	181 556	659 897	29 240	103 244	356 970

Celkový cenový index pro přecenění výše škod z roku 2016 na 3. čtvrtletí roku 2022 byl stanoven jako vážený průměr cenových indexů objektů vyskytujících se v záplavovém území, které jsou uvedeny v tabulce 14. V této tabulce jsou zároveň uvedeny kódy klasifikace CZ-CC a třídníku TSKP, dle kterých byly indexy stanoveny. U objektu občanské vybavenosti bylo nutné použít více objektů, protože v rámci klasifikace CZ-CC nebyl nalezen vhodný univerzální objekt. Celkový index objektů občanské vybavenosti byl také stanoven pomocí váženého průměru, kde byla jako váha použita stálá váha uvedená v rámci indexů cen stavebních děl podle klasifikace CZ-CC viz příloha č. 1 této práce. Jako vhodné objekty k stanovení indexu objektů občanské vybavenosti byly určeny například hotely a obdobné budovy nebo budovy pro obchod. Více informací, které objekty byly použity pro jednotlivé kategorie, je uvedeno v tabulce 14 a příloze č. 1 této práce.

Tabulka 14 Cenové indexy [[31] [18], vlastní zpracování]

Položka	CZ-CC/TSKP	3.Q2022/2015	4.Q2016/2015	cenový index
Obytné objekty	CZ-CC 11	139,9	100,3	139,482
Objekty občanské vybavenosti	CZ-CC 121,122,123,124,126	139,37	100,32	138,918
Průmyslové objekty	CZ-CC 125	140,4	100,4	139,841
Ostatní objekty	CZ-CC 127	138,6	100,2	138,323
Pozemní komunikace	CZ-CC 211	138,5	100,2	138,224
Železniční komunikace	CZ-CC 212	123,4	100,3	123,031
Mosty	CZ-CC 214	143,5	100,4	142,928
Zpevněné plochy	TSKP 62	139,8	100,5	139,104
Infrastruktury	CZ-CC 22	138,1	100,3	137,687
Sportovní plochy	CZ-CC 241	144,3	100,3	143,868
Parky, zahrady, zem. půda	TSKP 17	151,6	100,2	151,297
Lesní půda		100,0	100,0	100,000
			Vážený průměr	139,21

9.4 Ekonomická efektivnost projektu

Po převedení potencionálních škod z cenové úrovně roku 2016 na cenovou úroveň roku 2022 bylo nejprve stanoveno průměrné roční riziko projektu a následně ekonomická efektivnost projektu. V původním posudku v roce 2016 byla stanovena průměrná rizika před a po realizaci PPO. Před realizací bylo průměrné riziko ve výši cca 32 mil. Kč/rok a po realizaci kleslo na 18 mil. Kč/rok. Byla také určena diskontní sazba ve výši 3 % a provozní náklady stavby protipovodňového opatření (poldru) na 150 tis. Kč/rok, které jsou stanoveny pomocí celkového objemu nádrže a sazby 0,5 Kč/m³. Celkové investiční náklady byly 400 mil. Kč, které odpovídají hodnotě nejvýhodnější nabídky z původní veřejné zakázky z roku 2016. Dle původního posudku byla poměrová ekonomická efektivnost stanovena na 1,17 a absolutní efektivnost na 66,6 mil. Kč. Doba návratnosti byla 29 let. Vše je uvedeno v tabulce 15 níže.

Tabulka 15 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2016 [20]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	32,341	18	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	0%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	400	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,150	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	1,17		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	66,60		[mil.Kč]
Doba návratnosti	29		[roky]

Pro nový posudek ekonomické efektivnosti bylo potřeba nejprve určit průměrné roční riziko projektu. Pro stanovení průměrného ročního rizika byla použita numerická integrace pomocí lichoběžníkového pravidla. Zde bylo nutné určit neškodný průtok, který odpovídá dvouletému průtok. Poté byly stanoveny pravděpodobnosti posuzovaných průtoků pomocí vzorce $p = 1 - e^{-\frac{1}{N}}$. Následně byly do hodnot potencionální škod D pro 5, 20 a 100letých průtoků N dosazeny přeindexované škody a do hodnot potencionálního škod 101, 1 000 a 10 000letých průtoků N hodnoty škod Q100 před realizací PPO. Dosazením požadovaných hodnot do vzorce pro numerickou integraci bylo zjištěno průměrné roční riziko R, které je před realizací PPO cca 45 mil. Kč/rok a po realizaci cca 27 mil. Kč/rok viz tabulka 16 níže.

