

Hodnocení povodňových modelů na vybraném území ČR

Ivo Sikora

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ivo Sikora**
Osobní číslo: **L13345**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Hodnocení povodňových modelů na vybraném území ČR**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s teoretickými základy ochrany před povodněmi. Dále se seznamte s problematikou modelování povodní.
2. Zvolte vhodné území pro hodnocení povodňových modelů.
3. Ohodnoťte povodňový model /modely na zvoleném území.
4. Proveďte vyhodnocení využitelnosti povodňového modelu/ modelů pro potřeby krizového řízení a ochran před povodněmi.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] SENE, Kevin. Flood warning, forecasting and emergency response. Berlin: Springer, c2008, xii, 303 s. ISBN 978-3-540-77852-3.

[2] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. Mapování rizik. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 126 s. ISBN 978-80-7385-086-9.

[3] KONVIČKA, Miloslav. Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních. 1. vyd. Brno: ERA, 2002, viii, 219 s. ISBN 80-86517-38-1.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Rak**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2016**

V Uherském Hradišti dne 12. února 2016



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připoustí-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti 3.5.2016


.....
podpis studenta

ABSTRAKT

V bakalářské práci jsem popisoval možné druhy povodně a jejich předcházení či omezení velikosti škod prostřednictvím povodňových modelů. V teoretické části mé práce jsem definoval a popsal možné varianty povodně a stanovil druhy protipovodňové ochrany. Dále jsem se zabýval problematikou tvorby modelů obecně, popisem konkrétních povodňových modelů a shromaždišť jejich výstupů. V praktické části jsem aplikoval výstupy povodňových modelů na území části města Bohumín. Popsal jsem možné využití jednotlivých druhů výstupů pro krizové řízení a ochranu před povodněmi. A na závěr jsem porovnal rozdíly jednotlivých výstupů z různých povodňových modelů.

Klíčová slova: povodeň, ochrana před povodněmi, povodňový model, město Bohumín

ABSTRACT

In this bachelor thesis I described the kinds of floods and preventing or limiting the size of damage through flood models. In the theoretical part of my work I defined and described the possible variants of flooding and established kinds of flood protection. I also dealt with the issue of creating models generally and description specific flood models and aggregators of their outputs. In the practical part I applied outcomes flood models on the territory of the town Bohumín. I described the possible use of different types of outputs for emergency management and flood protection. Finally, I compared differences of individual outputs from different flood models.

Keywords: the flood, flood protection, flood model, town Bohumín

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jakubu Rakovi za výpomoc a trpělivost při tvorbě mé bakalářské práce. Dále děkuji panu Ing. Jiřímu Biksadskému, vedoucímu oddělení odtokových poměrů z odboru vodohospodářských koncepcí a informací státního podniku Povodí Odry za užitečné rady, informace a materiály.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahrána do IS/STAG jsou totožné.

Motto:

„Jedině příroda ví, co chce... nikdy nežertuje a nikdy nedělá chyby, ty dělá jen člověk.“

Johann Wolfgang von Goethe

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 POVODĚŇ	11
1.1 PŘIROZENÁ POVODĚŇ.....	11
1.1.1 Dělení přirozených povodní.....	12
1.2 ZVLÁŠTNÍ POVODĚŇ.....	13
2 OCHRANA PŘED POVODNĚMI	14
2.1 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ PODLE ČASOVÉ VAZBY.....	14
2.2 TECHNICKÁ A NETECHNICKÁ PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ.....	15
2.3 INSTITUCE ZABEZPEČUJÍCÍ OCHRANU PŘED POVODNĚMI V ČR.....	16
3 PŘEDPOVÍDÁNÍ POVODNÍ	18
3.1 ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV.....	18
3.1.1 Funkce Českého hydrometeorologického ústavu.....	19
4 STUPNĚ POVODŇOVÉ AKTIVITY	21
4.1 STUPNĚ POVODŇOVÉ AKTIVITY Z HLEDISKA PŘIROZENÉ POVODNĚ.....	21
4.2 STUPNĚ POVODŇOVÉ AKTIVITY Z HLEDISKA BEZPEČNOSTI VODNÍCH DĚL.....	23
5 MODEL	24
5.1 VYTVÁŘENÍ MODELŮ.....	24
5.2 KVALITA A DRUHY CHYB U PROSTOROVÝCH MODELŮ.....	24
5.3 PROCES ABSTRAKCE.....	25
5.4 VIZUALIZACE.....	26
5.4.1 Vizualizace modelovaných jevů.....	26
5.4.2 Trojrozměrná vizualizace.....	27
5.4.3 Digitální kartografie.....	27
5.4.4 Mapy zkreslující realitu.....	28
6 POVODŇOVÉ MODELÝ	29
6.1 PROGRAMY VYUŽÍVANÉ K MODELOVÁNÍ POVODNÍ.....	30
6.1.1 Hydrocheck.....	30
6.1.2 Předpovědní systém HYDROG.....	31
6.1.3 Povodňové mapy České asociace pojišťoven.....	32
6.1.4 Vlna 2.1.....	33
6.1.5 MIKE FLOOD.....	36
6.1.6 HEC-RAS.....	37
6.1.7 BOSS DAMBRK.....	38
6.2 DATABÁZE DAT Z POVODŇOVÝCH MODELŮ V ČR.....	40
6.2.1 Povodňový plán.....	40
6.2.2 Centrální datový sklad.....	42
II PRAKTICKÁ ČÁST	43
7 METODY A CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	44
8 POPIS MODELOVANÉHO ÚZEMÍ	46
8.1 POVODÍ ODRY.....	46
8.1.1 Správa povodí.....	47

8.2	ODRA	47
8.3	BOHUMÍN	48
9	POVODNĚ V BOHUMÍNĚ	49
9.1	POVODNĚ ROKU 1997	49
9.1.1	Průběh povodně	49
9.1.2	Následky povodně	50
9.2	POVODNĚ ROKU 2010	50
9.2.1	Průběh povodně	50
9.2.2	Následky povodně	52
10	DATA Z DIGITÁLNÍHO POVODŇOVÉHO PLÁNU	54
10.1	ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ	54
10.2	DOPRAVNÍ OMEZENÍ PŘI POVODNÍCH	55
10.3	DŮLEŽITÉ ORGANIZACE	56
10.4	OHROŽENÉ OBJEKTY	57
10.5	PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA	58
10.6	KONTAMINOVANÁ MÍSTA	59
10.7	EVAKUACE	60
11	DATA Z CENTRÁLNÍHO DATOVÉHO SKLADU	61
11.1	VYMEZENÍ OBLASTÍ S VÝZNAMNÝMI POVODŇOVÝMI RIZIKY	61
11.2	MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ	62
11.2.1	Mapa rozlivů	62
11.2.2	Mapa hloubek	63
11.2.3	Mapa rychlostí	64
11.3	MAPY POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK	64
11.3.1	Mapa povodňového ohrožení	65
11.3.2	Mapa povodňového rizika	67
11.4	ZÁVĚRY VYVOZENÉ Z MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK	68
12	POROVNÁNÍ MAP ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ	69
13	HODNOCENÍ POVODŇOVÝCH MODELŮ	72
13.1	SWOT ANALÝZA	74
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK	85
	SEZNAM PŘÍLOH	86

ÚVOD

Povodně jsou už od pradávna přírodní jev, který ohrožoval, ohrožuje a bude ohrožovat obyvatelstvo sídlící v širokém okolí vodních toků. Jsou součástí přírody, a pokud budou řeky, budou i povodně. Z tohoto vyplývá, že povodním se vyhnout nedá. Dají se však omezit, částečně korigovat a hlavně lze předpovídat jejich charakter. K tomu nám v dnešní době slouží povodňové modely, které jsou nedílnou součástí jak příprav na zvládnutí povodně, tak i důležitou pomůckou při samotné povodni.

Teoretická část se zaměřuje na popis jednotlivých druhů povodní, jejich vlastnosti a nebezpečí, které představují. Předpovídání a hodnocení míry povodní prostřednictvím jak stupňů povodňové aktivity, tak N-letými průtoky. Dále na obecný popis modelu, prostředky a techniky modelování. Závěrečnou a nejrozsáhlejší kapitolou první části je kapitola Povodňové modely. V této kapitole je popsáno celkem sedm počítačových programů, pomocí kterých lze povodně modelovat. První čtyři z nich jsou programy české a zbylé jsou zahraniční. Povodně jsou různého typu s ohledem na mnoho faktorů a tak i programy, které je modelují se různí v tom, jaký typ povodně modelují, jakými metodami a především výstupy, které nám poskytují. Tato kapitola čtenáři poskytuje informace o nejpoužívanějších povodňových modelech na území České republiky.

Praktická část se zaměřuje na aplikaci výstupů z databází výsledků povodňových modelů na konkrétní území. Pro dobré pochopení a prezentaci jsem vybral oblast s častým výskytem povodní, území části města Bohumína. Na tomto území jsou velice malé rozdíly nadmořské výšky, tudíž se voda při povodni rozlije poměrně daleko od koryta řek či potoků. V této části je popsáno území, na kterém je model aplikován s ohledem na vodstvo, povrch krajiny a územní uspořádání. Dále jsou popsány významné povodně na daném území z let 1997 a 2010. Poté jsou vyobrazeny jednotlivé mapové vrstvy, které poskytuje digitální povodňový plán a centrální sklad pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik, jejich srovnání a přínosy pro krizové řízení. Na závěr SWOT analýza potřeby povodňových modelů a celkové zhodnocení.

V této bakalářské práci jsou shromážděny informace o povodních, povodňových modelech, využití programů k modelaci povodní v praxi a zhodnocení rozdílů více povodňových modelů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POVODEŇ

Přesná definice pojmu povodně je uvedena zákonem č.254/2001 Sb., (§ 64) o vodách (vodní zákon):

„Povodněmi se rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod.“ [1]

Povodeň lze charakterizovat kulminačním průtokem což je největší vrcholový průtok u průtokové vlny, ze kterého se dále stanovuje N-letý kulminační průtok. [2]

Nebezpečí povodně

Mezi nebezpečí povodně zařazujeme situace obzvlášť při:

- dosažení třetího stupně vodního stavu ve vodním toku nebo nádrži a stoupající tendenci vodní hladiny,
- déletrvajících intenzivních dešťových srážkách, případně předpovědi nebezpečí vydatných dešťových srážek, předpokládaném náhlém tání, rizikovém chodu ledů nebo při vzniku nebezpečných ledových zácp a nápěchů,
- vzniku mimořádné události na vodním díle, při které hrozí nebezpečí jeho narušení či destrukce. [1]

1.1 Přirozená povodeň

Jedná se o povodeň, kterou zapříčinily přírodní jevy. Tento druh povodní se vyskytuje zejména při:

- dlouhotrvajících vydatných dešťových srážkách, intenzivních přivalových srážkách, očekávaném náhlém tání, nebezpečném chodu ledů nebo při vzniku rozsáhlejších ledových zácp a nápěchů, které by zapříčinily vylití toku nebo výrazné zvednutí jeho hladiny.
- dovršení směrodatné mezní hodnoty vodního stavu, nebo průtoku ve vodním toku a jeho stoupající tendenci. [3]

Velikost přirozené povodně se určuje N-letou vodou (tj. N-letým průtokem). Ve vodohospodářské praxi je tato voda vyjadřována jednoletou, dvouletou, až stoletou vodou (označování Q_N , např. Q_{20} , Q_{100}). Jedná se o statistický údaj, který vyjadřuje, s jakou dobou opakování se může povodeň určité velikosti, či větší, průměrně vyskytnout (např. dvacetiletá voda je průměrně dostoupena nebo překročena pětkrát za období sta let). [4]

1.1.1 Dělení přirozených povodní

Přirozené povodně lze rozdělit podle ročního období, ve kterém vzniknou, nebo podle příčiny. Pro lepší popis jsem vybral rozdělení podle příčiny, mezi které řadíme povodně dešťové, sněhové, ledové a smíšené. Jednotlivé druhy povodní jsou zpravidla způsobeny konkrétními meteorologickými příčinami.

Dešťové povodně

Jsou způsobeny dešťovými srážkami. Dále je můžeme rozdělit podle způsobu vzniku, doby trvání a intenzity deště na povodně přívalových srážek a povodně trvalých srážek. Vyskytují se většinou na všech tocích na území zasaženém tímto druhem povodní a to zejména s výraznými důsledky na středních a větších tocích.

Sněhové povodně

Způsobuje je intenzivní tání sněhové pokrývky při rostoucích teplotách v zimním a jarním období. Někdy bývají doprovázeny ledovými jevy. Tento druh povodní se nejvíce vyskytuje na podhorských tocích s rostoucí intenzitou v nížinných úsecích větších toků.

Ledové povodně

Obvykle následují po období déle trvajících mrazů, při němž zamrznou hladiny vodních toků. Vznikají náhlým oteplením, což způsobí odchod ledu. Dochází tak k tvorbě ledových zácp a nápěchů, které dočasně sníží průtočnosti koryta a dojde k výraznému vzduť vodní hladiny. Vyskytují se v místech náchylných ke vzniku ledových jevů i při poměrně menších průtocích.

Smíšené povodně

Jsou způsobeny táním ledu doprovázeným dešťovými srážkami zpravidla s ledovými jevy. Na území ČR mohou mít tyto povodně větší nepříznivý dopad než povodně způsobené trvalými srážkami. [5]

Přírozená povodeň ovlivněná mimořádnými příčinami

Hlavní příčinou tohoto druhu povodní je ucpání nebo částečné ucpání mostních profilů nebo propustků, nahromaděním plavenin.

Z důvodu možnosti ucpání mostních profilů představují riziko všechny mosty a lávky. Ucpáním mostních profilů dochází k vzduť vody a následně jejímu vylití z koryta řeky. Také je velice pravděpodobné poškození mostů a lávek. [6]

1.2 Zvláštní povodeň

Jedná se o povodeň, která je vyvolána poruchou či havárií vodního díla vzdouvajícího nebo akumulujícího vodu, nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle vyvolávající vznik mimořádné události na toku a v jeho okolí pod vodním dílem. Rozlišují se tři hlavní typy zvláštních povodní podle charakteru události, která může nastat při výstavbě nebo provozu vodního díla:

Zvláštní povodeň typu 1 - vzniká protržením hráze vodního díla

Možné příčiny protržení vodního díla:

- technická příčina havárie díla,
- silné zemětřesení,
- letecká nehoda - náraz středně velkého nebo velkého letadla do hráze,
- válečný konflikt,
- teroristický útok.

Zvláštní povodeň typu 2 - vzniká vlivem poškození hradící konstrukce bezpečnostních nebo výpustných zařízení vodního díla, což způsobí neřízený odtok vody.

Zvláštní povodeň typu 3 – vzniká z důvodu nevyhnutelného mimořádného vypouštění vody z vodního díla, jde o nouzové řešené kritické situace, při které hrozí riziko poruchy vodního díla. [6,7]

2 OCHRANA PŘED POVODNĚMI

Ohranou před povodněmi neboli protipovodňovou ochranou se rozumí především ochrana životů lidí, zvířat a majetku před povodní. Do tohoto typu ochrany zahrnujeme ekonomické, ekologické, sociální, politické a další aspekty. Hlavním úkolem protipovodňové ochrany je ovlivnění odtokových poměrů, které spočívá v zachycení a snížení kulminačních průtoků a neškodném odvedení povodňových průtoků.

2.1 Protipovodňová opatření podle časové vazby

Preventivní protipovodňová opatření

Jsou realizována v předstihu před povodní a dále se člení na opatření územně organizační, ekologická opatření a operativní opatření.

Opatření územně organizační (regionální, sídelní) souvisí s ovlivňováním procesu územního plánování v záplavových územích na základě kategorizace záplavových územích a jejich částí. Organizační opatření spočívají zejména v sestavování povodňových plánů, v zajištění kvalifikované hydrologické předpovědi povodňových situací, hlásné a povodňové služby, vzdělávací činnosti a přípravě jednotlivých složek civilní obrany pro případ povodňové situace.

Ekologická opatření se zabývají využitím prvků blízkých přírodě s cílem snížit kulminační průtoky zejména s využitím a posílením infiltrační a retenční schopnosti povodí.

Stavebně-technická (strukturální) opatření se zabývají v převážné většině stavebními objekty a konstrukcemi. Jejich úkolem je snížit kulminační průtoky a redukovat objem povodňové vlny v prostoru a čase. Tato opatření zahrnují stavebně-technické prvky ochrany a opatření ke zvýšení retenční schopnosti krajiny i urbanizovaných území. Dále mohou být dělena na stabilní a mobilní prvky protipovodňové ochrany. [8]

Operativní protipovodňová opatření

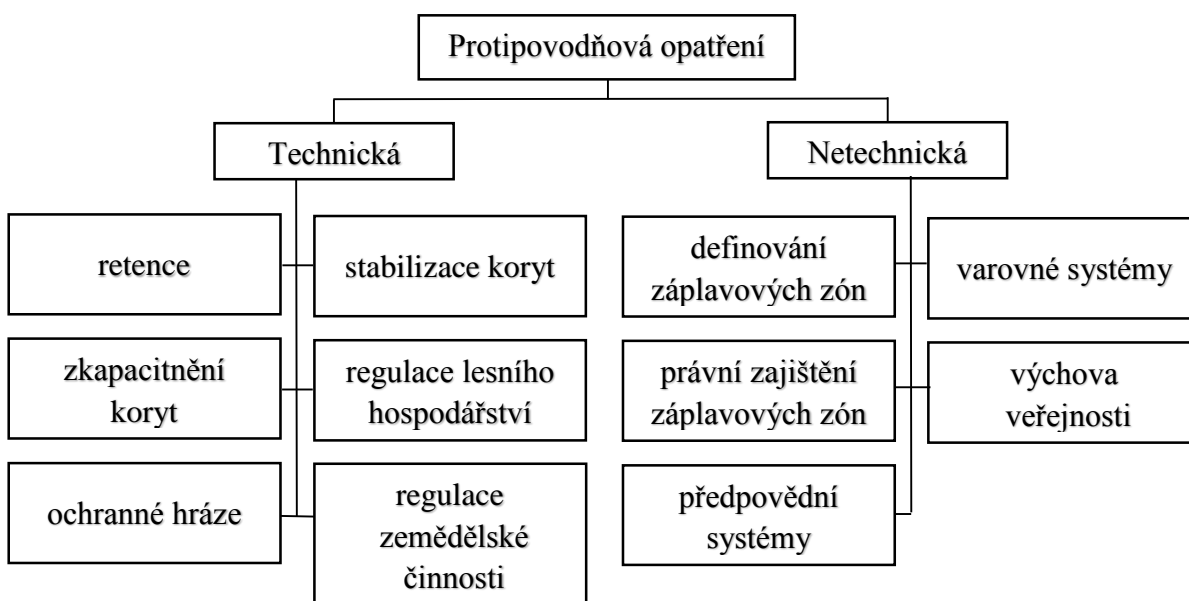
Jsou realizována v době povodně a lze je rozdělit na technická a organizační opatření.

Technická opatření spočívají ve výstavbě provizorních mobilních konstrukcí zabraňujících rozliti vody v případě přímé hrozby podle aktuální povodňové situace ve vazbě na povodňový plán lokality.

Za organizační opatření jsou považovány záchranné a evakuační činnosti, jejich zajištění a organizace. V bezprostředně popovodňovém období jsou to zejména organizování a realizace zajišťovacích prací. [8]

2.2 Technická a netechnická protipovodňová opatření

Příkladem technických opatření jsou retenční nádrže, zkapacitňování koryt, jejich stabilizace (opevňování), výstavba ochranných hrází, inženýrská a inženýrskobiologická opatření ke snížení eroze a zvýšení retence v povodí. Do netechnických opatření patří zejména definování záplavových zón a jejich právní zajištění, předpovědní a varovné systémy, výchova veřejnosti k odpovědnému chování při povodňových situacích. Na tocích, pro které je doba reakce povodí kratší než 3 hodiny, jsou z pohledu ochrany zdraví a životů obyvatel důležitější technická opatření. Taková doba je příliš krátká na pro plnou funkci předpovědních a varovných systémů i pro nasazení civilní ochrany. [9]



Klasifikace protipovodňových opatření

Technická protipovodňová opatření

Úkolem technických opatření je především zmírnit účinky povodně zachycením části jejího objemu a tím snížením kulminačních průtoků nebo zabráněním rozlivů technickými prostředky.