Tabulka 16 Stanovení průměrného ročního rizika R [vlastní zpracování]

N	p	D	R	D	R
2	0,39	0	6 560	0	3 102
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
		celkové R	45 517	celkové R	27 297

Dále bylo nutné určit diskontní sazbu a investiční a provozní náklady. Diskontní sazba byla zachována z původního posudku na hodnotě 3 %. Celkové investiční náklady byly stanoveny jako hodnota předpokládaných nákladů z veřejné zakázky pro výstavbu poldru Kutřín [25], které činí cca 800 mil. Kč. Provozní náklady byly stanoveny na hodnotu necelých 300 tis. Kč/rok, viz tabulka 17 níže.

Poté byly stanoveny ukazatele efektivnosti, a to jak poměrová efektivnost, tak absolutní efektivnost a dále doba návratnosti. Pro jejich výpočet byly použity vzorce dle metodiky pro posuzování protipovodňových opatření navržených do III. etapy programu „prevence před povodněmi“. Poměrová efektivnost vyšla 0,75, což odpovídá neefektivnímu využití peněz, a absolutní efektivnost z tohoto důvodu vychází na necelých -200 mil. Kč. Doba návratnosti se

prodloužila z původních 29 na 44 let. Díky tomu, že obě efektivnosti vyšly nepříznivě, je nutné konstatovat, že projekt není z tohoto důvodu efektivní. Výše uvedené hodnoty jsou v tabulce 17 níže. Z tohoto důvodu byla zpracována analýza citlivosti, která prokazuje měnu hodnot pro dosažení efektivnosti projektu.

Tabulka 17 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2022 [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	0%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

9.5 Analýza citlivosti

V rámci ekonomického vyhodnocení projektu, byla vytvořena analýza citlivosti pro diskontní sazbu, změnu bezpečného průtoku a investiční náklady. Jedná se proměnné, které výrazně ovlivňují celý projekt a mají zásadní vliv na celkovou efektivnost projektu.

9.5.1 Test elasticity

Nejprve byl proveden test elasticity u zmíněných proměnných. Jako první byl testu elasticity podoben bezpečný průtok Q2. Nejprve bylo k bezpečnému průtoku přičteno $\pm 1\%$ a následně dopočítané hodnoty PE, AE a doba návratnosti. U této proměnné došlo k pohybu výsledných hodnot o necelé jedno procento a z tohoto důvodu se nejedná o kritickou proměnnou. Hodnoty výpočtu viz tabulky 18–21.

Tabulka 18 Test elasticity Q2 – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,46		[roky]

N	p	D	R	D	R
2	0,39	0	6 560	0	3 102
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
			45 517		27 297

Tabulka 19 Test elasticity Q2 – + 1 % [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,424	27,253	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-200,98		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,58		[roky]

N	p	D	R	D	R
2,02	0,39	0	6 467	0	3 058
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
			45 424		27 253

Tabulka 20 Test elasticity Q2 – - 1 % [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,611	27,342	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-197,69		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,33		[roky]

N	p	D		D	
1,98	0,40	0	6 654	0	3 147
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
			45 611		27 342

Tabulka 21 Test elasticity Q2 – výsledek [vlastní zpracování]

	Q2	Q2 +1 %	Q2 -1 %	procentuální změna	
Poměrová efektivnost (PE)	0,75	0,75	0,75	99,73	100,28
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35	-200,98	-197,69	100,82	99,17
Doba návratnosti	44,46	44,58	44,33	100,27	99,72

Druhou proměnnou, která byla použita v testu elasticity, byla diskontní sazba. Původní hodnota byla 3 % a nové hodnoty 2 a 4 %. Pro nové hodnoty diskontní sazby byly opět dopočítané hodnoty poměrové a absolutní efektivnosti a doba návratnosti. U této proměnné došlo k výrazné změně výsledných hodnot, kde došlo k nárůstu nebo úbytku o cca 25, respektive cca 50 %. Z tohoto důvodu je diskontní sazba kritickou proměnnou. Výpočty opět viz tabulky 22–25.

Tabulka 22 Test elasticity DS 3 % – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,150	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,76		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-194,39		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 23 Test elasticity DS 4 % – nové [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	4%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,150	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,57		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-344,97		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 24 Test elasticity DS 2 % – nové [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	2%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,150	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	1,13		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	106,77		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 25 Test elasticity DS 3 % – výsledek [vlastní zpracování]

	Q2	Q2 +1 %	Q2 -1 %	procentuální změna	
Poměrová efektivnost (PE)	0,76	0,57	1,13	75,00	150,00
Absolutní efektivnost (AE)	-194,39	-344,97	106,77	177,46	-54,93
Doba návratnosti	44,09	44,09	44,09	0,00	0,00

Poslední proměnnou, která byla podrobena testem elasticity jsou investiční náklady. Původní hodnota investičních nákladů je necelých 800 mil. Kč. K této hodnotě bylo v následujícím kroku připočteno $\pm 1\%$ a dopočítány oba ukazatele poměrová efektivnost, i absolutní efektivnost, dále byla dopočítána také doba návratnosti. Při přičtení 1% došlo k poklesu o necelé jedno procento u poměrové efektivnosti, ale absolutní efektivnost zaznamenala růst o víc než 3% a doba návratnosti se změnila přesně o 1% . Při odečtení 1% od základních investičních nákladů došlo u všech ukazatelů o změnu minimálně o 1% . Z těchto důvodů jsou investiční náklady kritickou proměnnou. Původní hodnoty a výsledky výpočtů jsou v tabulkách 26–29.

Tabulka 26 Test elasticity investiční náklady – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,46		[roky]

Tabulka 27 Test elasticity investiční náklady – + 1 % [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	804,670	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,74		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-207,31		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,90		[roky]

Tabulka 28 Test elasticity investiční náklady – - 1 % [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	788,736	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,76		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-191,38		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44,01		[roky]

Tabulka 29 Test elasticity investiční náklady – výsledek [vlastní zpracování]

	IN	IN +1 %	IN -1 %	procentuální změna	
Poměrová efektivnost (PE)	0,75	0,74	0,76	99,01	101,01
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35	-207,31	-191,38	104,00	96,00
Doba návratnosti	44,46	44,90	44,01	101,00	99,00

9.5.2 Analýza citlivosti kritických proměnných

Při testu elasticity byla určena jako kritická proměnná diskontní sazba a investiční náklady. Ale z důvodu velkého nárůstu pravděpodobnosti a rizika v důsledku změny bezpečného průtoku z Q2 na Q1 byl podroben citlivostní analýze i bezpečný průtok.

Při analýze citlivosti u bezpečného průtoku došlo ke změně z Q2 na Q1. Riziko v prvním období vzrostlo z cca 6,5 mil. Kč na necelých 14 mil. Kč u hodnot před realizací PPO a u hodnot po realizaci PPO došlo k nárůstu o cca 3,5 mil. Kč. U celkového ročního rizika došlo k nárůstu o cca 7,5 mil. Kč/rok, respektive cca 3,5 mil. Kč/rok. Celkové ukazatele ekonomické efektivnosti se při změně z Q2 na Q1 zlepšily ale stále nedosáhly požadovaných hodnot. Ukazatel poměrové efektivnosti vyšel na 0,91 a ukazatel absolutní efektivnosti vyšel cca - 70 mil. Kč. Doba návratnosti také zaznamenala změnu, a to zkrácením ze 44 na 37 let. Výše uvedené hodnoty jsou uvedeny níže v tabulkách 30–32.

Tabulka 30 Analýza citlivosti Q2 – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

N	p	D	R	D	R
2	0,39	0	6 560	0	3 102
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
			45 517		27 297

Tabulka 31 Analýza citlivosti Q1 – nové [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	52,895	30,787	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,91		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-69,73		[mil.Kč]
Doba návratnosti	37		[roky]

N	p	D	R	D	R
1	0,63	0	13 938	0	6 592
5	0,18	61 829	16 124	29 240	8 777
20	0,05	181 556	16 333	103 244	8 933
100	0,01	659 897	65	356 970	50
101	0,01	659 897	5 842	659 897	5 842
1 000	0,00	659 897	594	659 897	594
10 000	0,00	659 897		659 897	
			52 895		30 787

Tabulka 32 Analýza citlivosti Q – výsledky [vlastní zpracování]

	Q2	Q1	procentuální změna
Poměrová efektivnost (PE)	0,75	0,91	121,70
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35	-69,73	34,98
Doba návratnosti	44,46	36,53	82,17

Druhá proměnná, která byla podrobena citlivostní analýze, je diskontní sazba. Tato proměnná byla určena testem elasticity jako proměnná kritická. V tomto případě došlo ke změně diskontní sazby z původních 3 na 4 %. Při této změně došlo k výraznému zhoršení ukazatelů ekonomické efektivnosti. Poměrová efektivnost z původních 0,76 klesla na hodnotu 0,56, což znamená, že za každou investovanou korunu se získá zpět užitek v hodnotě pouze 57 halířů. Absolutní efektivnost vyšla na -348,69 mil. Kč. Doba návratnosti se ale nezměnila a zůstala na hodnotě 44 let. Všechny hodnoty k analýze citlivosti diskontní sazby jsou uvedeny v tabulkách 33–35 níže.