Technická opatření, sloužící ke zpomalení odtoku a akumulaci vody v povodí, pozitivně ovlivňují míru ochrany na určitém úseku toku nebo části povodí a nezhoršují situaci v níže položených částech. V první řadě se jedná o nádrže s retenčním účinkem a poldry. Při jejich

realizaci je nutné provést posouzení vlivu na životní prostředí. S výstavbou vodohospodářských staveb jsou spojeny provozní náklady na jejich udržování v bezpečném provozuschopném stavu. Zejména je třeba zajistit technickobezpečnostní dohled a uplatnit využití moderní měřicí, ovládací i řídicí techniky při jejich ovládání a manipulaci. [10]

Netechnická protipovodňová opatření

Do netechnických protipovodňových opatření patří zejména definování záplavových zón a jejich právní zajištění. Dále předpovědní a varovné systémy a výchova veřejnosti k odpovědnému chování při povodňových rizikových situacích a nakonec kontrola stavů koryt. [11]

Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Záplavová území definuje § 66 vodního zákona. V aktivní zóně záplavových území vodní zákon zakazuje umísťovat, povolovat i provádět stavby s výjimkou některých vodních děl a dalších vybraných druhů staveb. [12]

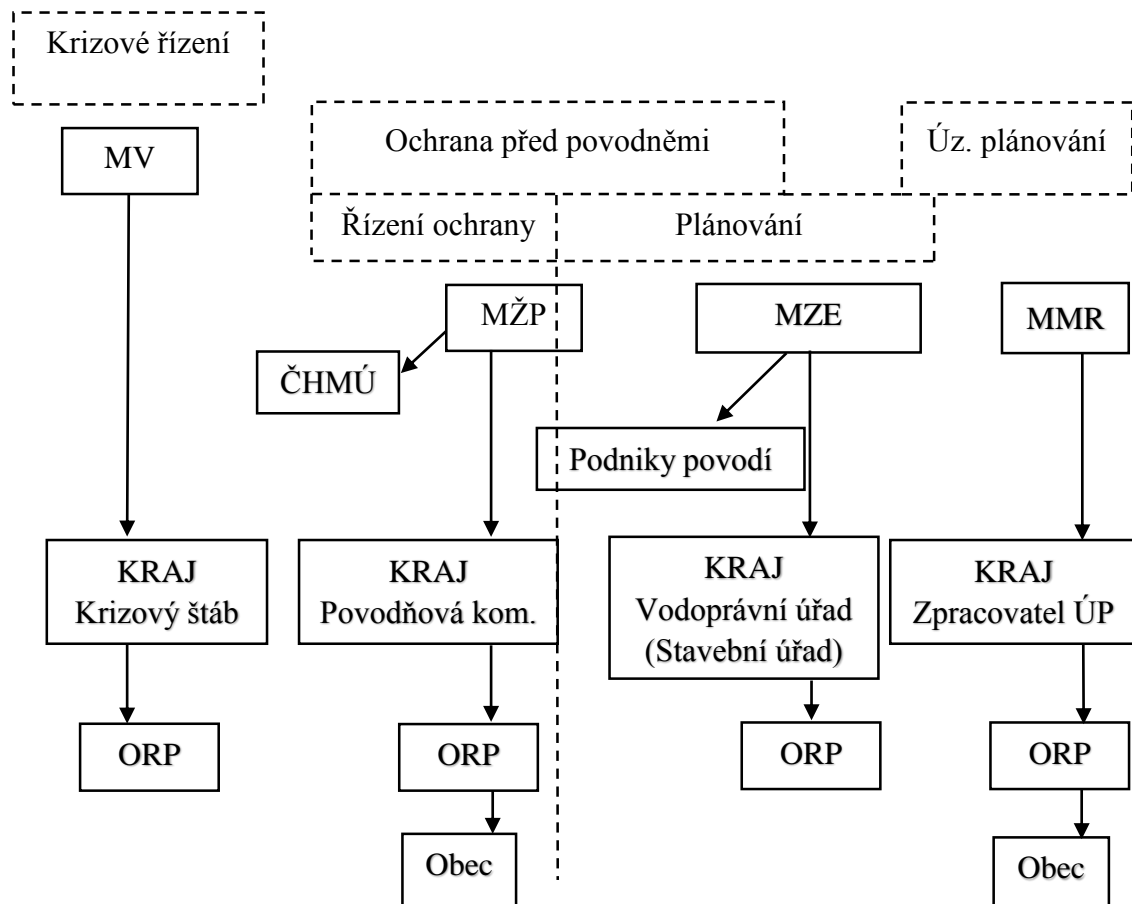
Povodňové výstražné systémy poskytují dobře zavedený způsob, jak pomoci snížit ohrožení života a poskytnout tak více času obyvatelům i záchranným složkám k přípravě na záplavy a chránit tak životy i majetek. Jsou podstatná také pro snížení škod nebo úplnému zabránění záplavám. [13]

2.3 Instituce zabezpečující ochranu před povodněmi v ČR

Instituce podílející se na ochraně před povodněmi lze rozdělit do několika hlavních režimů fungování:

- Krizové řízení
- Ochrana před povodněmi
 - a) V době ohrožení před vyhlášením krizového stavu a relevantní příprava na zvládnutí povodně (povodňové komise, povodňové plány).
 - b) Strategická ochrana před povodněmi (opatření pro snížení povodňových škod).
- Územní plánování v záplavových oblastech

Tyto režimy jsou v realitě velmi úzce propojeny. Jejich odděleným popisem je možné důkladněji porozumět vztahům mezi zainteresovanými skupinami (např. občany, obcemi, orgány státní správy aj.) a rozdělení pravomocí a odpovědnosti mezi tyto skupiny. [9]



Institucionální zabezpečení ochrany před povodněmi v ČR

Hlavním povodňovým orgánem je Ministerstvo životního prostředí ČR, v rámci kterého se schází Ústřední povodňová komise státu. Povodňové komise existují rovněž na všech úrovních správy a v případě povodňového ohrožení jsou aktivovány od nejnižšího článku směrem nahoru. V případě, že povodeň přeroste v katastrofu přesahující rámec působnosti povodňové komise kraje, je aktivován i ústřední orgán MŽP. Pokud je vyhlášen krizový stav (podle příslušných předpisů), přebírá vedení ministerstvo vnitra a povodňové komise na všech úrovních správy jsou okamžitě začleněny do krizových štábů.

V oblasti nazvané „plánování“ hraje hlavní roli Ministerstvo zemědělství ČR jako zřizovatel podniků Povodí a jako ústřední vodoprávní úřad. Při vytváření strategií spolupracuje s ministerstvem životního prostředí. Plánování ochrany proti povodním je úzce propojeno s toky finančních prostředků na realizaci protipovodňových opatření.

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR má na starosti tvorbu územních plánů a v nich zakreslování záplavových území podél vodních toků, byla-li stanovena. [9]

3 PŘEDPOVÍDÁNÍ POVODNÍ

Mírou úspěšnosti předpovídání povodní jednotlivých druhů povodní je znalost přírodních zákonitostí vzniku povodní, úroveň technických a meteorologických prostředků pro simulaci povodní a množství potřebných vstupních údajů a informací. Předpovídání povodní na větších tocích je relativně jednodušší, lze použít vztahy založené na dobách prostupů a srovnat je s odpovídajícími průtoky v systému stanic. Na tomto principu vydává Český hydrometeorologický ústav standartní hydrologickou předpověď pro 18 profilů na hlavních tocích, v době povodní i pro některé další. ČHMÚ, jako jedno z opatření přijatých po povodních v roce 1997 ke zlepšení předpovídání povodní, zavedl do provozu předpovědní hydrologické modely zakládající se na srážko-odtokových vztazích, případně zkombinované s modely tání sněhové pokrývky.

Předpovídání povodní, které vznikají vlivem přívalových dešťů v letních obdobích na menších tocích, je prakticky nemožné. Tyto deště obvykle zasahují relativně malé území a ve většině případů nejsou včas zaznamenány srážkoměrnou sítí. Na menších tocích nastává povodňová odezva okamžitě nebo v průběhu pár hodin. Pro větší územní celky jsou orientační výstrahy vydávány na základě údajů z meteorologických radarů a analýzy nebezpečných synaptických situací.

Velmi obtížné je také předpovídání povodní vznikajících v důsledku ledových jevů na vodních tocích. Zatím nebyl vyvinut model použitelný k předpovědi chodu ledu, který je nejnebezpečnější z hlediska vzniku povodní. [14].

Včasná a přesná předpověď příchodu povodně a včasné informace o jejím průběhu jsou základem pro její úspěšné zvládnutí. V České republice jsou proto zavedeny dva systémy předávání dat a to „Předpovědní povodňová služba“ a „Hlásná povodňová služba“. [15]

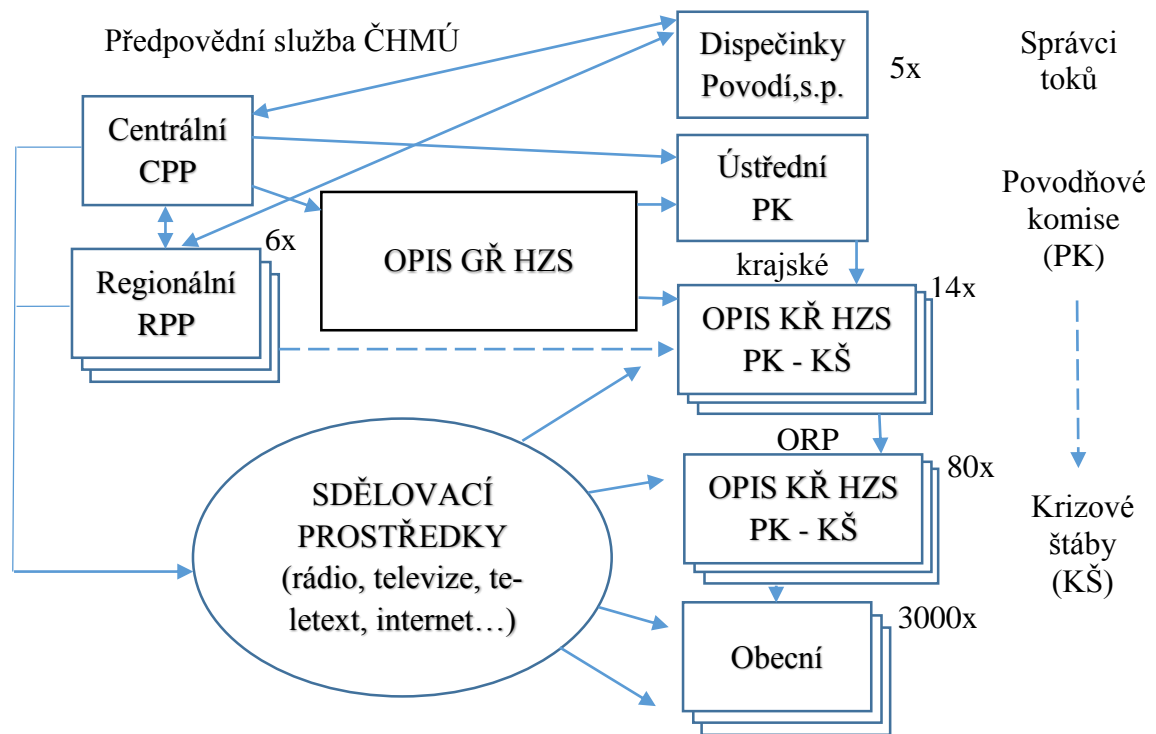
3.1 Český hydrometeorologický ústav

Podle § 19 zákona č. 458/1992 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství předpovědní povodňovou službu zajišťuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se správci vodohospodářsky významných toků, kterými jsou na našem území státní podniky jednotlivých povodí.

Český hydrometeorologický ústav je příspěvková organizace, kterou zakládá a konstituuje Ministerstvo životního prostředí, a jednou z jeho hlavních činností patří především monitorování stavu hydrosféry a atmosféry a odborné činnosti pro tyto složky životního prostředí.

Dále podávat veřejnosti informace o stavu životního prostředí a výsledných činnostech ČHMÚ.

ČHMÚ plní kromě mnoha dalších úkolů také funkce národní hydrologické a meteorologické služby. Organizování těchto služeb vychází z nutnosti neustálého předpovídání a případného varování před mimořádnými událostmi a krizovými situacemi ať už přírodního nebo průmyslového charakteru. Předpovídání a varování hrozby povodní ČHMÚ integroval do Hlásné a předpovědní povodňové služby (HPPS). Stejně jako v ostatních zemích za ní přebírá zodpovědnost stát, který musí zajistit nejen dostatečnou infrastrukturu, ale i prostředky na provoz HPPS. [16]



Napojení Hlásné a předpovědní povodňové služby do celostátního systému

3.1.1 Funkce Českého hydrometeorologického ústavu

Hlavní funkcí ČHMÚ při předpovídání povodní je předpovídání počasí, na základě toho vydávání upozornění a výstrah na nebezpečné meteorologické jevy, především četné a intenzivní srážky, dále pak sledování povětrnostní situace. Podstatná je předpověď množství srážek, pro jejíž zpracovávání se využívají výsledky numerických meteorologických modelů provozovaných meteorologickými službami některých evropských zemí a modelu ALADIN, jehož provozovatelem je ČHMÚ. Pro doplňkovou informaci kvalitativního charakteru se využívají snímky z meteorologických radarů a meteorologických družic. [14]

Hydrologická služba

Monitoruje aktuální situaci v hlásné síti vodoměrných stanic přibližně na sto padesáti hlásných profilech na vodních tocích a od vodo hospodářských dispečinků jednotlivých podniků Povodí přebírá informace o stavu a manipulacích na vodních dílech, které mají vliv na průběh povodně. Veškeré podniky Povodí mají vybudovanou automatickou měřicí síť hydrologických i meteorologických stanic a jimi získané údaje přeposílají na předpovědní pracoviště ČHMÚ k doplnění vlastních informací. Oproti ČHMÚ mají podniky Povodí k dispozici více potřebných informací o vodních tocích a objektech na nich pro provozování hydrologických modelů a také více aktuálních informací z terénu. [14]

Předpovědní povodňová služba

Předpovídání povodní má na starosti Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se státními podniky Povodí. V České republice je pět podniků povodí a to Labe, Vltavy, Ohře, Odry a Moravy. Podle předpovědi počasí, množství srážek a sledování průtoků v řekách zpracovává ČHMÚ hydrologickou předpověď a vydává výstražné informace o nebezpečných hydrologických jevech, kterými jsou např. povodně. Hydrologie i meteorologie se řadí mezi vědní obory, u kterých jsou výstupy zakládány na vyjádření pravděpodobnosti. Hydrologické a meteorologické modely v poslední době zaznamenaly značný rozvoj, i přesto se stále potýkají s velkými nejistotami.

Povodně jsou závislé na mnoha faktorech a nelze je všechny zachytit matematickým modelem. Vznik, průběh i velikost každé povodně je jiná, proto má každá předpověď povodně své hranice přesnosti, se kterými se musí počítat. Předpovězení kvantity srážek spadlých na daném místě a čase je nejnáročnější ze všech meteorologických předpovědí. Současně je předpověď množství spadlých srážek vstupní veličinou hydrologického modelu, která má největší vliv na úspěšnost hydrologické předpovědi. Obecně platí, že se přesnost předpovědi snižuje při vzrůstajícím časovém předpovídaném úseku. [15]

Hlásná povodňová služba

Služba, která zajišťuje předávání informací povodňovým orgánům a obyvatelstvu v případě hrozící povodně. Zahajuje se v případě dosažení vyšších povodňových stavů nebo průtoků v hlásných profilech řek nebo na základě výstrahy vydané ČHMÚ. Hlásnou povodňovou službu zabezpečují povodňové orgány obcí a obcí s rozšířenou působností. V nezbytném případě zajišťují povodňové orgány obce hlídkovou službu. [15]

4 STUPNĚ POVODŇOVÉ AKTIVITY

Stupně povodňové aktivity (SPA) neboli míra povodňového nebezpečí se stanovují směrodatnými mezními hodnotami, kterými jsou obvykle vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích či vodních nádržích, eventuálně na mezní nebo kritické ukazatele jiných jevů stanovených v náležitém povodňovém plánu. Rozlišujeme tři stupně povodňové aktivity, pomocí kterých se určuje rozsah prováděných protipovodňových opatření:

1. Stupeň povodňové aktivity – stav bdělosti (1. SPA),
2. Stupeň povodňové aktivity – stav pohotovosti (2. SPA),
3. Stupeň povodňové aktivity – stav ohrožení (3. SPA). [1]

4.1 Stupně povodňové aktivity z hlediska přirozené povodně

SPA pro přirozené povodně se určují směrodatnými limity, kterými jsou nejčastěji vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech. Výjimkou bývá určování SPA pomocí mezních nebo kritických hodnot jiného jevu. Jedná se především o denní úhrn srážek, vznik ledových nápěchů a zácp, chod ledu, apod. [17]

Hlásný profil

K monitorování průběhu povodně se používá hlásný profil. Je to místo na vodním toku, užívané ke sledování vodních stavů hlásnou a předpovědní povodňovou službou. Hlásné profily se rozdělují podle důležitosti na základní, doplňkové a pomocné hlásné profily písmeny A, B a C. Hlásné profily kategorie A jsou umístěny na významných vodních tocích a informace z nich jsou nezbytné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na národní úrovni. Provozovatelem těchto profilů je ČHMÚ nebo správce Povodí. Profily kategorie B napomáhají k zajištění opatření k ochraně před povodněmi na krajské úrovni. Zřizovatelem jsou krajské úřady a provozovatelem příslušné obce. Pomocné profily kategorie C jsou zřizovány pro potřeby obce, nebo vlastníci ohrožených nemovitostí. SPA jsou stanoveny pro jednotlivé hlásné profily ve všech kategoriích. [18]

První stupeň (stav bdělosti)

Vyhlašuje se při hrozbě přirozené povodně a zaniká při snížení rizika nebezpečí na přijatelnou úroveň. Za nebezpečí vzniku povodně se považují tyto stavy:

- Dosažení mezního vodního stavu nebo průtoky na hlásných profilech a jeho stoupající tendence.

- Vydatné a rozsáhlé tání sněhu podle předpovědi počasí.
- Předpověď hrozičích velmi intenzivních dešťových srážek.
- Vznik ledových zácp a nápěchů vlivem nebezpečného chodu ledů v období tání.

Tento stav může nastat také při vydání výstražné informace předpovědní povodňovou službou. Stav bdělosti vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí, hrozí také související jevy jako např. eroze půdy ohrožující zastavěné části obce. Při 1. SPA zahajuje činnost hlásná a hlídková služba. [19]

Druhý stupeň (stav pohotovosti)

Nastává v okamžiku, kdy hrozba přirozené povodně přeroste v povodeň, ale nedochází k závažným rozlivům a škodám mimo koryto. Při vyhlášení stavu pohotovosti již dochází k povodni, za kterou se považuje:

- Dosažení nebo reálný předpoklad dosažení směrodatného limitního stavu hladiny nebo průtoků na toku na hlásných profilech.
- Dočasné výrazné zvýšení hladiny v toku, při kterém hrozí vysoké riziko vylití z koryta v místech, ve kterých může napáchat škody.
- Přejídné výrazné zvýšení hladiny v toku, při kterém se již se voda z koryta vylila a může zapříčinit škody.
- Nestálé zvýšení hladiny v toku současně s chodem ledů, případně tvorba ledových zácp a nápěchů s následným vzdouváním hladiny v toku a možnosti rozlivu toku mimo koryto.
- Doporučení správce toku.