Tabulka 33 Analýza citlivosti DS 3 % – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 34 Analýza citlivosti DS 4 % – nové [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	4%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,56		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-348,69		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 35 Analýza citlivosti DS – výsledky [vlastní zpracování]

	DS 3 %	DS 4 %	procentuální změna
Poměrová efektivnost (PE)	0,75	0,56	75
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35	-348,69	174,91
Doba návratnosti	44,46	44,46	100

Poslední proměnnou, která vyšla z testu elasticity jako kritická, jsou investiční náklady. Při analýze citlivosti došlo ke zvýšení investičních nákladů o 10 %. Zde došlo k nárůstu investičních nákladů z původních cca 800 mil. Kč na více než 875 mil. Kč. Z tohoto důvodu se poměrová efektivnost zhoršila o necelých 10 % a to z hodnoty 0,75 na 0,68. Dále se snížila absolutní efektivnost z necelých -200 mil. Kč na skoro -280 mil. Kč. což odpovídá změně o necelých 40 %. Zároveň došlo k prodloužení doby návratnosti o 5 let a to ze 44 na 49 let. Původní hodnoty a výsledky výpočtů jsou v tabulkách 36–38 níže.

Tabulka 36 Analýza citlivosti IN – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Tabulka 37 Analýza citlivosti IN – + 10 % [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	3%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	876,373	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,68		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-279,02		[mil.Kč]
Doba návratnosti	49		[roky]

Tabulka 38 Analýza citlivosti IN – výsledky [vlastní zpracování]

	IN	IN +10 %	procentuální změna
Poměrová efektivnost (PE)	0,75	0,68	90,91
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35	-279,02	139,97
Doba návratnosti	44	49	110

9.6 Bod zvratu

Posledním krokem této případové studie je stanovení bodu zvratu. Z výše uvedených kapitol je zřejmé, že tento projekt je v současné době neefektivní. Z tohoto důvodu bylo nutné učít bod zvratu, tedy hodnotu vstupních proměnných, při níž bude projekt na hranici efektivnosti, tj. poměrová efektivnost PE bude rovna 1. Tato hodnota byla určována pro celkové investiční náklady a diskontní sazbu.

Tabulka 39 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2022 – původní [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	0%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	0,75		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	-199,35		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Nejprve byl vypočítán bod zvratu pro investiční náklady. Pro výpočet byl použit vzorec:

Rovnice 11 Bod zvratu – investiční náklady [vlastní úprava rovnice 7]

$$I = \frac{R_{bez\ PPO} - R_{po\ realizaci\ PPO} - PN}{DS}$$

I	investiční náklady
R _{bez PPO}	průměrné roční riziko bez PPO
R _{po realizaci PPO}	průměrné roční riziko po realizaci PPO
PN	roční provozní náklady
DS	diskontní sazba

Po dosažení do vzorce vyšel bod zvratu pro investiční náklady ve výši cca 600 mil. Kč. Při této hodnotě investičních nákladů došlo k výraznému snížení doby návratnosti, která klesla o 11 let. Hodnoty získané určování bodu zvratu jsou v tabulce 40 níže.

Tabulka 40 Bod zvratu – investiční náklady [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	0%	3%	
Náklady - pořizovací (I)	0	597,357	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	1,00		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	0,00		[mil.Kč]
Doba návratnosti	33		[roky]

Při výpočtu bodu zvratu u diskontní sazby byl postup velmi podobný jako u investičních nákladů. Byl použit prakticky stejný vzorec jako v předchozím případě, pouze došlo k prohození diskontní sazby a investičních nákladů:

Rovnice 12 Bod zvratu – diskontní sazba [vlastní úprava rovnice 7]

$$DS = \frac{R_{bez\ PPO} - R_{po\ realizaci\ PPO} - PN}{I}$$

Po dosažení do této rovnice byl bod zvratu pro diskontní sazbu určen jako hodnota 2,27 %. V tomto případě došlo pouze ke změně diskontní sazby. Ostatní hodnoty zůstaly nezměněny. Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 41 níže.