Vyhlášením 2. SPA zahajují činnost povodňové orgány a ostatní účastníci ochrany před povodněmi. Dále se uvádějí do pohotovosti prostředky na ochranu před povodní a vykonávají se opatření ke zmírnění následků povodně podle povodňových plánů. [19]

Třetí stupeň (stav ohrožení)

Nastává při přímém nebezpečí nebo vzniku škod většího rozsahu, ohrožení osob, zvířat a majetku v záplavovém území. Vykonávají se povodňové zabezpečovací práce podle PP a podle potřeby práce záchranné nebo evakuační. Podkladem pro vyhlášení je:

- Dosažení nebo reálný předpoklad dosažení směrodatného limitu stavu hladiny nebo průtoků v toku v rozhodných hlásných profilech
- Doporučení správce toku

- Další fakta charakterizující míru daného povodňového nebezpečí

Druhý a třetí SPA vyhláší a odvolávají, ve svém území příslušné povodňové orgány, kterými jsou v době povodně povodňové komise. Podkladem může také být dosažení nebo předpověď dosažení směrodatného limitu hladin nebo průtoků stanovených v PP, informace hlásné nebo předpovědní povodňové služby, doporučení správce vodního toku, eventuálně další skutečnosti určující míru povodňového nebezpečí. O vyhlášení a odvolání třetího stupně povodňové aktivity je povodňový orgán povinen informovat subjekty uvedené v povodňovém plánu a vyšší povodňový orgán. Směrodatné limity vodních stavů a průtoků pro vyhlášení povodňových stavů jsou součástí PP jednotlivých obcí. [19]

4.2 Stupně povodňové aktivity z hlediska bezpečnosti vodních děl

Stupně povodňové aktivity z hlediska bezpečnosti vodních děl vyjadřují riziko vzniku zvláštní povodně. Jsou stanoveny mezními nebo kritickými hodnotami sledovaných jevů nebo skutečností s ohledem na technickobezpečnostní dohled (TBD).

První stupeň (stav bdělosti)

Nastává při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z ohledem na bezpečnost vodního díla nebo při zjištění mimořádných faktorů, jež by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně.

Druhý stupeň (stav pohotovosti)

Vyhlašuje se při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti.

Třetí stupeň (stav ohrožení)

Vyhlašuje se při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti zároveň se zahájením nouzových opatření. Podkladem k vyhlášení je zpráva vlastníka vodního díla o nepříznivém bezpečnostním stavu VD. [17]

Směrodatné mezní a kritické hodnoty pro vodní díla I. až III. kategorie z hlediska TBD, která vzdouvají a akumulují vodu, jsou uvedena v Plánu ochrany území pod vodním dílem před zvláštní povodní, případně v manipulačním řádu vodního díla. Vlastníci IV. kategorie vodních děl nemají zákonnou povinnost poskytovat podklady pro zpracování tohoto plánu. [17]

5 MODEL

Model je prostředek k prezentaci zjednodušeného zobrazení skutečné části reality. Cílem modelování je seznámit se s chováním reálné předlohy a získat znalosti, které se budou dát zpětně použít v reálné předloze. [20]

5.1 Vytváření modelů

Model slouží k zachycení podstatných vlastností studované předlohy. Pokud přesně zachovává fyzikální vlastnosti, jedná se o substacionární model. Strukturní modely utvářejí vnitřní systémy prvků a vazeb předlohy. Model znázorňující chování zkoumané předlohy se nazývá funkční model.

Při modelování geografických objektů, musíme brát ohled na dvě základní vlastnosti: věrnost neboli podobnost, což je vlastnost popisující podobnost modelu s předlohou, a přesnost, která zobrazuje úroveň odchylek měření prováděných v modelu.[20].

5.2 Kvalita a druhy chyb u prostorových modelů

S věrností a přesností je spojován pojem kvalita modelu. Kvantitativní vyjádření kvality je v tomto případě velmi náročné. Lze to provést vyjádřením kvality pomocí množství a druhu chyb. Chybu chápeme jako odchýlení od žádoucího stavu. U prostorových modelů monitorujeme 4 druhy chyb:

1. **Chyby v poloze** jsou polohové odchylky geoobjektů v modelu oproti předloze. Například souřadnice polohy vodního díla se neshodují se souřadnicemi zapsanými v modelu.
2. **Chyby v atributové hodnotě** se vyskytují v popisné části modelu. Jde o odchylku mezi skutečností a neprostorovými údaji zaznamenanými v modelu. Například výška stavby je ve skutečnosti jiná než výška zapsaná v modelu.
3. **Chyby v logické konzistenci** se vyskytují, když prvky v modelu a předloze nejsou konzistentní. Například ve skutečnosti je objekt na daném pozemku, a v modelu je zaznamenán na jiném pozemku.
4. **Za chyby v kompletnosti** je považováno nezaznamenání požadovaných prvků z předlohy do modelu. Například při zaznamenávání názvů obcí do modelu zapomeneme zapsat všechny.

Všechny druhy chyb je třeba brát s ohledem na požadovanou věrnost a přesnost. [20]

5.3 Proces abstrakce

Při vytváření modelu zeměpisného prostoru pomocí geografických informačních technologií postupujeme v několika krocích. Jedná se o přechod od skutečnosti přes abstraktní strukturu až po uložení dat do počítačové podoby. Mnohdy bývají určeny těmito čtyřmi kroky:

1. **Realita** je předloha pro modelování části povrchu země, kterou hodláme modelovat.
2. **Konceptuální model** zobrazuje takové prostorové objekty z předlohy, které chceme modelovat. Jedná se také o typy popisných informací, které chceme v modelu registrovat. Existuje několik metod, pomocí kterých se vyjadřuje konceptuální model. Nejčastěji je používán ER diagram, který vyobrazuje jednotlivé prvky a vztahy mezi nimi.
3. **Logický model** se už více blíží skutečnému složení uložených dat v paměti počítače. Nejčastěji používaný je relační model, který zaznamenává data do tabulek. V poslední době se do popředí dostává také objektový model.
4. **Fyzický model** zobrazuje způsob uložení dat do počítačové paměti.

Při vytváření modelu je zapotřebí rozdělit práci mezi znalce různých oborů:

- **Geovědec** definuje typ, počet, rozměr a měřítko jednotlivých geoobjektů, upřesňuje tematické atributy objektů a vybírá vhodný souřadnicový systém.
- **Geoinformatik** skládá a organizuje geometrické, topologické a tematické údaje geoobjektů, zajišťuje, aby modelování nebylo ovlivněno specifickým pohledem individuálního uživatele.
- **Informatik** stanovuje datové typy, uspořádává data v pamětech a vybírá nejlepší metody přístupu k datům.

Z toho vyplývají dva hlavní přístupy, pomocí nichž modelujeme geografický prostor.

- **Rastrové modely** vychází z rozdělení monitorovaného prostoru do menších plošných prvků (geometrických tvarů) a připojení popisné informace každému prvku.
- **Objektové modelování** rozděluje popisovaný prostor na objekty, které lze identifikovat a na prvky, které lze popsat.

Prostor je složen z objektů, které jsou přesně umístěné. Objekt se musí dát odlišit od ostatních, musí být potřebný pro konkrétní aplikaci, ve které je používán a musí mít popsány své vlastnosti a charakteristiky. Objekty jsou např. obce, řeky, lesy; vlastnosti jsou např. rozloha, průtok, druh porostu. Díky tomu se nemusí popisovat celý prostor. Prostor by měl poskytovat

jasnou lokalizaci objektů, údaj o tvaru, měření vzdáleností a úhlů mezi objekty a definovat topologické vztahy mezi objekty. [21]

5.4 Vizualizace

Při vytváření modelů je vizualizace brána jako věda, která zkoumá vztahy informačních technologií s vizuálním vnímáním a vytvářením vizuálních počítačových výstupů. Jde o proces, pomocí něhož můžeme reprezentovat informace ve viditelné formě. Počítače umožňují v krátkém čase zpracovat a vizualizovat velké množství dat. Prostřednictvím monitoru a softwaru geografických informačních technologií lze interaktivně měnit způsob zobrazení (tvary, barvy, atd.), vizualizovat jevy, které člověk nedokáže postřehnout, modelovat i 3D model části zemského povrchu z mnoha úhlů pohledu a v různých možných scénářích.

Pokud je prostředkem vizualizace mapa, je důležité její správné přečtení a pochopení. Uživatel musí být schopen rozpoznat, určit a identifikovat jednotlivé mapové entity využitím jeho znalostí a zkušeností. [20]

5.4.1 Vizualizace modelovaných jevů

Při provádění požadované analýzy, je zapotřebí získané informace prezentovat ve srozumitelné formě člověku, kterému jsou určeny. Musíme si uvědomit, že forma, jakou výsledky prezentujeme, je stejně důležitá jako obsah sdělení. Výstupem z GIT jsou mapy, údaje z dálkových průzkumů země a fotogrammetrie, texty, grafy, čísla, zvuk, či video. O GIT se dá říci, že jde o multimediální technologie.

S možnostmi výstupů z GIT blízce souvisí problematika vizualizace, která vychází z pěti hlavních pojmů:

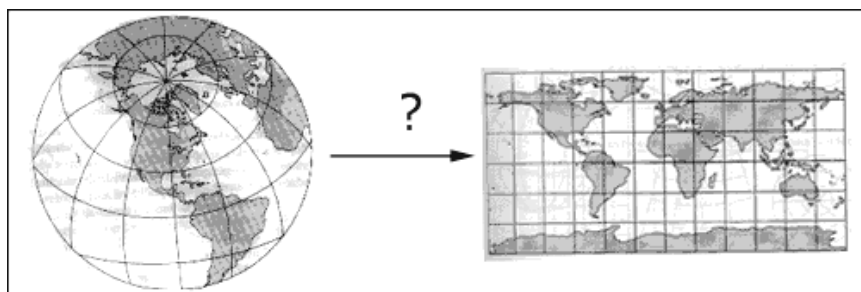
- **Obraz:** optické zobrazení objektu s prostředím ve spojitosti s člověkem. Prvky využívané k vizuální prezentaci skutečnosti: reálný svět, člověk, optické systémy a obrazový záznam.
- **Vidění:** schopnost člověka postřehnout a zpracovat skutečné prostředí. Přijímání informací v elektromagnetickém spektru.
- **Digitální obraz:** prezentace dvojkové soustavy čísel, které jsou zaznamenané, uloženy a zpracovány prostřednictvím informačních technologií.
- **Popis obrazu:** reálná, matematická funkce o čtyřech proměnných (souřadnice x a y , Vlnová délka záření a čas) s omezeným definičním oborem i oborem hodnot.
- **Zobrazení:** dočasné pomocí monitoru a trvalé pomocí tiskárny či plotteru. [20]

5.4.2 Trojrozměrná vizualizace

V současné době existují systémy vytvářející trojrozměrnou vizualizaci digitálních dat o území v podobě interaktivně řízených rozmanitých pohledů. Jde o znázornění digitálního modelu reliéfu v trojrozměrné podobě, na kterou lze pokládat další informace o území. Jediným omezujícím faktorem v množství zpracovávaných informací je velikost paměti počítače a povolená velikost souboru daným operačním systémem. V reálném čase lze měnit úhel pohledu na terén z dané polohy, místo pozorovatele, nebo obojí zároveň. Tím se napodobuje přelet nad určitým územím, přičemž lze navrhnout dráhu letu. Umístění pozorovatele můžeme pozorovat zároveň v jiném okně na dvojrozměrné mapě. Sklon světla lze nastavit seřízením výšky a úhlu nebo nastavením času a polohy pozorovatele. Díky tomu se v trojrozměrném modelu zobrazují stíny. Světelný jas lze také měnit podle počasí, které chceme, aby modelovaný výstup měl. Objekty na terénu můžeme zobrazit několika způsoby. Při přidání vektorové vrstvy budov jim nastavíme výšku. Do modelu je možné vložit také předem vytvořené objekty například v softwaru CAD. Lze také libovolně měnit výšku jednotlivých prvků či objektů, například změnit výšku hory či lesního porostu. Je možné vytvářet analýzy viditelnosti. Dá se určit výška uživatele nad zemí, která by byla potřebná k tomu, aby viděl na požadovaný objekt, nebo vypočítat viditelnost pro stanovený směr a úhel pohledu. V nynější době je na trhu několik programů pro trojrozměrnou vizualizaci, například produkty IMAGINE VirtualGIS nebo 3D Analyst. [20]

5.4.3 Digitální kartografie

Kartografie je vědní disciplína, která se zabývá zobrazováním povrchu země a nebeských těles v podobě kartografického díla a také souhrn činností využívaných při tvorbě a využívání map.



Obr. 1 Převedení glóbusu na dvou rozměrný model v podobě mapy.

Zobrazování geoobjektů a jejich vlastností do map různého druhu prostřednictvím počítačů se zabývá digitální kartografie. Pomocí počítačové techniky graficky zobrazuje vlastnosti, umístění v prostoru a změny geoobjektů v mapách.

Při tvorbě map postupujeme pomocí konkrétních zásad: vytvoření odborné koncepce, koncept včetně geometrické a tematické konkretizace, zhotovení originálu, přepracování do tiskového modelu a nakonec tisk. Na tvorbě map se musí podílet informatici, kartografové a odborníci z oblasti, pro kterou je vytvářena. [20]

5.4.4 Mapy zkreslující realitu

Mapa nám nikdy neposkytne úplně pravdivé údaje. Dá se říci, že pomocí map je lhát snadné a také naprosto nevyhnutelné. Mapa musí zkreslovat realitu, protože objektivně zobrazuje spojitosti reálného světa ve dvourozměrném provedení. Mapa poskytuje jen vybrané prvky, čili neúplný obraz reality.

Mapy tvoří 3 neodmyslitelné náležitosti: **měřítko, zobrazení a symbolizaci**. Každá z nich je původcem jistého zkreslení. U menších měřítek dokážeme zobrazit pouze některé prvky na úkor jiných, příliš malých prvků (např. na mapě Evropy nebude zobrazena Orlová). Mapová zobrazení zkreslují pět zeměpisných spojitostí: plochu, úhel, tvar, vzdálenost a směr. Některá zobrazení dodržují reálné úhly, ale nikoliv plochy, u jiných je to opačné. Znaky na mapě jsou bodové, liniové nebo plošné. Bodové znaky označují místa významných krajinných prvků nebo obcí, liniové prvky zobrazují tvary a délky řek a silnic a plošné znaky se používají k zobrazení tvaru a velikosti větších území. Bodové znaky se dělí podle tvaru, pro lineární znaky je charakteristická jejich barva a styl a plošné znaky mají rozsah pro objasnění rozdílů v barvě, odstínu nebo vzorové textuře. Když počítačový grafik nevhodně zvolí barvu plochy, tloušťku čáry či tvar bodu, mohou znaky velice jednoduše zmást uživatele.

Další problematikou, která se u map často vyskytuje, je její přílišné zevšeobecnění. Jedná se především o výběr, který z reality zobrazí jen některé prvky, a ty zbylé považuje za nepodstatné. Dále jde o zjednodušení, které zjednodušuje zakřivení čar. Zjednodušení spočívá v narovnání či úplném smazání některých zatáček na silnicích, řekách nebo železnicích. Také se používá posun, pomocí něhož se odstraňují překrývané objekty, zahlazení, které zaobluje tvary, a zlepšení, které hrany objektů zvýrazní. [20]

6 POVODŇOVÉ MODELY

Povodňové modely jsou důležitým prostředkem k pochopení chování vody při povodních a k zlepšení řízení mimořádných událostí povodňovými a krizovými orgány, ať už pro oblast celého povodí, obecní celky nebo pro jednotlivý majetek a infrastrukturu. [22]

Povodně jsou kritický jev se značnými ekonomickými, sociálními a environmentálními dopady. Zápory jsou stálým rizikem pro lidi v městských a pobřežních oblastech a podél řek a v záplavových územích. V posledních letech závažné povodňové události zdůrazňují požadavky na spolehlivé povodňové modelovací nástroje, které nám umožňují analyzovat povodňové události a rozvíjet opatření na ochranu před povodněmi nebo strategie pro zmírnění povodní ve snaze zabránit ztrátám na životech a majetku, stejně jako pro minimalizaci zničení významné infrastruktury a krajiny. [23]

Ve většině případů je základní informací povodňového modelu vytyčení záplavových území. Z modelu lze také vyčíst rychlost proudu a hloubku vody v jednotlivých místech. Podle modelu se také uzavírají jednotlivé povodňové zábrany a určují místa, kde budou postaveny provizorní zábrany.

Povodňové modely lze rozdělit podle toho, kolika rozměrné jsou (1D, 2D, 3D, 4D), nebo je lze rozdělit na ustálené a neustálené modely. Ustálené modely počítají ustálené proudění, při kterém čas nehraje žádnou roli. Počítána je pouze kulminace, dosažení výšky hladiny při daných průtocích (Q_5 , Q_{10} , ...). Kdežto neustálené modely počítají pohyb hladiny vod v čase.

Povodňový model mají k dispozici povodňové štáby, které pomocí něj vytyčují oblast evakuace. Tím lze docílit větší připravenosti obyvatelstva, včasné evakuaci, záchraně životů a snížení škod způsobených povodní. [24]

Tyto modely se v krizovém řízení používají také k vytváření dokumentů potřebných k úspěšnému zvládnutí povodní. Pomocí nich se vytváří mapy záplavového území, mapy povodňového ohrožení, mapy povodňových rizik a mapy povodňových nebezpečí. Tyto dokumenty slouží k vytváření dalších dokumentů, jako například povodňové plány.

6.1 Programy využívané k modelování povodní

Pro potřeby specialistů se pro modelování povodní v dnešní době na trhu vyskytuje mnoho programů. Modely se rozlišují především tím, zda modelujeme přirozenou nebo zvláštní povodeň, ale i mnoha dalšími kritérii, protože zdaleka ne všechny programy nabízejí stejné funkční možnosti, dostatečný výkon nebo podrobnost modelů. V kapitole je popsáno sedm modelů, využívaných při modelování povodní. První čtyři (Hydrocheck, HYDROG, Vlna 2.1 a Povodňové mapy ČAP) jsou české programy a zbylé tři (MIKE FLOOD, HEC – RAS, BOSS DAMBRK) jsou modely zahraniční. [25]

6.1.1 Hydrocheck

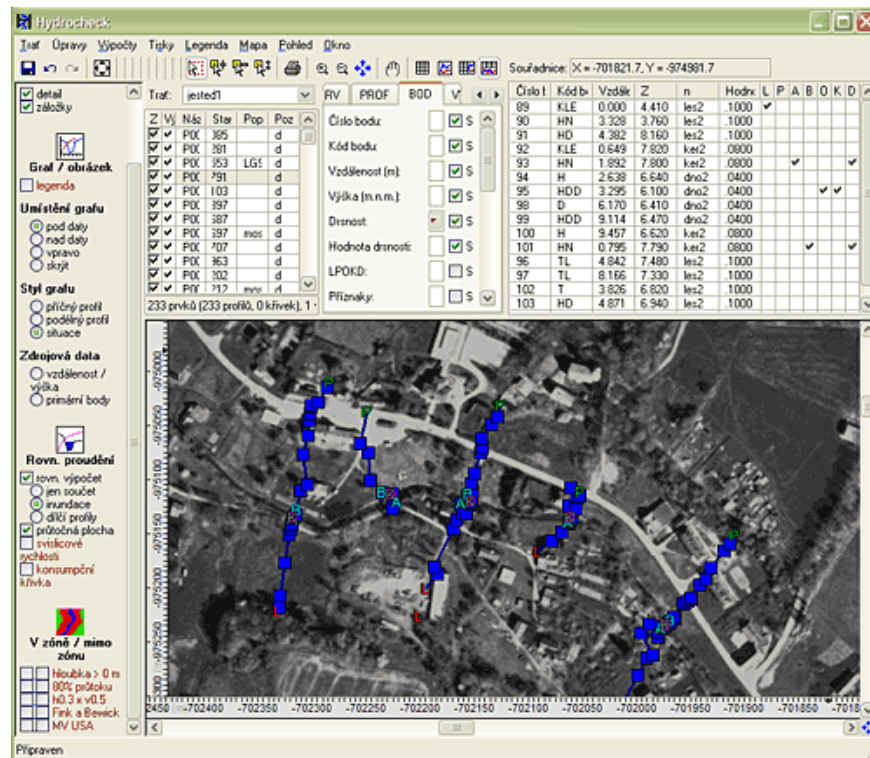
Program, který se používá při řešení základní úlohy ustáleného nerovnoměrného proudění v otevřených korytech. Dále řeší úlohy související s danou problematikou, například stanovení aktivní zóny, průběhy svislicových rychlostí a mnohé další úlohy.

Funkce programu Hydrocheck

K vytýčení aktivních zón má tento program velmi variabilně zapracované nástroje na hodnocení podle individuálních kritérií, která lze uživatelsky rozšiřovat, upravovat a měnit. Lze pružně reagovat na eventuální změny metodických pokynů, nebo je možné formulovat své vlastní předpoklady hodnocení. Jedním z kritérií ke zhodnocení aktivních zón je závislost na hloubce a rychlosti, procentuální průtok korytem a absolutní hloubka. Součástí programu jsou metody k výpočtu a grafickému zobrazení těchto kritérií.

Pomocí programu je možné definovat libovolné kódy drsností, které přiřazuje výpočtové trati. Vlastní hodnoty drsností je dále možné jednoduše upravovat v průběhu práce. Pomocí grafické editace bodů v profilu lze také zobrazovat najednou více příčných profilů. Různým bodům je možné při označení najednou vyplnit jednu společnou hodnotu, například drsnosti. Porovnávání jednotlivých výsledků je možné vložением starších a novějších dat do sebe.

Hydrocheck umožňuje práci s trati v situaci, do které lze přidat rastrovou i vektorovou mapovou vrstvu. Při vkládání je možné načíst všechny zaměřené body do mapy a až v Hydrochecku z nich výběrem tvořit příčné profily. Je také možné porovnávat a doplňovat výsledky starších verzí programů s novou.



Obr. 2 Zaměřené body k vytvoření příčných profilů

Podélný a příčné profily je možné se všemi popisy generovat a přímo vytisknout z Hydrochecku bez další editace v CAD systému.

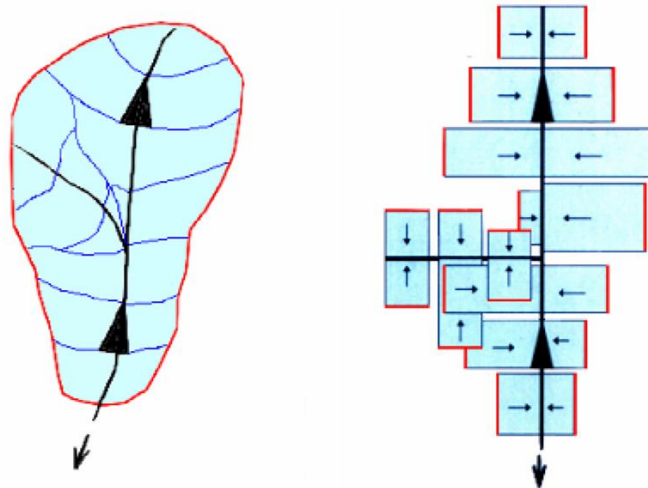
Program je pro uživatele nenáročný a šetří mu čas při přípravě výpočtové trati a vyhotovení výstupů. Je zaměřen na českou legislativu, obzvlášť při hodnocení aktivních zón, nebo při zpracování výkresové dokumentace. Přizpůsobení změnám v legislativě je možné na uživatelské úrovni. [26]

6.1.2 Předpovědní systém HYDROG

Hydrog je srážkoodtokový distributivní model používaný k simulaci povodňových situací v povodí, určování operativních předpovědí průtoků v říční síti povodí a operativnímu řízení vodohospodářských děl. ČHMÚ jej využívá k výpočtu předpovědí na regionálních předpovědních pracovištích v Ostravě a v Brně.

Vstupní data modelu jsou údaje o průtocích, řízených odtocích z vodních nádrží a srážkách, v zimě pak i údaje o teplotě a výšce sněhové pokrývky.

Model používá schematizaci povodí, které je vyobrazeno pomocí grafu s vyznačením tzv. zavěšených ploch, hran a vrcholů. Schematizované plochy grafu zachovávají velikost plochy povodí a jsou jim přiřazeny i další parametry povodí (sklon, drsnost povrchu, délka povrchového odtoku a hydrologická vodivost), které jsou v dané ploše považovány za neměnné.



Obr. 3 Princip schematizace povodí modelem HYDROG

Předpovědi průtoků v modelu HYDROG vycházejí z:

- měření srážek
- měření teploty
- měření průtoku
- měření sněhové pokrývky – výšky sněhu a vodní hodnoty
- předpovědi srážek
- předpovědi teplot

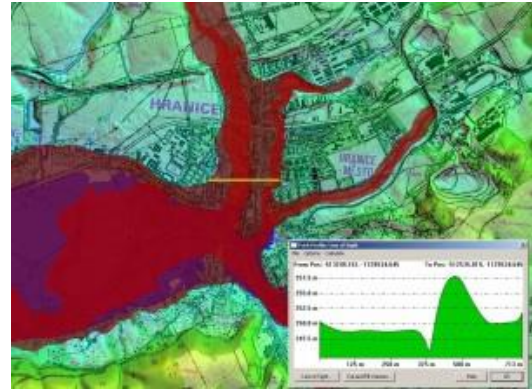
Model HYDROG je navržen tak, aby nepotřeboval stálý provoz a bylo jej možné spustit pouze v době výskytu povodňové situace. Prvotní podmínkou výpočtu je znalost velikosti a rozdělení podzemního odtoku. Dále počáteční povrchový odtok vody na zavěšených plochách musí být roven nule. Počátek výpočtu tedy musí spadat do období bez srážek před vznikem povodně. Model počítá s konstantní intenzitou přívalemé srážky v ploše jednotlivých dílčích povodí. [27]

6.1.3 Povodňové mapy České asociace pojišťoven

Jedná se o mapovou službu, jejímž úkolem je poskytovat povodňové mapy veřejnosti. Tyto mapy popisují pravděpodobnost výskytu povodní na území ČR. Mapy bývají využívány například při koupi domu, při sjednávání pojištění atd. Povodňové mapy využívají pojišťovny při vyhodnocení rizika povodně v dané lokalitě a pravděpodobnost tohoto rizika je jedním z faktorů ke stanovení pojistného.



Obr. 4 Mapa záplavového území



Obr. 5 Digitální model terénu

Celkem jsou stanoveny čtyři povodňové zóny podle nebezpečí výskytu povodní:

Zóna 1 – Zóna se zanedbatelným nebezpečím výskytu povodní

Zóna 2 – Zóna s nízkým nebezpečím výskytu povodní (odpovídá území maximálního rozlivu)

Zóna 3 – Zóna se středním nebezpečím výskytu povodní (odpovídá území 50 leté vody)

Zóna 4 – Zóna s vysokým nebezpečím vzniku povodní (odpovídá území 20 leté vody)

Velikost záplavových zón v těchto mapách se mnohdy neshoduje s jinými povodňovými modely. Mapy jsou hodně zjednodušeny a často se v nich vyskytují záměrné nepřesnosti ve prospěch pojišťoven. [28]

6.1.4 Vlna 2.1

Nástroj používaný k modelaci zvláštních povodní, pro vizualizaci a základní analýzu důsledků záplavové vlny vzniklé protržením vodního díla, využitelný i neodborným personálem. Prostřednictvím programu “VLNA“ lze s dostatečným předstihem a pravděpodobností předvídat dopad záplav po destrukci vodního díla. S touto pomocí lze včas učinit opatření potřebná k ochraně obyvatelstva, především varování a evakuaci. Program “VLNA“ může sloužit především k okamžité orientaci a rychlému posouzení nutných opatření. Důležitou součástí programu je také jeho nenáročné používání a rychlost získání výsledků.

Základním prvkem programu je model vytvořený na Vysoké vojenské škole pozemního vojska ve Vyškově, který dokáže určit výšku záplavové vlny vzhledem ke vzdálenosti od narušeného vodního díla a k charakteru terénu, kterým vlna postupuje. U zadaných profilů model nejprve poskytuje výsledky v podobě číselných hodnot. [25]

Program v návaznosti na číselné výsledky vytváří vizualizaci. V programu lze znázornit 3D model zasaženého území a profil terénu podél vodního toku i napříč údolím, kterým řeka protéká. Pomocí podélného profilu a výšky záplavové vlny program vyhodnotí výšky i v dalších bodech aproximací. Ve 3D modelu lze dále zobrazit plochu vodní hladiny v jednotlivých fázích povodně a v jednotlivých částech toku v podobě zakřivené plochy tvořené elementárními prvky modelu. Tuto plochu lze následně převést do dvojrozměrné mapy.

Po uskutečnění vizualizace záplavové vlny lze orientačně vytýčit velikost zasaženého území zvláštní povodní a vytvořit základní analýzy, jako např.:

- Vytýčení velikosti záplavového území.
- Určení obcí postižených povodní.
- Předpoklad výšky záplavové vlny v zasažených obcích.
- Odhad počtu obyvatel, které bude nutno evakuovat.
- Odhad rozlohy zemědělské půdy postihnuté povodní.
- Odhad narušení infrastruktury v postiženém území.

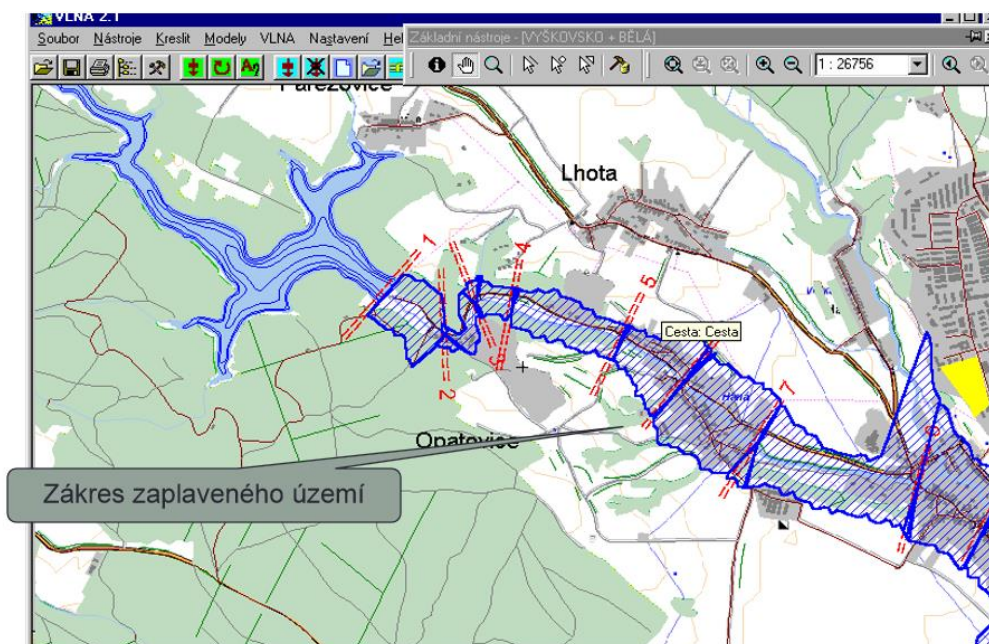
Přesnost správnosti výsledku nezáleží moc na aplikovaných vizualizačních a analytických nástrojích, ale hlavně na:

- Přesnosti použitých dat.
- Přesnosti výpočtu výšky záplavové vlny v dílčích profilech.
- Rozsahu uplatnění dynamických jevů při postupu záplavové vlny v reálném terénu.

Vstupními údaji, které vkládáme do programu, jsou: Objem nádrže, čas havárie, délka hráze, hloubka nádrže a tvar údolí v profilech. Dále v mapě pod vodním dílem umístíme profily v místech, kde se mění charakter terénu. Výslednými údaji jsou výšky vlny v jednotlivých profilech, rychlost a čas příchodu záplavové vlny pro dané profily. Z programu také lze vygenerovat 3D i 2D model zaplaveného území a tabulkové i grafické zobrazení. [25]



Obr. 6 3D model zaplaveného území



Obr. 7 2D model zaplaveného území

Výhodou programu je také možnost využití pomocníka. Ten slouží je výpočtu a zobrazení průlomové vlny vzniklé havárií konkrétního vodního díla. Jedná s o vzorový příklad, ve kterém jsou vloženy vstupní data a mapy, které jsou součástí instalace programu. Vzorovým příkladem je vodní dílo Slapy. [25]

6.1.5 MIKE FLOOD

Nástroj, který vytváří efektivní grafické spojení mezi vodním tokem a povodňovou oblastí nebo mezi mořem a pobřežím nebo zátokami či lagunami. Systém využívá GIS jako prostředek k zobrazení podkladu, na kterém vykresluje průběh povodně a mapuje záplavové území. Jde o pohyblivé spojení jednorozměrného modelu říční hydrauliky a dvojrozměrného modelu vodního toku. Pomocí programu lze vytvořit mapu záplavového území a pobřežní zóny ve 2D a zároveň umožňuje provést modelování říční hydrauliky v 1D.

Sjednocení s GIS

Spojení s GIS zprostředkovává výsledné mapy, které znázorňují zaplavené území.



Obr. 8 Zobrazení výsledků modelu MIKE FLOOD v GIS

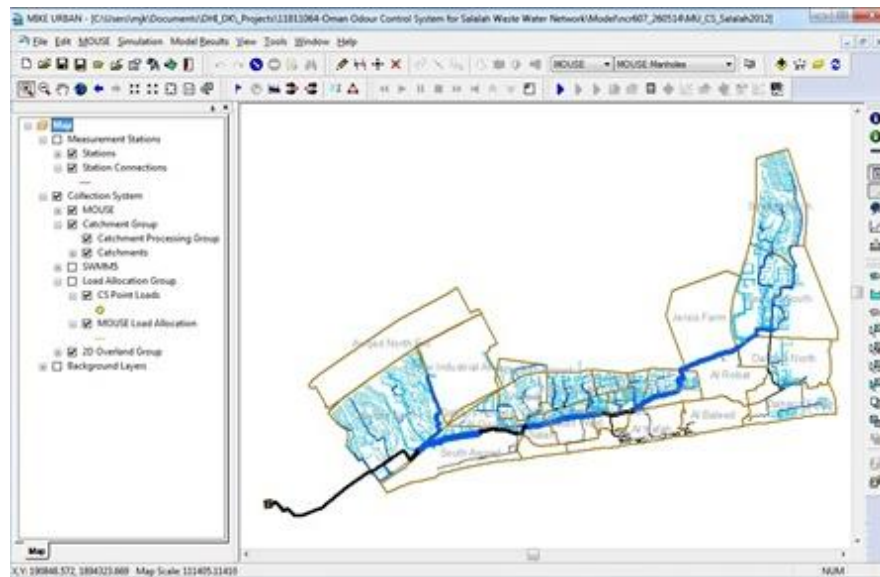
Je možné využívat také další vrstvy GIS, např. vrstvy, ve kterých jsou informace týkající se využití půdy v jednotlivých oblastech (zemědělská půda, stavební parcela, atd.). Lze je použít k následným výpočtům vzniklých škod na majetku způsobených povodně. [25]

Aplikace

Program MIKE FLOOD může být využíván k modelování:

- Přirozených povodní a vlnobitím v pobřežních oblastech
- Podrobného vytýčení inundačního území podle rychlosti proudění a hladiny vody
- Výměny vody mezi kanály a přiléhající inundační a mezi vodními plochami (rybníky, jezera, přehradní nádrže, atd.).

- Zvláštních povodní.



Obr. 9 Ukázka pracovní plochy programu MIKE FLOOD

Program je používán americkou agenturou FEMA (Federal Emergency Management Agency), která spadá pod americké Ministerstvo vnitřní bezpečnosti. V USA byl zahrnut mezi programy používané v modelování povodní, které mohou být využity jako národní pojišťovací programy při povodních (NFIP - National Flood Insurance Programme). Program se tedy může používat k vytváření aplikací, které zahrnují analýzy rizik při povodních, ale i dalších projektů souvisejících s pojištěním proti povodním. [25]

6.1.6 HEC-RAS

HEC-RAS je systém vyvinutý armádou Spojených států amerických. Dokáže provádět kalkulace jednorozměrných ustálených a nestabilních vodních toků. Program umožňuje zařadit do výpočtu také pohyb splavenin.

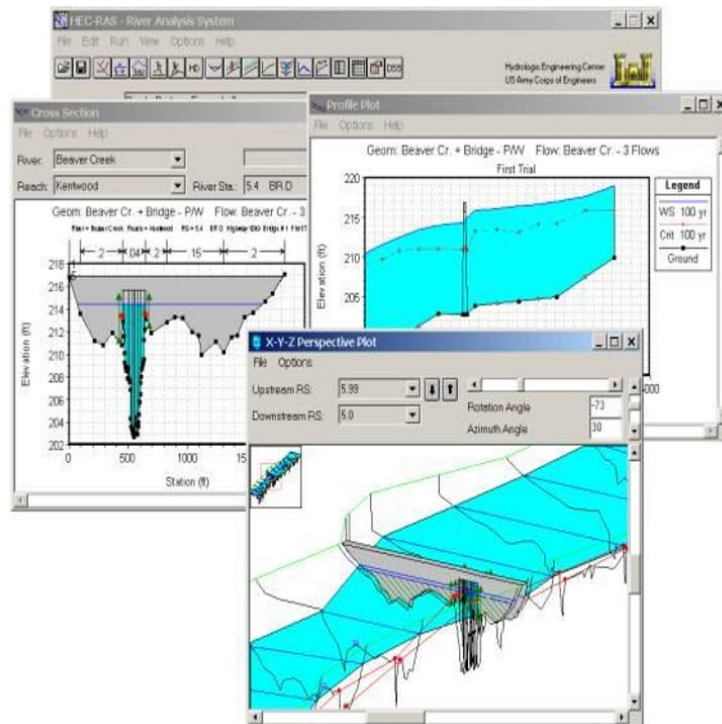
Systém obsahuje:

- Analýzy kumulace srážkových vod.
- Říční hydrauliky.
- Simulace systémů přehradních nádrží.
- Analýzy povodňových škod.

HEC-RAS je program, určený pro interaktivní použití. Základ systému se odvíjí od tří hydraulických analýz, určených pro:

- Výpočet profilu ustáleného toku povrchových vod.
- Předpokládanou simulaci nestabilního toku.
- Výpočet pohybu, množství a rychlosti splavenin.

Programu na jednoduchosti přidává fakt, že k výpočtům všech tří analýz jsou použita data zjištěna běžným způsobem. HEC-RAS umožňuje jednorozměrné hydraulické výpočty jak přírodních tak uměle vybudovaných vodních sítí. [25]



Obr. 10 Ukázka programu HEC-RAS

HEC-RAS je program umožňující vytvářet hydraulické analýzy. Systém je schopen vytvářet kalkulace profilů trvalých a nestabilních povrchových vodních toků a zahrnuje také kalkulaci pohybu splavenin. [25]

6.1.7 BOSS DAMBRK

BOSS DAMBRK je nejvyspělejším, snadno užitelným programem, který lze použít k modelaci povodní. Pomocí systému je možné použít analýzy pro poruchy mostů a hrází, akumulační efekty, tok inundačním územím a modelaci záplavové vlny. Používá se pro určování nestálosti změn povodňové vlny, bezpečnostní analýzu vodních děl a pro analýzu přepadu vodních děl.

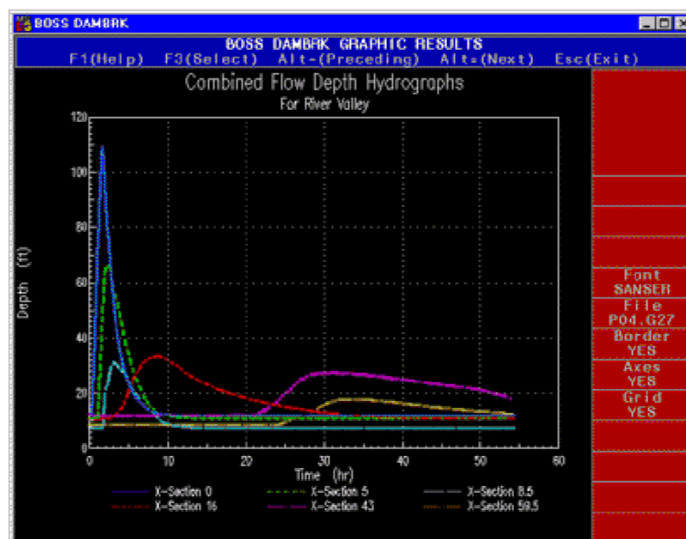
Práce s tímto programem je velice snadná. Vkládání dat, práce s nimi, nebo změna vstupních údajů je také považována za jednoduchou. Snadná práce v programu poskytuje uživateli rychlé definování modelu. Uživatel má k dispozici nápovědu a odbornou dokumentaci, která mu pomáhá k vytvoření požadovaného modelu. Do programu lze také vkládat data z již existujících databází a ty pak zakomponovat do tvorby analýzy či modelu. [25]

Automatické kontrolování dat

Vstupní data vložené uživatelem jsou automaticky zkontrolovány prostřednictvím integrovaného expertního systému BOSS ADVISOR. V případě, že systém zjistí chyby ve vstupních datech, varuje uživatele na chybu a poskytne návod, jak lze chybu odstranit. Systém BOSS ADVISOR dokáže rozeznat chyby ve vstupních údajích, ale také chyby vzniklé přímo při postupu vytváření samostatného modelu.