Tabulka 41 Bod zvratu – diskontní sazba [vlastní zpracování]

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Prům. roční riziko (R)	45,517	27,297	[mil.Kč/rok]
Diskontní sazba (DS)	0%	2,25%	
Náklady - pořizovací (I)	0	796,703	[mil.Kč]
Náklady provozní (PN)	0	0,299	[mil.Kč/rok]
Poměrová efektivnost (PE)	1,00		[-]
Absolutní efektivnost (AE)	0,00		[mil.Kč]
Doba návratnosti	44		[roky]

Pro dosažení bodu zvratu došlo jak u investičních nákladů, tak i u diskontní sazby ke snížení o 25 % viz tabulka 42 níže.

Tabulka 42 Bod zvratu – procentuální změna [vlastní zpracování]

	Původní	Bod zvratu	procentuální změna
Diskontní sazba (DS)	3%	2,25%	74,98
Náklady - pořizovací (I)	796,703	597,357	74,98

10 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo stanovení ekonomické efektivity veřejného investičního projektu výstavby poldru Krounka – Kutřín.

V první části se tato práce zabývala problematikou povodní, jejími parametry a ochrannými opatřeními. Dále se zabývala hodnocením ekonomické efektivity projektů, zejména principem 3E. Následně popisovala metodiku stanovení škod na nemovitém majetku po povodni a metodiku pro stanovení poměrového a absolutního ukazatele efektivity a doby návratnosti. Také se zabývala cenovými indexy a na závěr první části se věnovala analýze citlivosti a testu elasticity.

V druhé části se tato práce zabývala investičním projektem výstavby poldru Krounka – Kutřín. Tato akce je financována z rozpočtu Povodí Labe s. p. a dotačního programu Ministerstva zemědělství – Podpora prevence před povodněmi IV. etapa. Byl popsán vývoj této stavby a vývoj celkových nákladů v průběhu let. Zároveň byl popsán technický popis projektu.

V této části bylo také popsáno chráněné území, nemovitý majetek a obyvatelstvo, které bude profitovat z této stavby. Následně došlo ke stanovení potencionálních škod na nemovitém majetku a ceny protipovodňových opatření (výstavby poldru Kutřín) cenové úrovni 2022. Z takto stanovených hodnot byla stanovena ekonomická efektivity projektu. Z výsledků vyplynulo, že projekt je při takto určených vstupních hodnotách ekonomicky neefektivní. Dále byla provedena analýza citlivosti a nakonec byl určen bod zvratu, při kterém by byl projekt na hranici efektivity.

V současné době probíhá výběrové řízení s předpokládanými náklady necelých 800 mil. Kč. Z důvodu již započatých a následně přerušovaných prací a zejména zařazením tohoto protipovodňového opatření do dlouhodobého řešení protipovodňové ochrany na řece Novohradce, je nutné tento projekt vybudovat i přes výše zmíněné výstupy.

11 Bibliografie

- [1] KORYTÁROVÁ, Jana. *Povodně a nemovitý majetek v území*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-573-0.
- [2] *Plán pro zvládnutí povodňových rizik v povodí Labe*. Ministerstvo životního prostředí, 2020.
- [3] KOBES, Pavel. *K čemu jsou povodňové mapy a jak zjistit záplavovou oblast?* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.yespojisteni.cz/2021/06/pojisteni-povodne/>
- [4] Zákon č. 254/2001 Sb.: Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů 25.07.2001*.
- [5] *Správci vodních toků* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/spravci-vodnich-toku/>
- [6] *Seznam povodní v Česku* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_povodni_v_Cesku
- [7] *Elektronický digitální povodňový portál - Vodohospodářský slovníček* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://rataje.cz/data/povodnovy-plan/local/slovník/index.html>
- [8] *Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/publikace/strategie-ochrany-pred-povodnemi-pro.html>
- [9] *Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2000.
- [10] DRÁB, Aleš, Ladislav DVOŘÁK, Jiří KOZUBÍK, Tomáš KACÁLEK a Věra HROMÁDKOVÁ. *Katalog protipovodňových opatření kulturních památek*. 1. Brno: LITERA Brno, 2014. ISBN 978-80-7212-601-9.
- [11] *Agrotechnická opatření* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://mapy.kr-kralovehradecky.cz/ppo/index.html?agrotechnicka_opatreni.htm

- [12] STRYJA, Michal. *Ekonomická efektivnost investičního projektu*. Brno, 2018. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
- [13] *Metodika veřejného nakupování: Naplňování principů 3E v praxi veřejného zadávání*. 1. Praha: Ministerstvo financí ČR, 2016. Dostupné také z: https://www.mfcr.cz/assets/cs/media/Methodika_2016_Metodicky-pokyn-CHJ-c-3.pdf
- [14] Zákon č. 320/2001 Sb.: Zákon o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů (zákon o finanční kontrole). In: *Sbírka zákonů. 07. 09. 2001*. částka 122.
- [15] DRBAL, Karel a kolektiv. *Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2012.
- [16] Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2021. In: *České stavební standardy* [online]. RTS, a.s. [cit. 2022-12-05]. Dostupné z: http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2021.html
- [17] SATRAPA, Ladislav, Pavel FOŠUMPAUR a Martin HORSKÝ. *Metodika pro posuzování protipovodňových opatření navržených do III. Etapy programu „prevence před povodněmi“*. Praha, 2014.
- [18] Indexy cen stavebních prací, indexy cen stavebních děl a indexy nákladů stavební výroby - čtvrtletní časové řady - 3. čtvrtletí 2022. In: *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-stavebnich-praci-indexy-cen-stavebnich-del-a-indexy-nakladu-stavebni-vyroby-ctvrtletni-casove-rady-3-ctvrtleti-2022>
- [19] KORYTÁŘOVÁ, Jana a Vít HROMÁDKA. *Veřejné investice I*. Brno, 2022.
- [20] FOŠUMPAUR, Pavel. *Posudek poldr Kutřín*. Praha, 2016.
- [21] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.8542293&y=49.9306583&z=10&source=coord&id=16.056103056152352%2C49.824549297611505>
- [22] BENDO VÁ, Hana. Pravomocné stavební povolení na poldr Kutřín. In: *Povodí Labe* [online]. Povodí Labe - státní podnik, 2009 [cit. 2022-11-29]. Dostupné z: https://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/dokumenty/pravomocne-stavebni-povoleni-na-poldr-kutrin_8865.html

- [23] Veřejná zakázka: Krounka, Kutřín, výstavba poldru 2020. In: *E-ZAK MZE* [online]. [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://zakazky.eagri.cz/contract_display_14368.html
- [24] BENDOŮVÁ, Hana. Přerušení výstavby poldru Kutřín. In: *Povodí Labe* [online]. Povodí Labe - státní podnik, 2009 [cit. 2022-11-29]. Dostupné z: https://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/dokumenty/preruseni-vystavby-poldru-kutrin_14205.html
- [25] Veřejná zakázka: Krounka, Kutřín, výstavba poldru 2022. In: *E-ZAK MZE* [online]. [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://zakazky.eagri.cz/contract_display_17156.html
- [26] STANĚK, Miroslav, Vladimír ZEVL a Tomáš DOSTÁL. *Krounka, Kutřín, výstavba poldru: D – Dokumentace objektů D.1.1 – SO 01 hráz*. Hradec Králové, 2019.
- [27] KAPLAN, Jiří. *Projektová dokumentace pro provedení stavby pro realizaci nedokončeného díla: Krounka, Kutřín, výstavba poldru*.
- [28] *KUTRIN_vizu_oficial_60fps*. Hradec Králové, 2019.
- [29] Novohradka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Novohradka>
- [30] Osy vodních linií. In: *Vodohospodářský informační portál VODA* [online]. [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: <https://voda.gov.cz/?page=osy-vodnich-linii-mapa>
- [31] Indexy cen stavebních prací, indexy cen stavebních děl a indexy nákladů stavební výroby - čtvrtletní časové řady - 4. čtvrtletí 2016. In: *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-stavebnich-praci-indexy-cen-stavebnich-del-a-indexy-nakladu-stavebni-vyroby-ctvrtletni-casove-rady-4-ctvrtletni-2016>
- [32] *Stoletá voda 9. a 10. března 2000 Dvůr Králové nad Labem a přehrada Les Království* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.kralovedvorsko.cz/historie/stoleta-voda-9-brezna-2000-dvur-kralove-nad-labem-a-prehrada-les-kralovstvi.html>
- [33] *Povodeň v Čechách (2013)* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Povodeň_v_Čechách_\(2013\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Povodeň_v_Čechách_(2013))