BOSS DAMBRK je schopen zobrazit více než 30 různých kvalitních modelů, které obsahují nákres počátečního stavu, mapu inundačního území, nákres čáry odtoků, souhrnný nákres čar odtoků, nákres časové historie a 3D model koryta řeky, které uživateli umožní rychlé zhodnocení kvality výstupů programu.

Grafy vytvořené pomocí starších údajů a analýz, mohou být navrstveny na grafy nově vytvořené, což slouží ke snadnému srovnání výsledků, např. ke srovnání stavu hladiny vody před, v průběhu a po povodních.



Obr. 11 Srovnání výsledků z více analýz v programu BOS DAMBRK

BOSS DAMBRK dokáže posoudit až 10 hrází nebo mostních konstrukcí v jedné analýze. Také lze analyzovat vliv vody při přelivu přes hráz nebo mostovku. K individuálním příčným řezům lze připojit vysvětlivky, které mohou být kromě toho znázorněny také v pozadí výstupu dané analýzy.

BOSS DAMBRK je program, který umožňuje nasimulovat situaci po destrukci vodního díla a použít při tom hydrodynamické poznatky, které souží pro předpovídání velikosti, chování a směru případné záplavové vlny. Program posuzuje účinky množství vody z přítoku do nádrže, způsoby protřžení, přepad vody, akumulaci vody pod nádrží, třecí odpor, boční přítok a proudění. BOSS DAMBRK zaznamenává časový průběh záplavové vlny, stupně povodňové aktivity v závislosti na čase, čas kulminace vody a odpovídající zvýšení hladiny ve vodním toku. [25]

6.2 Databáze dat z povodňových modelů v ČR

Pro území České republiky bylo vytvořeno více databází dat povodňových modelů s mnoha různými a hlavně odlišnými informacemi. Například základním vymezením záplavového území pro N-leté povodně, mapy stavů a průtoků na vodních tocích a mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Dalšími doplňujícími informacemi jsou například oblasti kontaminované vody, koupací oblasti, mapa hlásných profilů s aktuálními stavy a mnoho dalších. Výsledky jsou využívány jak odborníky, tak širokou veřejností. Oblasti využití jsou především pojišťovnictví, vodohospodářská činnost, předpovědní činnost a krizové řízení.

6.2.1 Povodňový plán

Povodňový plán je souhrn organizačních a technických opatření, potřebných k odvrácení nebo zmírnění škod při povodních na životech a majetku občanů a na životním prostředí.

Povodňový plán zpracovávají některé obce, ale nejsou zákonem povinny. Oproti tomu ORP už povinny jsou vytvářet povodňový plán, dále tomu tak je na úrovni krajů, tam se jedná o Povodňový plán kraje a na úrovni státu je to Povodňový plán ČR. [29]

Digitální povodňový plán

Digitální povodňový plán má oproti klasickému povodňovému plánu celou řadu výhod, protože v přehledné formě obsahuje velké množství informací geografického charakteru, které mají přímou vazbu na GIS.

Digitální povodňový plán (dPP) je program, který má za úkol soustředit na jednom místě veškeré dostupné informace týkající se povodňového plánu a ochrany před povodněmi. Obsahem dPP jsou veškeré součásti klasického povodňového plánu. Tyto informace jsou dále doplněny o další informace. Také má za úkol propojit všechny textové, databázové a mapové informace mezi sebou přímou vazbou a tyto informace nabídnout co nejjednodušší formou koncovému uživateli. Uživatel přistupuje k informacím prostřednictvím internetu.

Povodňový plán ČR byl do digitální podoby převeden v roce 2005. Tímto opatřením se zastřešil tok informací, kdy je možné jednoduše předávat informace od celostátní úrovně povodňového plánu ČR až po povodňové plány obcí. V současné době využívají dPP veškeré kraje ČR a téměř všechny obce s rozšířenou působností. V posledních letech přibývá i obcí posledního stupně, které si nechávají nově digitálně zpracovat povodňový plán. [29]

Součástí dPP je množství informací z více datových databází. Ve velkém zastoupení jde o Digitální bázi vodohospodářských dat a Povodňový informační systém.

Digitální báze vodohospodářských dat

Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) je databáze typů objektů jako tematické vodohospodářské nadstavby Základní báze geografických dat (ZABAGED). DIBAVOD je cílově určená geografická databáze pro tvorbu tematických kartografických výstupů s vodohospodářskou tematikou a tematikou ochrany vod nad základní mapou ČR, včetně mapy záplavových území. Také je využíván k vytváření prostorových analýz v prostředí geografických informačních systémů a zpracování reportingových dat v oblasti vodní politiky. DIBAVOD je průběžně aktualizovaná a doplňovaná databáze spravovaná a vyvíjená na Oddělení geografických informačních systémů a kartografie Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka. Ten čerpá zdroje z ČHMÚ, Zeměměřičského úřadu, vodoprávních úřadů, podniků povodí a Lesů ČR. Prvky databáze jsou základní vodohospodářská mapa, mapa záplavových území, atlasy záplavových území a charakteristiky toků a povodí. [30]

Povodňový informační systém

Povodňový informační systém (POVIS) slouží jako podpora pro komunikační, koordinační a rozhodovací činnosti na všech organizačních úrovních, které jsou ze zákona povinny povodňovou situaci řešit. Zajistí včasné a adresné informování všech zainteresovaných složek veřejné správy o aktuálním stavu a historickém vývoji povodňové situace v kterémkoli místě v České republice.

Cílem systému POVIS je zajišťovat v průběhu povodně i mimo ní základní platformu pro kvalitní komunikaci mezi všemi odpovědnými subjekty, zjednodušit a zrychlit přenos informací a zajistit jednotné formáty předávaných informací. Jedná se o modulární systém, který nad shromážděnými daty vytváří koordinační a přístupové aplikace. [31]

6.2.2 Centrální datový sklad

Celým názvem Centrální datový sklad pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik (CDS) je databáze, jejímž cílem je shromažďovat veškeré mapové a textové informace z map povodňového nebezpečí a povodňového rizika z různých institucí zabývajících se touto tematikou, především z podniků povodí. Součástí aplikace jsou data ze všech povodí zpracována a znázorňována v jednotném přehledném prostředí. Aplikace se skládá z textové a mapové části.

Data centrálního datového skladu jsou veřejnosti k dispozici prostřednictvím map povodňového nebezpečí a povodňového rizika nebo tabulkového výpisu. [32]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 METODY A CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Součástí práce jsou tři základní metody k řešení zadaného tématu. Modelování, komparace a analýza.

Modelování

Model je zjednodušený obraz skutečnosti. Modelováním pak rozumíme aplikaci různých druhů modelů na řešení dané problematiky. Modely umožňují náhradu reálného objektu modelovým objektem (toto nahrazení sebou sice nese určitou míru zjednodušení reality, ale s respektováním klíčových vlastností reálného objektu).

V této bakalářské práci je metoda modelování v největším zastoupení, přesněji aplikace různých druhů modelů na konkrétní území. Na toto území je umístěno množství různých mapových vrstev s odlišnými informacemi použitelnými při krizovém řízení. K modelování jsou použity data z více zdrojů.

Komparace

Základní údaje získané měřením můžeme pro další práci využít ke komparaci neboli srovnání. To je možné ve dvou rovinách:

- Jak se bude chovat daný objekt za odlišných podmínek (v různých prostředích).
- Jak se zachovají různé objekty za stejných podmínek.

Na základě takového srovnávání pak lze vyvozovat závěry o vlastnostech objektů nebo procesů. Předpokladem komparace je přesnost předešlých metod – pozorování, popisu a měření. Při komparaci dvou či více jevů můžeme využít ukazatele podílu (relativní rozdíl), rozdílu (absolutní rozdíl) nebo index (podíl dvou hodnot téhož ukazatele). Komparace je základní metodou hodnocení, srovnávací metody lze využít jak při získávání poznatků, tak při jejich zpracovávání.

Srovnávací metoda je v této práci využita v několika částech. Je však potřeba vzít na zřetel fakt, že rychle se měnící prostředí (a zejména v oblasti informačních technologií) nedává této metodě ideální podmínky. Metoda komparace je v práci začleněna tam, kde lze vzít v úvahu obdobná šetření, která proběhla ve zkoumaných a příbuzných oblastech.

Při komparaci neboli srovnání jsou použity v této práci podklady z různých geoportálů a data z odlišných programů určených k modelování povodní. Srovnáváno je množství a druh informací, odlišná přesnost, popřípadě nesrovnalost jednotlivých výstupů a možnosti využití při krizovém řízení.

Analýza

Analýza je proces reálného nebo myšlenkového rozkladu zkoumaného objektu (jevu, situace) na dílčí části, které se následně stávají předmětem dalšího zkoumání. Jde o rozbor vlastností, vztahů, faktů postupující od celku k částem. Analýza předpokládá, že v každém jevu je určitý systém (množina prvků, mezi nimiž jsou vztahy a které tvoří daný celek) a platí v něm ustálené zákonitosti fungování systému. Proto analýza umožňuje odhalovat různé vlastnosti jevů a procesů. Analýza umožňuje oddělit podstatné od nepodstatného, odlišit trvalé vztahy od nahodilých.

Analýza má nepostradatelnou roli v rámci poznávání podstaty jevů a pro stanovení taktiky vědeckovýzkumné činnosti. Analýza (a interpretace) se prolíná průběhem kvalitativního výzkumu a je nedělitelnou součástí každého jejího jednotlivého kroku. Analýza patří, spolu se syntézou, mezi základní a nejpoužívanější vědecké metody.

Součástí práce je SWOT analýza, která poukazuje na dobré a špatné stránky povodňových modelů. [33]

Cíle

Cílem této bakalářské práce je seznámit se s možnými druhy povodní, protipovodňovou ochranou a problematikou modelování povodní. Dále zvolit a popsat vhodné území k aplikaci povodňových modelů. Ohodnocení povodňových modelů na zvoleném území a provedení vyhodnocení využitelnosti povodňových modelů pro potřeby krizového řízení a ochrany před povodněmi.

8 POPIS MODELOVANÉHO ÚZEMÍ

Za území, na kterém budu aplikovat povodňové modely, jsem si vybral část řeky Odry tvořící část západní hranice města Bohumína. Délka modelované části toku je přibližně 5 400 metrů a zobrazované území má rozlohu téměř 30 km². Pro některé mapy jsem území o něco zvětšil z důvodu lepší prezentace zobrazovaných dat. Toto území jsem vybral z důvodu velkého rozlivu řeky Odry při vyšších průtocích a nedostatečné protipovodňové ochrany v částí města Pudlov a Vrbice a dále z důvodu častého výskytu povodní v dané lokalitě.

8.1 Povodí Odry

Česká republika je podle vodního zákona rozdělena na tři mezinárodní oblasti povodí (Labe, Dunaj, Odra) a na deset dílčích povodí. Modelovaná oblast se nachází v dílčím povodí Horní Odry, kde pramení hlavní tok povodí.

Na území České republiky vlastní povodí Odry zaujímá 7217 km² z celkové plochy 118 861 km² vztažené až k ústí do Baltského moře. Z celkové plochy připadá k Polské republice 106 057 km² a k Spolkové republice Německo 5 587 km². České části povodí, spravované státním podnikem Povodí Odry, přináleží 6 252 km², zbývající rozloha se nachází v severních a východních Čechách a je ve správě státních podniků Labe a Ohře.

Na území severní Moravy a Slezska je dílčí povodí Horní Odry protáhlého tvaru ve směru od severozápadu k jihovýchodu. Největší její rozměr ve směru sever - jih činí přibližně 62 km, ve směru východ - západ 174 km. Na jihozápadě sousedí podél rozvodnice Baltského a Černého moře s povodím Moravy a s povodím Váhu, na severovýchodě sousedí s polskou částí povodí Horní Odry a s povodím Visly. Na území Polské republiky Odra vtéká v profilu svého soutoku s Olší pod Bohumínem.

Dílčí povodí Horní Odry tvoří 25 větších toků a 7 vodních děl I. a II. kategorie. Dohromady mají celkový objem 385,5 mil. m³ (plochu zátopy celkem 2282 ha) a tvoří základ struktury vodohospodářské soustavy povodí Odry. Dále se v této oblasti nachází ještě 6 vodních děl III. a IV. kategorie.

Geografické poměry území jsou dány situováním povodí mezi horskými masivy Hrubého Jeseníku a Beskyd a současně otevřením k severu do Slezské nížiny. Jedná se o území se značnou reliéfovou energií. Přes 80 % plochy povodí dosahuje nadmořských výšek mezi 200 a 600 m n. m., na méně než 5 % území pak přesahuje výška terénu 800 m n. m. [34]

8.1.1 Správa povodí

Správu povodí Odry vykonává státní podnik Povodí Odry se sídlem v Ostravě. Povodí Odry, státní podnik, vznikl k 1. lednu 2001 na základě zákona č. 305/2000 Sb., o povodích, jako právní nástupce Povodí Odry, a. s. Jeho náplní je především správa a údržba významných vodních toků a určených drobných vodních toků, zjišťování a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod a další činnosti spadající pod danou kompetenci. Územní působnost pokrývá oblast povodí Odry na území Olomouckého a Moravskoslezského kraje v České republice. Zakladatelem je Ministerstvo zemědělství.

Z třinácti přehradních nádrží nacházejících se na území povodí Odry, podnik spravuje devět z nich. Pro tyto vodní díla podnik zpracoval operační plán k řešení zvláštní povodně s názvem Ochrana území pod vodním dílem.[35]

8.2 Odra

Řeka Odra pramení v Oderských vrších ve výšce 633 m n. m. a opouští území republiky v nejnižším bodě na kótě přibližně 190 m n. m. Odra má na území České republiky délku 131,7 km, zbývající délka přes Polskou republiku až po ústí do Baltského moře činí 734 km. Na území ČR ústí do Odry 9 větších přítoků.

Rozsah záplavového území (do Q100) je výrazně omezen na dolním asi 25 km dlouhém úseku Odry od Ostravy až po soutok s Olší pod Bohumínem. Došlo k tomu v důsledku výstavby protipovodňových opatření, provedených v poslední době v podobě ohrázování vlastní Odry i jejích menších přítoků. Opatření byla odezvou na katastrofální povodeň poslední doby z roku 1997. I přesto, že na samotné Odře neexistuje žádná větší umělá retence pro zachycování povodní v podobě vodních děl, v níže položené trati se příznivě projevuje vliv šesti nádrží, které se vyskytují na jejích přítocích. Tento vliv snížení kulminace stoleté vody je roven asi 15 % její původní hodnoty.

Rozsah záplavového území v horním úseku Odry je soustředěn na užší územní pruh, ohrožení povodněmi způsobují zde spíše dynamické účinky vody při povodňovém zaplavení, než její plošný rozsah.

Budeme-li celkově charakterizovat stupeň zajištění ochrany před povodněmi pro zástavbu situovanou podél Odry, tak město Odry je chráněno přibližně před deseti až dvacetiletou vodou (Q10 - Q20) přičemž místní část Loučky jen na asi Q5, Ostrava na vodu stoletou (vyjma jejích částí Koblova dnes na Q2 a Dubí na Q10) a Bohumín rovněž na 100 letou

ochranu (Q100). Nedostatečný stupeň ochrany je za současnosti nejcitlivěji vnímán v Odřích - Loučky, v Ostravě - Koblově a v lokalitě **Bohumín - Pudlov a Vrbice**. Kritickými místy, omezujícími průtočnost koryt, jsou navíc i některé objekty, které Odru křižují, jako např. mosty v Jeseníku n/O a v Bartošovicích. [36]

8.3 Bohumín

Bohumín je město ležící v okrese Karviná v Moravskoslezském kraji, 9 km severovýchodně od Ostravy. Město leží na soutoku řek Odry a Olše. Žije zde necelých 22 tisíc obyvatel na rozloze 31 km². Jde o nejnižší položené území v dílčím povodí horní Odry, navíc rovinnatého charakteru, což při povodních způsobuje rozlití řek do rozsáhlého území.



Obr. 12 Říční síť ORP Bohumín

Kromě dvou větších toků Odra a Olše, protékají městem ještě čtyři menší toky Bajcůvka, Lutyňka a Bohumínská a Vrbická stružka. Bohumín je také hraniční město s Polskou republikou a Posledním městem na území ČR, kterým řeka Odra i Olše protéká. [37]

9 POVODNĚ V BOHUMÍNĚ

Povodně na Odře se opakují, jen ve 20. století byli na Odře v Bohumíně zaznamenány v letech 1902, 1903, 1910, 1915, 1930, 1931, 1937, 1939, 1940, 1951, 1960, 1966, 1968, 1985, 1997, následujícím století pak v letech 2000, 2002, 2006 a 2010. Občas se stává, že povodeň je tak velká, že řeka následně změní své koryto, tak tomu bylo i při povodních v historii Bohumína. Tím, že je Odra je a také byla řekou hraniční, způsobovalo to nemalé problémy. [38]

9.1 Povodně roku 1997

Povodeň v roce 1997 byla nejvýznamnější povodní 20. století. Zasáhla téměř celé město. Tisíciletá ničivá voda si brala vše, co jí přišlo do cesty. Vehnala se i do míst, kde ji nikdo nečekal. Zkolabovala elektřina i telefonní spojení. Bohumínské gymnázium se proměnilo ve sklad plný potravin. Na pomoc přispěchali hasiči, Český červený kříž, armáda i mnoho dobrovolníků. Povodeň si na území Bohumína nevyžádala žádný lidský život. Materiální škody se však vyšplhaly téměř na jednu miliardu korun. [39]

9.1.1 Průběh povodně

Celá událost začala předzvěstí o počasí dne 5. 7. 1997. První den byl na řece Odře v Bohumíně vyhlášen II. stupeň povodňové aktivity prostřednictvím zprávy z dispečinku Povodí Odry. Další den byl vyhlášen III. SPA a Správa a údržba silnic nahlásila zatopení silnice I/58 u Rybeny a III/46813 v Kopytově. Následně bylo nahlášeno narušení mostu ve Starém Bohumíně a byla započata evakuace ohroženého obyvatelstva v okrajových částech, kterým byla zpřístupněna dvě evakuační místa (ZŠ ČSA a ZŠ Seifertova). V 10:00 dopoledne zasedala okresní havarijní komise (OHK), kde bylo mimo jiné projednáváno nedostatečné zásobení pitnou vodou způsobené zatopením vodovodu. Výstraha padla také z elektrárny, která varovala před možným přerušением dodávky elektrické energie. Formou rozhlasu a televize byla sdělena výzva k zabezpečení obydlí před zvýšenou hladinou vody v některých částech Bohumína. V 13:00 byla přerušena dodávka elektrického proudu v Šunychlu, Kopytově, Pudlově a ve Vrbici. Ve třetím dnu Bohumín požádal o materiál na utěsnění ochranné hráze kolem trafostanice na ul. Jateční. V 08:30 dochází k rapidnímu zhoršení situace, byla započata evakuace nemocnice. V podvečer započal rozvoz humanitární pomoci pro občany Bohumína (potravin, deky, kojenecké vody, PB vařiče). Čtvrtého dne z rána zasedla OHK, kde bylo zjištěno, že Bohumín je nejohroženější. Je potřeba pitné vody, potravin, příkrývek

a PB láhve. Postupuje evakuace městské části Pudlov a Kopytov. Povodí Odry v podvečer informuje o ústupu vody, pokles cca 70 cm oproti noci z 8. na 9. července. Pátý den 10. července dříve odvolaný stav ohrožení opět vešel v platnost, který byl odvolán v pátek 1. srpna 1997. [40]

9.1.2 Následky povodně

Následky povodně byly katastrofální. Voda během pěti dnů zaplavila přes 80 % města. Povodně v okrajových částech Bohumína nejsou žádnou neobvyklostí, ale jen zřídka se dostala voda i do centra města. Tato povodeň se podepsala zejména na majetku obyvatel. Zatopeny byly garáže, sklepy, zahrady, dokonce i první patra domů, cesty, bezmála vše, co se připletlo vodě do cesty. Podle starosty města Ing. Petra Víchý, byla povodeň v některých věcech i prospěšná. Uspíšila renovaci spousty domů a nebytových prostor, díky této povodni se město v pokroku posunulo dopředu. Renovovaly se zatopené rodinné domy, byl zkulturněn městský park Petra Bezruče, vyčištění vodních toků, oprava elektrického vedení, silnic a spousty dalších renovací a oprav v celém městě. Tyto renovace a opravy započaly hned po opadnutí vody. Na opravách se podíleli nejen samotní občané, ale také pomoc z ostatních měst. Po povodni bylo nutné také odstranit uhynulá zvířata a spousta míst potřebovala také vydezinfikovat. K tomuto účelu byla určena dvě místa ve městě, kde se svázela všechna uhynulá zvířata. Krom ohromných škod, které povodeň napáchala, bylo nutné také řešit otázku nemocí. Započalo povinné očkování proti žlutence a některé zdravotní pojišťovny dokonce umožnily ozdravné pobyty pro děti. S vodou také nastal problém s přemnožením komárů, který byly následně likvidovány postřiky. Následky povodní byly odstraňovány po dobu dvou let a stály bezmála 1 miliardu korun. [40]

9.2 Povodně roku 2010

Po třinácti letech povodně opět zasáhly prakticky celý Bohumín. Městské části a osady podél Odry, Olše a malých potoků se ocitly pod vodou. V některých částech povodeň komplikovala vysoká hladina spodní vody. Silný vítr a neustávající déšť výrazně zhoršoval situaci. Vodní živel si ve městě nevyžádal žádnou lidskou oběť. Zanechal za sebou škody v řádu desítek milionů korun. [41]

9.2.1 Průběh povodně

V neděli 16. 5. 2010 proběhlo zasedání povodňové komise a byl vyhlášen II. SPA. Tento stupeň uvádí stav pohotovosti. Varována byla především městská část Bohumín Pudlov.

Druhý den byl vyhlášen III. stupeň SPA, což udává ohrožení. V tentýž den jsou zatopeny městské části Kopytov, Šunychl, Pudlov a Vrbice. Z těchto částí je zahájena evakuace některých obyvatel do předem určených evakuačních prostor. V dopoledních hodinách započala také evakuace městské nemocnice kvůli možnému zatopení elektrické rozvodny. V 12:15 byl krizový štáb informován o protržení protipovodňové hráze Vrbické stružky a tím pádem vléváním stružky do Vrbického jezera. O pár minut později bylo nahlášeno vylití Olše z koryta a následné zaplavení oblasti kolem Kopytova. Došlo také k vylití slepého ramene Odry a zaplavení zahrádek a ul. Šunychelské. Silný vítr poškodil v Bohumíně vedení veřejného osvětlení na několika místech. V odpoledních hodinách došlo k přerušení dodávky elektřiny do městské části Bohumín Záblatí, v důsledku silného větru, který shodil dráty elektrického napětí. Vodohospodáři zvýšili odtok z přehrady Šance z 11 na 17 m³ .s⁻¹, avšak Bohumína se toto zvýšení nijak nedotklo. ČHMÚ informoval o hladině řeky Olše, která v odpoledních hodinách přesáhla úroveň 100 letého průtoku. Díky zesilující intenzitě srážek nadále docházelo ke vzestupům hladin toků v zájmové oblasti. Od elektrické energie byly také odpojeny městské části Starý Bohumín a Kopytov. V Kopytově kolem domů dosáhla voda až 1 metru, až na 2 nebo 3 domy byly zaplaveny všechny. V Pudlově ve večerních hodinách docházelo k zahrazování tamní rozvodny elektřiny. Podle předpovědi neměla Odra ani stoupat, ani klesat. Ohrožení tedy přicházelo především ze zpětně vzdouvajících a rozlévajících se malých toků. Díky stále přítékající vodě do Vrbického jezera hrozilo jeho vylití, a tím také zaplavení centra Bohumína. V úterý 18. 5. došlo k ochromení železniční dopravy. Do přímého ohrožení se dostala rozvodna elektrického proudu v Pudlově, kde voda prosakovala pod pytli s pískem. V úterních ranních hodinách dochází ke stagnaci hladin řeky Odry a Olše, avšak situace na přehradách nebyla příznivá. V 10:32 se dostala voda i ke druhé trafostanici v Bohumíně, tím pádem hrozilo, že Bohumín bude celý bez elektrického proudu. Před polednem začala voda ve Starém Bohumíně mírně klesat, ale hned po poledni opět došlo ke vzestupu hladiny na řece Olši díky přetrvávajícím intenzivním srážkám. Ve středu 19. 5. se situace konečně obrátila, Olše i Odra začali pozvolna klesat. V dopoledních hodinách byl vyhlášen II. SPA. Voda podle odhadů přímo zasála více než 120 domů, další stovky měly zatopené sklepy, garáže a zahrady. 20. 5. byla voda nadále na ústupu, Odra měla v poledne II. SPA a na Olši byl odvolán I. SPA. Odvolání I. stupně povodňové aktivity na všech tocích na území Bohumína nastalo 2. 6. 2010. [42]

9.2.2 Následky povodně

I když povodeň nebyla tak extrémní jako v roce 1997, náklady na obnovu majetku dosáhly částky 74 844 000 korun. Voda pronikla do domácností více než stovky domů, z některých museli být občané dokonce evakuováni. Evakuace se týkala celkem 60 občanů, byli umístěni v Penzionu Ve Věži, v Penzionu Carabas, v Penzionu Eva, v Domově Jistoty a v přístavbě zimního stadionu. K odstranění povodňových škod byly občanům zapůjčeny vysoušeče, do města také přišla jak materiální tak finanční pomoc z celé republiky. Opravy po povodni začaly, jakmile voda opadla. Bylo potřeba opravit bytové a rodinné domy, sportovní areály, kanalizace, také byla potřeba revize silničních mostů a vybudování ochranné hráze u rozvođen elektrické energie v Pudlově a na ulici Jateční a další opravy majetku zasaženého povodni. Občané museli odklidit stovky tun bahna a nánosů, které s sebou voda přinesla. Jako při povodni v roce 1997 se i při této povodni řešila otázka komárů. Po opadu vody vzniklo několik lagun, které se staly hnízdištěm komárů. Likvidace proběhla pomocí vysoušení lagun čerpadly a následným postřikem přípravkem na hubení komárů. Následky povodně nebyly tak velké, takže netrvaly dlouho. Bohumín byl zrenovován během pár měsíců, a tak se po renovaci začalo s dokončením protipovodňových opatření. [42]

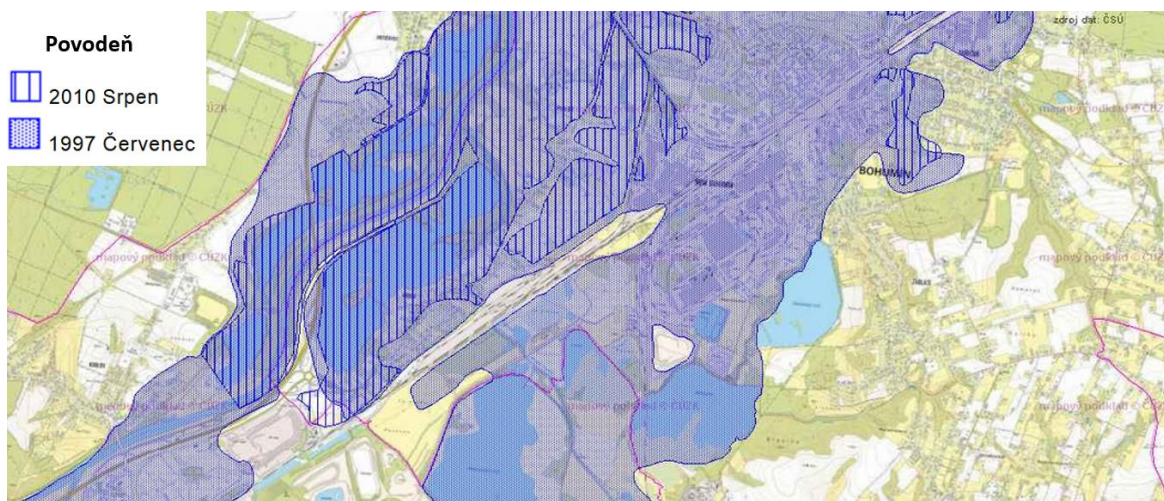
Tab. 1 Denní srážkové úhrny v době povodni 2010 (v mm)

Datum	16.5	17.5	18.5.	19.5.	20.5	Suma
Bohumín	19,3	4,3	46,2	10,0	4,5	84,3

Tab. 2 Délka trvání SPA na území Bohumína

Tok	Stanice	Dosažení 2. SPA		Dosažení 3. SPA		Pokles pod 3. SPA		Pokles pod 2. SPA	
		datum	čas	datum	čas	datum	čas	datum	čas
Odra	Bohumín	16.5.2010	20:10	17.5.2010	7:20	19.5.2010	8:50	20.5.2010	14:20

Srovnání povodní



Obr. 13 Porovnání zaplaveného území na modelovaném území v letech 1997 a 2010

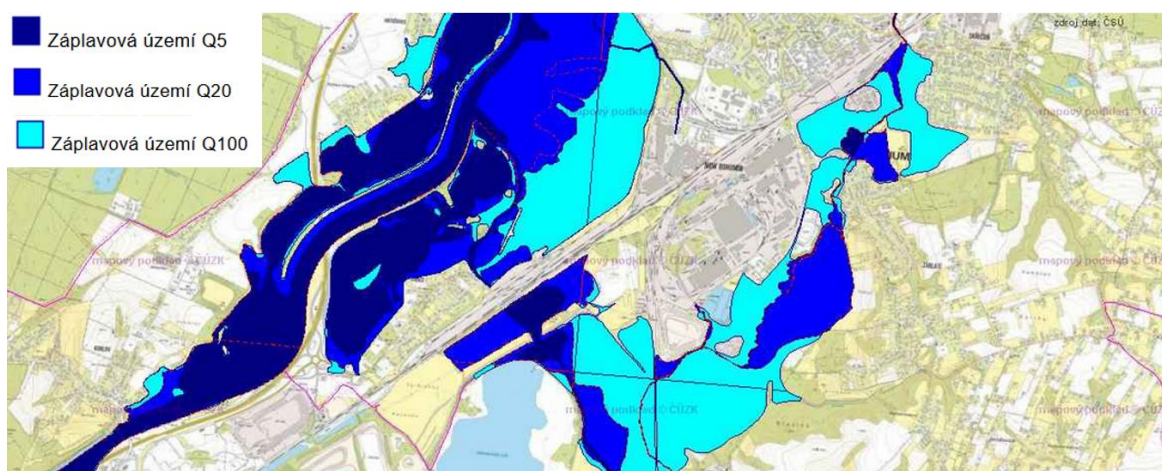
Na tomto obrázku je srovnání povodní v roce 1997 a 2010. Jasně jde vidět, že povodeň v roce 1997 byla daleko většího rozsahu než povodeň z roku 2010. Obě povodně byly katastrofální a na několik týdnů ochromili celý Bohumín. Menší rozliv v roce 2010 zapříčinil jak menší úhrn srážek, tak i lepší připravenost a technická ochrana před povodněmi. Díky zkušenostem z roku 1997 byli lidé na povodeň lépe připraveni a více spolupracovali se složkami integrovaného záchranného systému. K nižším škodám také ve velké míře pomohl varovný systém vybudovaný po roku 1997. V obou případech byla velikým přínosem ochota lidí a organizací při likvidačních pracích, což zapříčinilo brzké obnovení života občanů poškozených povodněmi, infrastruktury i rychlé opravy objektů. Dá se také říct, že obě povodně byly přínosem z hlediska zlepšení prevence ochrany před povodněmi a vedlo to také k výstavbě nové, lepší občanské vybavenosti města.

10 DATA Z DIGITÁLNÍHO POVODŇOVÉHO PLÁNU

Digitální povodňový plán je dokument v digitální podobě, který obsahuje způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnosti ovlivnění odtokového režimu, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací, dále obsahuje způsob zajištění včasné aktivizace povodňových orgánů, zabezpečení hlášené a hlídkové služby a ochrany objektů, příprav a organizace záchranných prací a zajištění povodní narušených základních funkcí v objektech a v území a stanovené směrodatné limity stupňů povodňové aktivity. Protože povodňový plán obsahuje celou řadu informací, které se v průběhu času mění, je potřeba tato data pravidelně aktualizovat. [43]

10.1 Záplavová území

Záplavová území jsou podle § 66 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Vymezení záplavových území pomůže předcházet a snižovat škody způsobené povodněmi. [44]



Obr. 14 Záplavová území s dobou opakování 5, 20 a 100 let

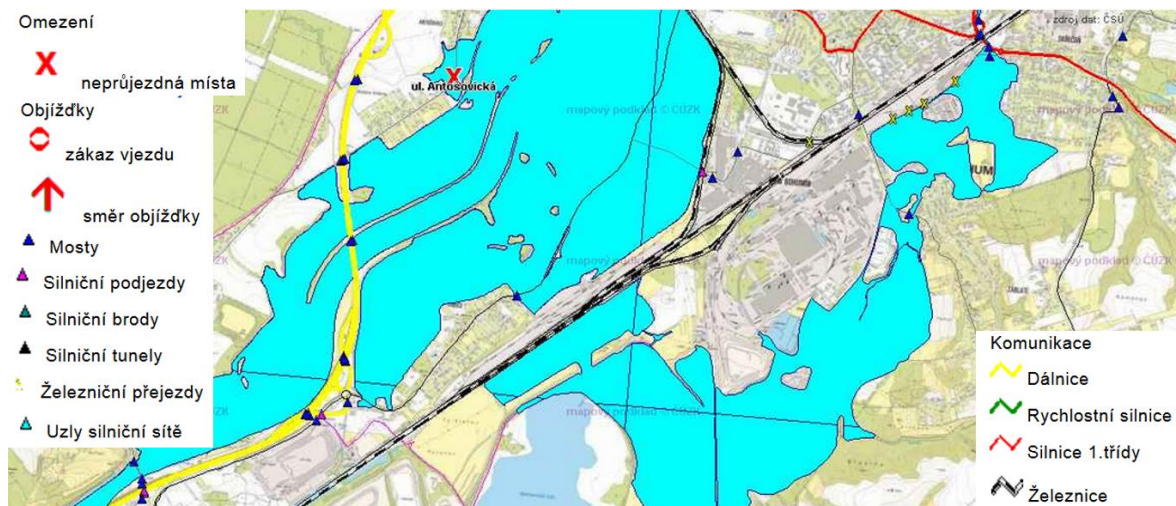
Na území ORP Bohumína, i s obcemi které má ve správě, zasahují záplavová území Q100 sedmi vodních toků. Z toho šest přímo do obce Bohumín.

Při povodních v roce 2010 se kulminace průtoku na řece Odře pohybovala na úrovni 20 – 50 letých vod. V povodí Olše se průtok pohyboval na úrovni 50 – 100 letých vod. Při povodních v roce 1997 měl na chod průtoků řeky Odry v Bohumíně vliv vlastní tok, ale také beskydské přítoky, které nezachytila přehrada. Kulminace zde překročila 100letý průtok a média tehdy hovořili až o tisícileté vodě. Na území ORP Bohumín se nevyskytuje žádné území, určené

k rozlivům povodní. Na obrázku záplavových území je patrné, že i záplavové území s dobou opakování 5 let zabírá značnou část obydleného území. V těchto místech se tedy řeka Odra vylévá z koryta poměrně často. [45]

10.2 Dopravní omezení při povodních

Nejčastější důvody dopravních omezení při povodních, týkající se individuální i veřejné dopravy, jsou v zásadě zaplavené komunikace. Ty je nejjednodušší zjistit z map záplavových území popřípadě z map hloubek, která je také důležitá z toho důvodu, že některé druhy vozidel jsou schopny překonat určitou výšku vody na komunikaci. Při povodních jsou organizovány uzavírky cest podle této mapové vrstvy a doprava je řízena podle pokynů Policie ČR na navrhované objízdné trasy.

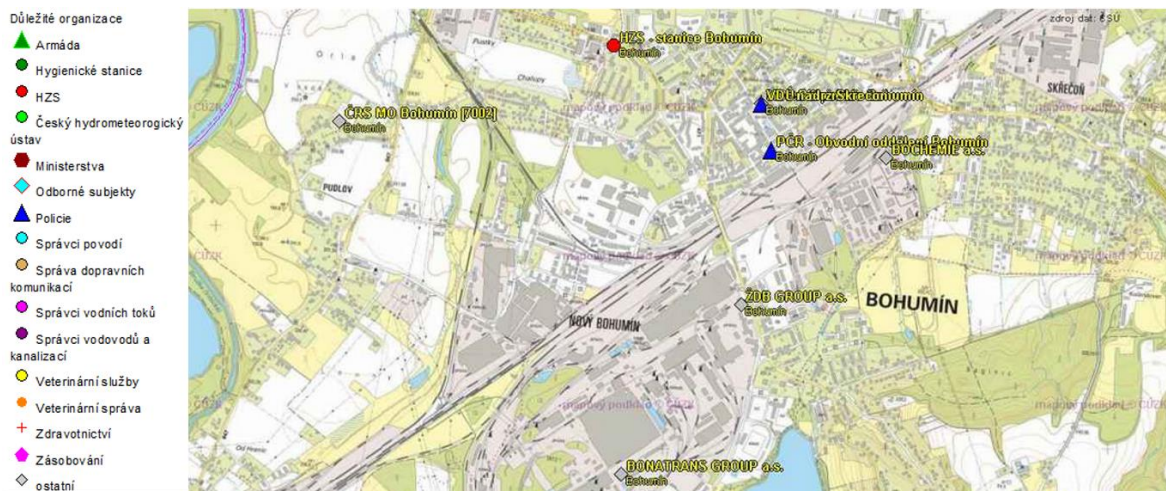


Obr. 15 Dopravní omezení při povodních

V mapové vrstvě dopravních omezení jsou zaznačeny dopravní stavby, které se při povodních stávají rizikovými z hlediska průjezdnosti i bezpečnosti. Jde zejména o Mosty, Silniční podjezdy a tunely u kterých může voda či naplaveniny narušit statiku těchto staveb. Povodeň může mít za následek také podemletí a následné zničení komunikace. Dopravní omezení mají za následek ochromení celkové dopravní infrastruktury, komplikace při dodávání, potravin, léků a pomoci lidem zasažených povodní. Při takových situacích mnohdy bývá jedinou možností nasazení helikoptéry a to jen za příznivého počasí. Informace o objízdných trasách a uzavírkách jsou důležité pro bezpečný dojezd složek IZS a včasné poskytnutí záchranných prací.