- [34] *PŘEHRADA LES KRÁLOVSTVÍ: NEJKRÁSNEJŠÍ V ČESKU!* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://epochanacestach.cz/prehrada-les-kralovstvi-nejkrasnejsi-v-cesku/>
- [35] *Staroměstská mostecká věž jako rozhledna* [online]. In: . [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.i60.cz/clanek/detail/26369/staromestska-mostecka-vez-jako-rozhledna>
- [36] *Stupeň povodňové aktivity* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Stupeň_povodňové_aktivity
- [37] *Stavba retenční nádrže Jeneweinova, Brno* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.geotechnika.cz/cs/co-delame/reference/61-stavba-retencni-nadrze-jeneweinova-brno>
- [38] *Těsnicí vaky* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.testa-jesenice.cz/stavebni-technika/tesnici-vaky/>
- [39] *Hladiny řek nebezpečně stoupají, dosahují třetího stupně* [online]. In: . [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/na-morave-a-ve-vychodnich-cechach-se-rozvodnily-reky-40339168>

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam povodní na území České republiky [[6], vlastní zpracování]	12
Tabulka 2 Procentuální vyjádření minimálního a maximálního poškození (L) na budovách v závislosti na hloubce zaplavení [15, s. 47]	29
Tabulka 3 Ceny sportovních povrchů na 1 m ² pro rok 2010 [15, s. 52].....	30
Tabulka 4 Cenové ukazatele pro inženýrské sítě pro rok 2010/II [15, s. 55].....	31
Tabulka 5 Přehled jednotkových škod v rostlinné výrobě vztažených na 1 ha obdělávané plochy [15, s. 59].....	32
Tabulka 6 Typy atributu KC_DRUHBUD [15, s. 60].....	32
Tabulka 7 Jednotková cena pro škody v průmyslu (C – Zpracovatelský průmysl, D – Energetický průmysl) k posledním známým údajům k roku 2009 [15, s. 61]	33
Tabulka 8 Chráněné území [20]	43
Tabulka 9 Zasažený majetek – počet [20]	45
Tabulka 10 Zasažený majetek – plocha [20]	45
Tabulka 11 Obyvatelstvo v území [20]	45
Tabulka 12 Potencionální škody v cenové úrovni 2016 [20]	46
Tabulka 13 Potencionální povodňové škody cenové úrovni 2022 [vlastní zpracování]	46
Tabulka 14 Cenové indexy [[31] [18], vlastní zpracování].....	47
Tabulka 15 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2016 [20].....	48
Tabulka 16 Stanovení průměrného ročního rizika R [vlastní zpracování].....	48
Tabulka 17 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2022 [vlastní zpracování].....	49
Tabulka 18 Test elasticity Q2 – původní [vlastní zpracování].....	49
Tabulka 19 Test elasticity Q2 – + 1 % [vlastní zpracování]	49
Tabulka 20 Test elasticity Q2 – - 1 % [vlastní zpracování]	50
Tabulka 21 Test elasticity Q2 – výsledek [vlastní zpracování].....	50

Tabulka 22 Test elasticity DS 3 % – původní [vlastní zpracování]	50
Tabulka 23 Test elasticity DS 4 % – nové [vlastní zpracování].....	50
Tabulka 24 Test elasticity DS 2 % – nové [vlastní zpracování].....	51
Tabulka 25 Test elasticity DS 3 % – výsledek [vlastní zpracování]	51
Tabulka 26 Test elasticity investiční náklady – původní [vlastní zpracování].....	51
Tabulka 27 Test elasticity investiční náklady – + 1 % [vlastní zpracování]	52
Tabulka 28 Test elasticity investiční náklady – - 1 % [vlastní zpracování]	52
Tabulka 29 Test elasticity investiční náklady – výsledek [vlastní zpracování]	52
Tabulka 30 Analýza citlivosti Q2 – původní [vlastní zpracování]	53
Tabulka 31 Analýza citlivosti Q1 – nové [vlastní zpracování]	53
Tabulka 32 Analýza citlivosti Q – výsledky [vlastní zpracování].....	53
Tabulka 33 Analýza citlivosti DS 3 % – původní [vlastní zpracování]	53
Tabulka 34 Analýza citlivosti DS 4 % – nové [vlastní zpracování].....	54
Tabulka 35 Analýza citlivosti DS – výsledky [vlastní zpracování]	54
Tabulka 36 Analýza citlivosti IN – původní [vlastní zpracování].....	54
Tabulka 37 Analýza citlivosti IN – + 10 % [vlastní zpracování]	55
Tabulka 38 Analýza citlivosti IN – výsledky [vlastní zpracování]	55
Tabulka 39 Ekonomické vyhodnocení pro rok 2022 – původní [vlastní zpracování].....	55
Tabulka 40 Bod zvratu – investiční náklady [vlastní zpracování]	56
Tabulka 41 Bod zvratu – diskontní sazba [vlastní zpracování].....	57
Tabulka 42 Bod zvratu – procentuální změna [vlastní zpracování]	57