10.3 Důležité organizace

Ochrana před povodněmi je řízena povodňovými orgány, které ve své územní působnosti zabezpečují přípravu na povodňové situace, řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v průběhu povodně a v období následujícím bezprostředně po povodni včetně řízení, organizace a kontroly ostatních účastníků ochrany před povodněmi. Povodňové orgány se při své činnosti řídí povodňovými plány. Po dobu povodně je na území Bohumína řídicím povodňovým orgánem Povodňová komise ORP Bohumín, jejichž členy jsou i zastupitelé organizací, kterých se týká ochrana před povodněmi. Povodňové orgány se různí v době mimo povodeň a po dobu povodně. V době mimo povodeň je hlavním povodňovým orgánem Městský úřad ORP Bohumín a po dobu povodně je to Povodňová komise ORP Bohumín nebo krizový štáb v případě vyhlášení krizového stavu. [46]



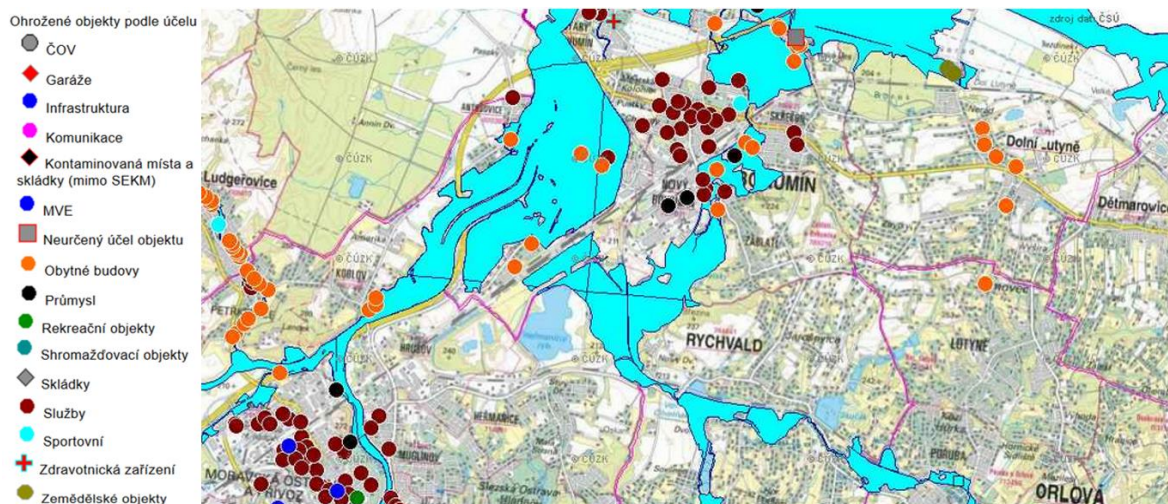
Obr. 16 Důležité organizace

Mapová vrstva vyznačuje místa, kde se nalézají výkonné složky k plnění mimořádných úkolů v době povodně. Jedná se o důležité organizace podílející se na ochraně před povodněmi především na operativní úrovni. Ke sjednocení a lepší přehlednosti je součástí dPP Plán spojení na důležité organizace. Plán spojení obsahuje kontakty na vybrané účastníky ochrany před povodněmi, jako jsou správci vodních toků, pobočky ČHMÚ, příslušné ORP a kraj, HZS, Policie ČR a další. Kontaktní informace jsou zde uvedeny přehledně na jednom místě tak, aby bylo možné v nich snadno vyhledávat. Tyto organizace po sjednocení se v IZS spolupracují na účinném zmírnění následků povodní, ať už na materiálních, ekologických škodách nebo při záchraně lidských životů. Snaží se o včasné zásahy, které mají za úkol zajistit bezpečnost občanů postižených povodní. [47]

10.4 Ohrožené objekty

Při povodňových situacích může dojít k ohrožení objektů srážkami, zpětným vzduťím, splachy z polí i nefunkční kanalizací. Řada ohrožených objektů leží také v oblastech u vodních toků bez vyhlášeného záplavového území. Na území ORP Bohumín jsou ohroženy povodní stovky budov. Tyto objekty je nutno varovat, případně evakuovat.

V záplavovém území vodních toků na území města se nachází několik objektů, které mohou být při povodni zdrojem ohrožením (např. vlivem úniku nebezpečných látek či uvolnění většího množství materiálu do vodního toku). Při zasažení těchto objektů povodní a následné mu úniku nebezpečných látek s výsledkem kontaminace vody, vznikají velké škody na životním prostředí. V Bohumíně představují největší riziko objekty hutního průmyslu firem ŽDB drátovna a.s. a Bonatrans group a.s.

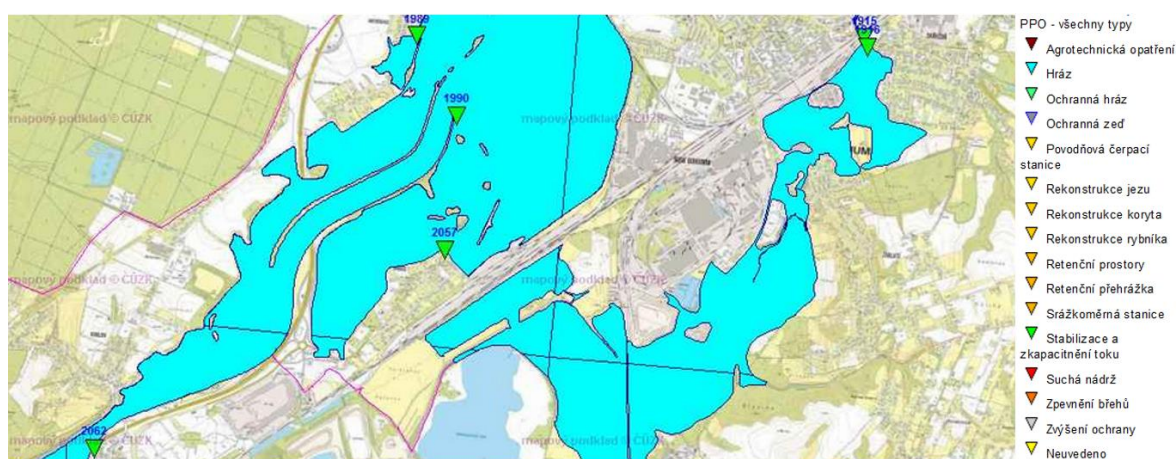


Obr. 17 Umístění a rozdělení ohrožených objektů podle účelu

Pro stavby ohrožené povodněmi, které se nacházejí v záplavovém území nebo mohou zhoršit průběh povodně, zpracovávají povodňové plány pro svou potřebu a pro součinnost s povodňovým orgánem obce Bohumín jejich vlastníci. Povodňový orgán obce potvrzuje soulad věcné a grafické části povodňových plánů vlastníků (uživatelů) pozemků a staveb, pokud se nacházejí v záplavovém území nebo zhoršují průběh povodně, s povodňovým plánem obce Bohumín. Všechny povodňové plány, jak od občanů, tak od právnických osob, které jsou nebo budou v budoucnu zpracovány, jsou uloženy na obecním úřadě ORP Bohumín u předsedy povodňové komise obce. [48]

10.5 Protipovodňová ochrana

Jedná se především o stavby k regulaci vody v korytě s výsledným zmírněním škod, které povodeň způsobuje. V oblasti Bohumína je poměrně velké zastoupení staveb protipovodňové ochrany a mnohdy díky nim bylo výrazně sníženo množství škod. Ne vždy dokáže protipovodňová ochrana úplně zamezit proniknutí vody do obytných částí, v těchto případech má tato ochrana také důležitou funkci, a to zdržení rozlivu a tím poskytnutí více času k varování, evakuaci obyvatelstva a provedení dalších kroků krizového řízení.



Obr. 18 Protipovodňová ochrana

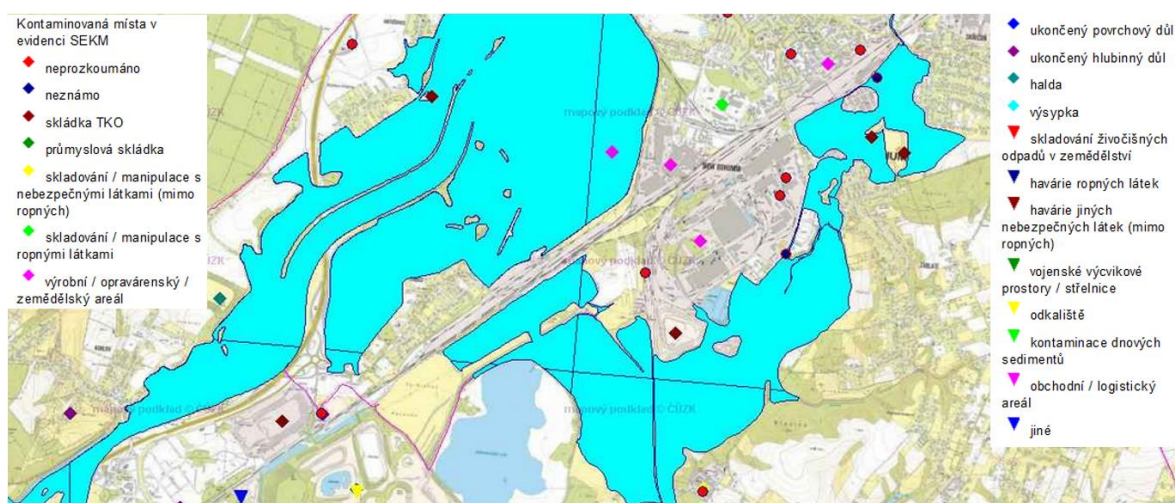
V letech 2002 - 2007 bylo na Bohumínsku v rámci programu „Prevence před povodněmi, 1. etapa“ postaveno celkem 6 staveb protipovodňové ochrany. Investorem staveb bylo Povodí Odry, státní podnik. Tato soustava hrází a odlehčovacích příkopů chrání před povodněmi městské části Bohumína – Nový a Starý Bohumín a Šunychl. Náklady na vybudování protipovodňové ochrany v letech 2002 - 2007 dosáhly částky 120 mil. Kč.

Připravované stavby protipovodňové ochrany

V následujících letech v rámci programu „Prevence před povodněmi, 2. etapa“ Povodí Odry, státní podnik připravuje stavbu LB hráz na Orlovské stružce - alternativa č. 2, Bohumín-Vrbice, km 0,0 - 2,0. Stavba řeší protipovodňovou ochranu Bohumína - Vrbice, a to vybudováním hrází nebo betonových zídek v místech se stísněnými poměry. Trasa hráže začíná u náspu železniční trati Bohumín-Přerov a pokračuje po levém břehu Orlovské stružky, za mostem na silnici I/58 se hráz odklání vlevo a vede podél břehu Vrbického jezera až ke stavbě tehdejší dálnice D47 (dnes D1), kde se bude zavazovat do násypu silnice I/58. Začátek realizace stavby se předpokládá na podzim roku 2011, přičemž náklady na stavbu jsou odhadovány na 67 mil. Kč. [49]

10.6 Kontaminovaná místa

Povodně i následná situace znamenají extrémní zdravotní riziko a kontaminaci prostředí, včetně možnosti vyplavení toxických látek a přemnožení přenašečů nálezů především v podobě komárů, jiného hmyzu a mikroorganismů. Průběh i důsledky povodně mají na zasažené oblasti mnohdy neblahé účinky z hlediska znečištění pitné vody vlivem vyplavení fekálií z kanálů a žump nebo jiných kontaminovaných míst. Tvorba plísní a všudypřítomné bahno, mohou být zdrojem nákazy. Na lidský organismus to má velice vážné zdravotní následky. Tato situace může v krajních případech dorůst až v epidemii. V období i několik měsíců po povodni se může stát, že některé ryby v toku budou kontaminované v důsledku povodně. Vlivem úniku nebezpečných látek do vody může člověk při styku s ní dostat infekční onemocnění například salmonelózy, virovou hepatitidu typu A či bacilární úplavici. Ještě dlouhodobějším škodlivým důsledkem je kontaminace zemědělské půdy. Půdy v blízkosti řek jsou velice úrodné a v Česku intenzivně zemědělsky využívány, ale jsou také často zaplavovány povodněmi a vystavovány nebezpečným látkám, tudíž se stávají půdy náchylné ke kontaminaci.



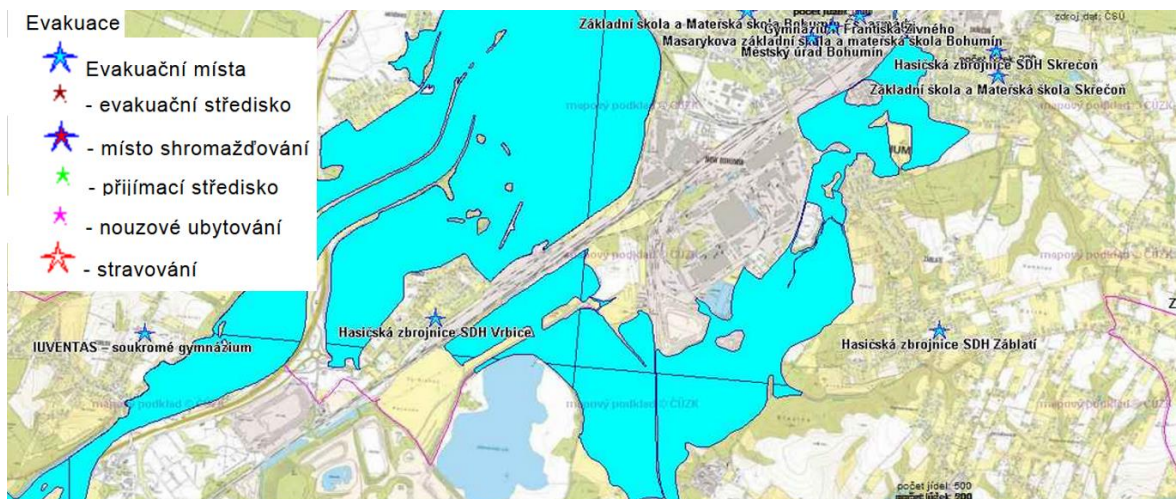
Obr. 19 Integrovaný registr znečištění a staré ekologické zátěže

Tato mapová vrstva slouží k zobrazení míst, které by mohli být zdrojem kontaminace pitné vody a následně půdy. Je tudíž nutné tyto místa zabezpečovat a snažit se zamezit jejich zaplavení.

Na území Bohumína jsou největšími zdroji znečištění vody při povodni čistírna odpadních vod a celková kanalizace v Bohumíně, výrobce průmyslové chemie Bochemie a.s. a čistírna odpadních vod hutní společnosti ŽDB Bohumín. [50]

10.7 Evakuace

Mapa s evakuačními místy je pro efektivně zvládnuté krizové řízení velice důležitá. Zjednodušuje celý průběh evakuace, urychluje doby evakuace, čímž zvyšuje bezpečnost obyvatel i jejich majetku při povodních i jiných mimořádných situacích s potřebou evakuace a nouzového ukrytí obyvatelstva.



Obr. 20 Zaznačení evakuačních míst

Evakuace v Bohumíně v důsledku povodní

V důsledku častých povodní jsou lidé z Bohumína evakuováni častěji než jinde a město dělá vše proto, aby obyvatelé byli dostatečně připraveni.

Poslední plošnou evakuaci zažilo město při povodních v roce 2010. Bylo evakuováno přibližně 100 obytných domů a nemocnice ve Starém Bohumíně. Záchranáři museli společně s hasiči evakuovat 160 pacientů ze všech oddělení. Do suterénu pavilonů se tlačila voda. Nemocnice v pondělí přišla i o elektřinu. Pacienti byli převáženi do nemocnic v Karvině a Orlové. Do těchto nemocnic se také vozili další zranění z Bohumína a okolí. I přes evakuaci nemocnice zůstala funkční nepřetržitá chirurgická a interní ambulance. [51]

Další rozsáhlá evakuace proběhla při povodních v roce 1997. Dle informací z Povodí Odry byl dán ve tři hodiny ráno z neděle na pondělí pokyn městským povodňovým komisím vyzvat k evakuaci nejvíce ohrožených míst 4 hodiny po tom, co Odra překročila 3 SPA. Již před tímto pokynem začala evakuace ohroženého statku v Pudlově a všechny hasičské sbory průběžně hlásily stavy. Další den pokračovala snaha obyvatelé postupně evakuovat, avšak většina odmítla. Ten den byla evakuována i nemocnice a několik tisíc obyvatel. [52]

11 DATA Z CENTRÁLNÍHO DATOVÉHO SKLADU

Centrální datový sklad pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik je souborem map, které vyjadřují míru nebezpečí a rizika vyplývající z povodní. Podle vyhodnocení povodňových rizik byli tyto mapy zpracovány pouze na vymezené oblasti s významným povodňovým rizikem. Na dílčím povodí Horní Odry bylo zmapováno celkem 16 oblastí o celkové délce 182,3 km. [53]

11.1 Vymezení oblastí s významnými povodňovými riziky

Předběžné vyhodnocení povodňových rizik bylo provedeno v oblastech se stanoveným záplavovým územím pro povodňové scénáře Q5, Q20 a Q100. Použity byly informace ze standardně vedených databází v ČR, zejména vymezení zastavěných ploch a lokalizace dopravní infrastruktury, počty trvale bydlících obyvatel a hodnota majetku (fixních aktiv) v územních jednotkách. Doplňkově byla použita lokalizace potenciálních zdrojů znečištění a lokalizace kulturních a historických památek.

Na základě analýzy těchto informací byl kvantifikován možný dopad povodňového nebezpečí podle dvou základních hledisek:

- počet obyvatel pravděpodobně dotčených povodňovými rozlivy v záplavových územích, podle všech dostupných scénářů nebezpečí (zejména Q5, Q20, Q100), v průměru za rok,
- hodnota majetku (vztažená k zastavěným plochám a silniční dopravní infrastruktuře) pravděpodobně dotčeného povodňovými rozlivy v záplavových územích, podle všech dostupných scénářů nebezpečí (zejména Q5, Q20, Q100), v průměru za rok.

Pomocná hlediska sloužila k upřesnění rozsahu oblastí s významným povodňovým rizikem, po jejich vymezení podle základních hledisek při nastavení kritérií. Využity byly následující údaje:

- povodňové ohrožení objektů, ve kterých se nakládá s nebezpečnými látkami a mají proto potenciál způsobit havarijní znečištění vody nebo životního prostředí při zasažení povodní Q100;
- povodňové ohrožení kulturních a historických památek při Q100.

K vlastnímu vymezení oblastí s významným povodňovým rizikem byla na základě testovacích analýz použita pro základní hlediska tato kritéria:

- počet obyvatel dotčených povodňovým nebezpečím ≥ 25 obyv./rok,
- hodnota dotčených fixních aktiv povodňovým nebezpečím ≥ 70 mil. Kč/rok,

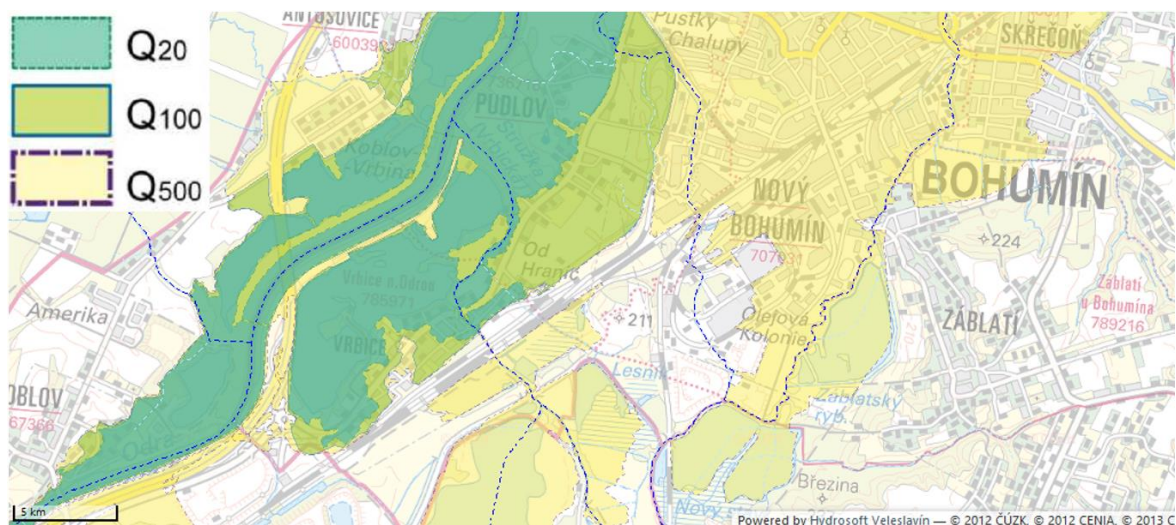
přičemž do výběru byly zahrnuty všechny základní územní jednotky měst a obcí, ve kterých byla naplněna alespoň jedna z podmínek kombinovaného kritéria. V případech, kdy vybrané základní územní jednotky spolu nesousedily, byly spojeny vymezené úseky do jednoho souvislého buď na základě vyhodnocení pomocných hledisek, nebo s ohledem na praktickou řešitelnost hydrologických souvislostí.