13 Seznam obrázků

Obrázek 1 Přehrada Les Království při povodních březem 2000 [32]	10
Obrázek 2 Přehrada Les Království při normálním stavu [34].....	10
Obrázek 3 Pohled ze Staroměstské mostecké věže na rozvodněnou Vltavu (r. 2013) u Mánesova mostu v pozadí se Strakovou akademií [33].....	11
Obrázek 4 Pohled ze Staroměstské mostecké věže na klidnou Vltavu u Mánesova mostu v pozadí se Strakovou akademií [35]	11
Obrázek 5 Označení stupňů povodňové aktivity u vodočtu na pilíři mostu přes řeku Moravu v Olomouci-Chomoutově [36].....	15
Obrázek 6 Retenční nádrž Jeneweinova, Brno [37]	18
Obrázek 7 Těsnící vak [38]	18
Obrázek 8 Příklad úpravy koryta na vodním toku Bečva [10, s. 37]	19
Obrázek 9 Ochranná hráz v lokalitě Bratislava – Děvínská Nová Ves, vodní tok Morava [10, s. 40].....	20
Obrázek 10 Výstavba železobetonové vetknuté povodňové zdi v lokalitě Veselí nad Lužnicí [10, s. 41].....	21
Obrázek 11 Zábrany z betonových dílců [10]	21
Obrázek 12 Svislé hradidlové systémy [10].....	21
Obrázek 13 Pytle [39].....	21
Obrázek 14 Systémy lokální ochrany objektů [10]	22
Obrázek 15 Klapkové zábrany [10].....	22
Obrázek 16 Bariérové systémy [10].....	22
Obrázek 17 Stacionární systémy [10].....	22
Obrázek 18 Vanové systémy [10]	22
Obrázek 19 Šikmý deskový systém [10]	22
Obrázek 20 Zábrany z plastových modulů [10]	22

Obrázek 21 Pryžotextilní vaky plněné vodou [10].....	22
Obrázek 22 Hrazení se sklopnou konstrukcí [10]	22
Obrázek 23 Poldr Kutřín [28].....	23
Obrázek 24 Principy 3E [13, s. 8]	24
Obrázek 25 Graf křivky poškození vyjadřující minimální a maximální míru poškození budov [15, s. 47].....	29
Obrázek 26 Graf čáry překročení škod $D(p)$ [15, s. 65].....	34
Obrázek 27 Umístění poldru Kutřín [21]	40
Obrázek 28 Předpokládané náklady v čase [vlastní zpracování, [23] [25] [22]]	41
Obrázek 29 Vzorový řez PF 6-4 Tělesem hráze [27]	42
Obrázek 30 Pohled na hráz z vizualizace díla [28]	42
Obrázek 31 Mapa chráněného toku [vlastní zpracování, [30]]	44

14 Seznam rovnic

Rovnice 1 Stanovení potencionálních povodňových škod metodou KP [15, s. 43].....	27
Rovnice 2 Škody na objektech [15, s. 44]	27
Rovnice 3 Celková škoda v hodnoceném území [15, s. 44].....	27
Rovnice 4 Průměrné roční ekonomické povodňové riziko [15, s. 65]	33
Rovnice 5 Pravděpodobnost překročení N-letého kumulačního průtoku [15].....	33
Rovnice 6 Vztah pro numerickou integraci pomocí lichoběžníkového pravidla [15, s. 66]	34
Rovnice 7 Poměrový ukazatel efektivnosti [17, s. 4].....	35
Rovnice 8 Absolutní ukazatel efektivnosti [17, s. 4].....	36
Rovnice 9 Doba návratnosti [17, s. 5]	36
Rovnice 10 Cenový index [18].....	37
Rovnice 11 Bod zvratu – investiční náklady [vlastní úprava rovnice 7].....	56
Rovnice 12 Bod zvratu – diskontní sazba [vlastní úprava rovnice 7]	56

15 Seznam příloh

Příloha č.1 Indexy cen stavebních děl podle klasifikace CZ-CC a TSKP pro roky 2016 a 2022