11.2 Mapy povodňového nebezpečí

Mapy povodňového nebezpečí zobrazují tři základní charakteristiky povodně, a to rozsah rozlivu, hloubky zaplavení a rychlosti proudění pro zvolené povodňové scénáře (standardně pro doby opakování 5, 20, 100 a 500 let). [53]

11.2.1 Mapa rozlivů

Zobrazuje linie rozlivu pro všechny scénáře současně. Zaplavené plochy pro povodně s různou pravděpodobností výskytu jsou vykresleny jako uzavřené polygony definované jednak různobarevnou průsvitnou výplní a jednak různým typem čáry ohraničující rozliv. Barvy ploch jsou zvoleny tak, aby tmavnutí indikovalo častěji zaplavovaná území. Tento způsob zobrazení zabezpečuje snadnou rozpoznatelnost všech rozlivů. Pro lepší přehlednost je mapa doplněna osou koryt vodních toků. [53]

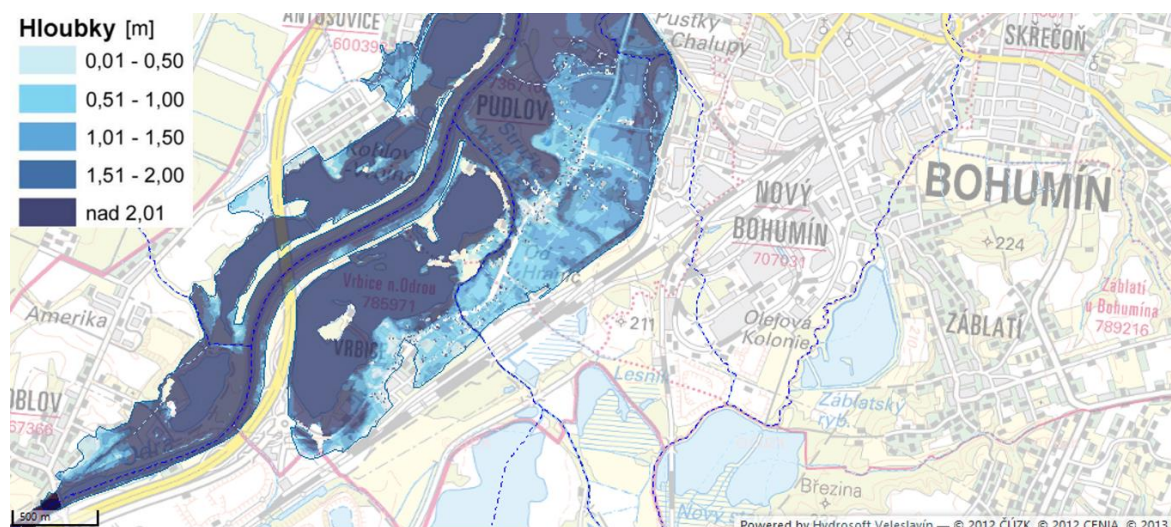


Obr. 21 Mapa rozlivů s dobou opakování 20, 100 a 500 let.

Při aplikaci modelu na modelované území je zřetelně vidět, že i dvacetiletá voda má za následek rozliti do velkého území mimo koryto. Jde o území zastavěné převážně rodinnými domy, z čehož vyplývá, že voda v téhle oblasti páchá často rozsáhlé škody. Oproti tomu území zaplavené pětisetletou vodou zaujímá rozlohu téměř celého Bohumína. Je to způsobeno tím, že město leží v rovinaté oblasti a navíc je nejnižším položeným městem na tocích Odry a Olše na území České republiky. V dané oblasti je nedostatečná protipovodňová ochrana a ta, která už je vystavěna, není dělána na tak velký rozsah povodně. Velikosti rozlivu také ve velké míře přispívá značné množství přítoků, které Odra a Olše sbírá.

11.2.2 Mapa hloubek

Mapy hloubek jsou vytvořeny samostatně pro každý scénář povodňového nebezpečí. Znamená to, že pro jedno území jsou standardně zhotovovány čtyři mapy hloubek (pro scénáře Q20, Q100, Q500). Hloubky jsou vykreslovány v pěti intervalech – čím tmavší barva, tím větší dosažená hloubka. Plochy zobrazující hloubky jsou doplněny příslušným standardně zobrazeným rozlivem a osou koryta vodního toku. [53]

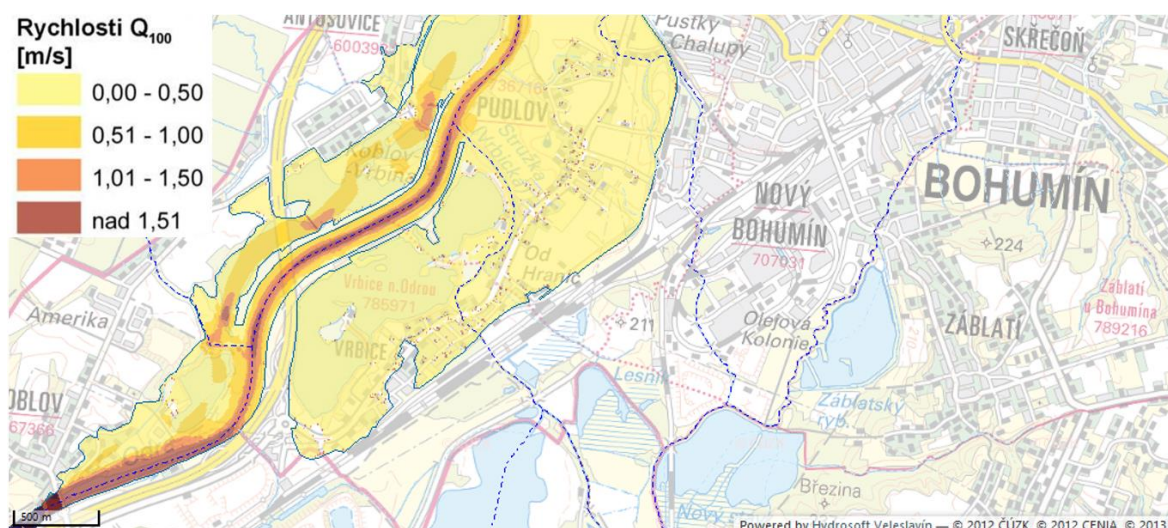


Obr. 22 Mapa hloubek s dobou opakování 100 let.

Při aplikaci na zastavěné území, lze přibližně vyčíst, do jaké výše jsou zaplaveny jednotlivé objekty či komunikace. Při krizovém řízení tato mapa usnadňuje rozhodovací proces při záchranných pracích. V době povodně nelze určit hloubku vody jinak, než pomocí tohoto výstupu, z důvodu kalné vody. Jednotky IZS podle ní určují možnosti využití dané techniky, která by vodu překonala.

11.2.3 Mapa rychlostí

Mapy rychlostí jsou rovněž vytvořeny samostatně pro každý ze standardních scénářů povodňového nebezpečí. Rychlosti mohou být v mapách zobrazovány dvěma způsoby v závislosti na dimenzi použitého hydrodynamického modelu. V případě 1D modelů jsou rychlosti zobrazovány pouze bodovým polem ve čtyřech odstínech žluto-hnědé škály – opět čím tmavší odstín, tím vyšší rychlost. Mapa rychlostí, která je výstupem z 1D modelu, může být sloučena s mapou hloubek, aniž by došlo ke ztrátě přehlednosti. Pokud byl k hydraulickým výpočtům použit 2D model, jsou rychlosti pro jednotlivé povodňové scénáře vykresleny na samostatných mapách v podobě souvislých ploch. Barevná škála odstínů i rozsahem odpovídá vyjádření rychlostí bodovým polem.



Obr. 23 Mapa rychlostí pro povodňový scénář s dobou opakování 100 let – výstup z 2D hydraulického modelu

Z výše uvedeného popisu map povodňového nebezpečí vyplývá, že pro každé území je k dispozici celkem pět až devět map (podle dimenze použitého hydrodynamického modelu). [53] Informace o rychlosti vody v konkrétním místě napomáhají k vytýčení prvotních škod ještě v průběhu povodně. Dále vytyčují místa nebezpečná pro zachraňované i zachraňující osoby.

11.3 Mapy povodňového ohrožení a povodňových rizik

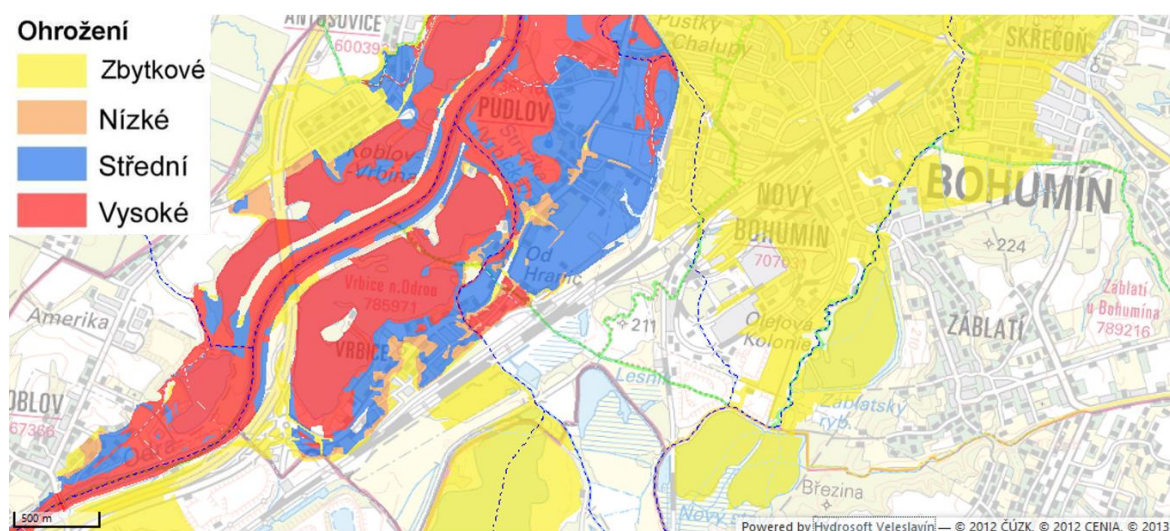
Hodnocení ohrožení a povodňových rizik ve vymezených oblastech bylo provedeno pomocí tzv. metody matice rizika. Tato metoda integruje informace z map povodňového nebezpečí, zpracovaných pro různé povodňové scénáře, a nevyžaduje kvantitativní odhad potenciálních škod v zaplaveném území. Postup spočíval v těchto krocích:

- kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně
- stanovení povodňového ohrožení pomocí matice rizika – mapy ohrožení
- stanovení zranitelnosti území na základě informací o využití území
- určení ploch s nepřijatelným rizikem [53]

11.3.1 Mapa povodňového ohrožení

Povodňové ohrožení se stanovuje plošně pro celé zaplavované území bez ohledu na to, jaká aktivita se v něm nachází. Míra ohrožení vychází z hodnot intenzity povodně pro jednotlivé scénáře povodňového nebezpečí. Pro každý scénář se v každé buňce rastru mapy (velikost rastru odpovídala velikosti rastru použitého modelu terénu) stanovila míra ohrožení ve čtyř-
stupňové škále (4 vysoké až 1 nízké). Pro výslednou mapu ohrožení pak byla v každé buňce použita maximální hodnota ohrožení z jednotlivých scénářů.

Čtyři definované kategorie míry ohrožení jsou v mapě zobrazeny jako různobarevné plochy. Pro každou z těchto kategorií existují doporučená pravidla, jak území využívat. Členění území podle míry povodňového ohrožení umožňuje posoudit vhodnost stávajícího nebo budoucího funkčního využití ploch a doporučit omezení případných aktivit na plochách v zaplavovaném území s vyšší mírou povodňového ohrožení.



Obr. 24 Mapa povodňového ohrožení

Tab. 3 Kategorie ohrožení a doporučená pravidla pro využití území

Kategorie ohrožení	Doporučení
(4) Vysoké (červená barva)	Doporučuje se nepovolovat novou ani nerozšiřovat stávající zástavbu, ve které se zdržují lidé nebo umísťují zvířata. Pro stávající zástavbu je třeba provést návrh povodňových opatření, která zajistí odpovídající snížení rizika, nebo zpracovat program vymístění této zástavby.
(3) Střední (modrá barva)	Nová výstavba je možná s omezeními vycházejícími z podrobného posouzení nezbytnosti funkce objektů v ohroženém území a míry jejich ohrožení povodněmi. Nevhodná je výstavba citlivých objektů (např. zdravotnická zařízení, hasiči apod.). Nedoporučuje se rozšiřovat stávající plochy určené pro výstavbu.
(2) Nízké (oranžová barva)	Výstavba je možná, přičemž vlastníci dotčených pozemků a objektů musí být upozorněni na potenciální ohrožení povodňovým nebezpečím. Pro citlivé objekty je třeba přijmout speciální opatření, např. traumatologický plán ve smyslu krizového řízení.
(1) Zbytkové (žlutá barva)	Otázky spojené s povodňovou ochranou se zpravidla doporučuje řešit prostřednictvím dlouhodobého územního plánování se zaměřením na zvláště citlivé objekty (zdravotnická zařízení, památkové objekty apod.). Vyhýbat se objektům a zařízením se zvýšeným potenciálem škod.

Hodnocení povodňového rizika spočívá v propojení informací o míře povodňového ohrožení a míře zranitelnosti území, resp. odolnosti objektů a aktivit v tomto území vůči povodním. Základním podkladem pro stanovení zranitelnosti byly informace o způsobu využití území z územně plánovací dokumentace (ÚPD). K sestavení mapy povodňového rizika byly definovány kategorie zranitelnosti a k nim přiřazeny přijatelné úrovně povodňového ohrožení.

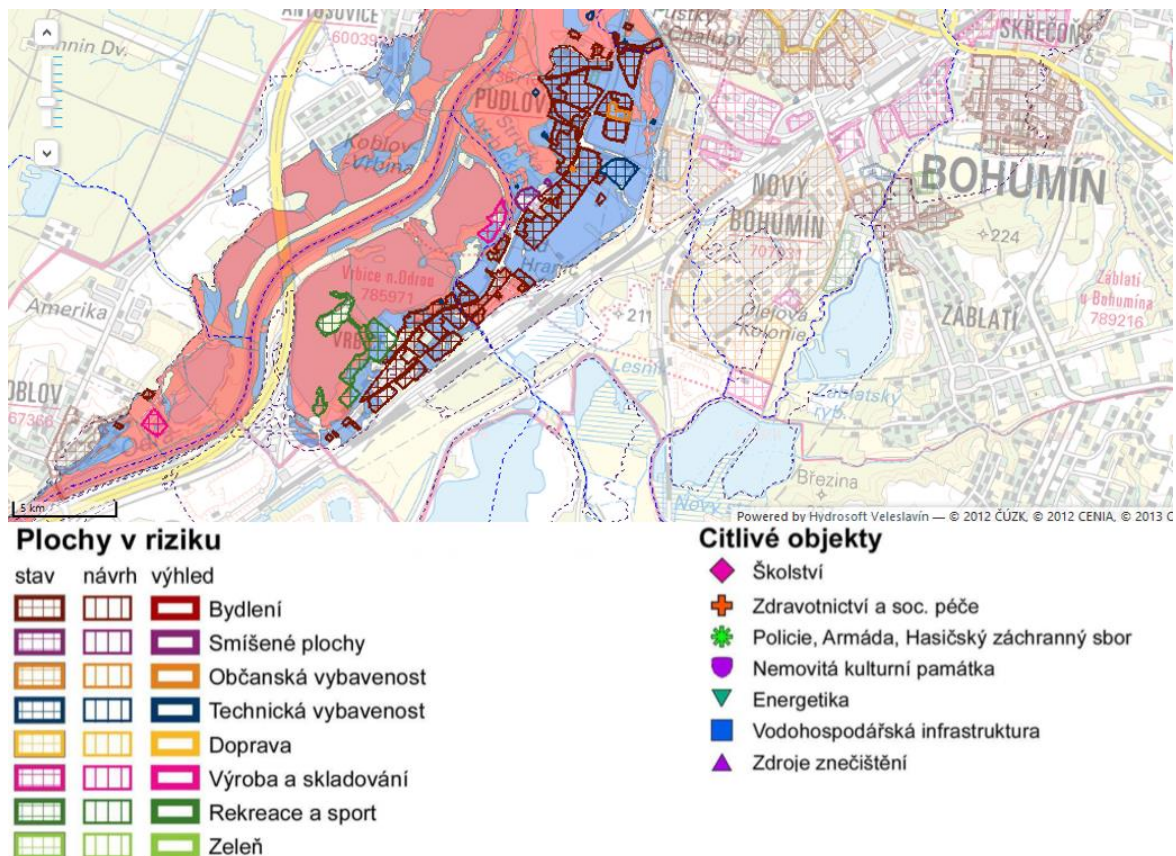
[53]

Tab. 4 Přijatelné ohrožení pro jednotlivé kategorie funkčního využití území

Funkční využití území	Přijatelné ohrožení
Bydlení	nízké
Občanská vybavenost	
Smíšené plochy	
Technická vybavenost	
Doprava	
Výroba a skladování	
Rekreace a sport	střední
Zeleň	vysoké

11.3.2 Mapa povodňového rizika

Mapy povodňového rizika zobrazují plochy jednotlivých kategorií využití území, u kterých je překročena míra přijatelného ohrožení. Plochy, které vyjadřují kategorie zranitelnosti území, jsou vyjádřeny ve třech časových aspektech ÚPD: současný stav; návrhové plochy a plochy výhledové. Při vlastním zobrazení jsou uvedené časové aspekty od sebe odlišeny typem výplně a obrysu plochy kategorie zranitelnosti.



Obr. 25 Mapa povodňových rizik

Na mapách povodňového rizika jsou dále zobrazeny tzv. citlivé objekty, kterým je třeba v rámci posuzování míry přijatelného rizika věnovat zvýšenou pozornost. Citlivé objekty jsou objekty se zvýšenou koncentrací obyvatel se specifickými potřebami při evakuaci (školy, nemocnice), objekty infrastruktury zajišťující základní funkce území, potenciální zdroje znečištění, objekty integrovaného záchranného systému a objekty nemovitých kulturních památek. Citlivé objekty jsou znázorňovány pomocí jednoduchých geometrických bodových značek v sytých barvách umístěných v ploše odpovídající kategorii zranitelnosti území. [53]

11.4 Závěry vyvozené z map povodňového nebezpečí a povodňových rizik

Tyto mapy sice nemají právní účinek, jsou však v daných oblastech podstatným podkladovým materiálem pro posouzení rizika a pro návrh opatření k jeho zvládnutí, případně snížení. Povodňové riziko, které vychází z map povodňového ohrožení, je uvedeno v seznamu limitů využití území, který vydal Ústav územního rozvoje jako podklad pro zpracování územně plánovací dokumentace. Mapy povodňového nebezpečí budou využity také při zpřesnění a aktualizaci návrhu záplavových území. [53]

12 POROVNÁNÍ MAP ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ

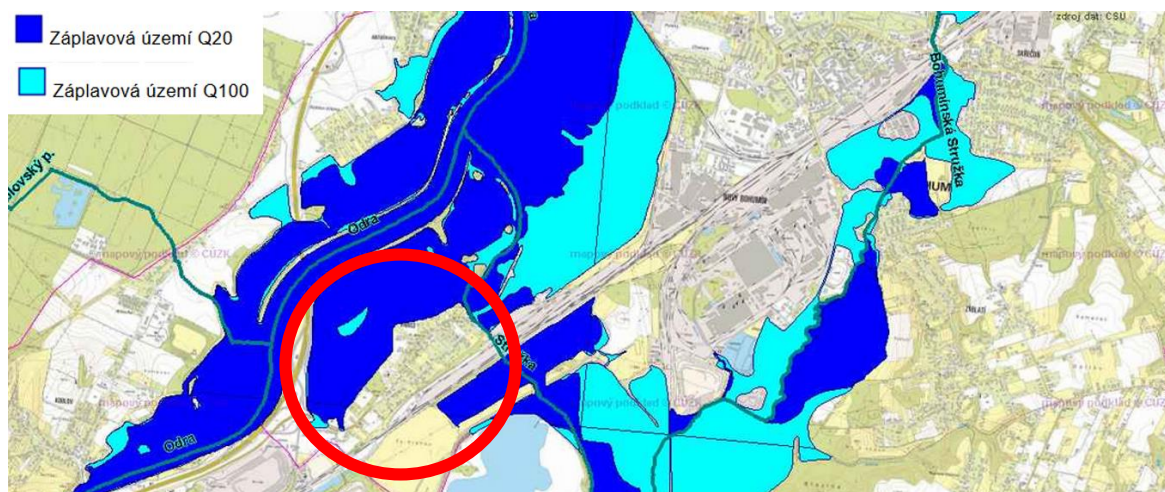
K porovnání jsou použity mapy záplavových území ze třech povodňových modelů. První je mapa z digitální báze vodohospodářských dat, druhá mapa pochází z centrálního datového skladu pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik a třetí z povodňového modelu České asociace pojišťoven.

U prvních dvou map je použito zobrazení záplavových území Q20 a Q100 a při třetí mapě nelze určit o jaké záplavové území se jedná, protože mapa je, oproti dvěma předchozím, velice nepřesná. Z toho důvodu bude mapa porovnána s předchozími až na závěr. DIBAVOD poskytuje data o záplavových územích pěti, dvaceti a stoleté vody. Oproti tomu CDS neposkytuje data záplavových území pětileté vody, ale místo toho zobrazuje záplavová území pětsetleté vody.

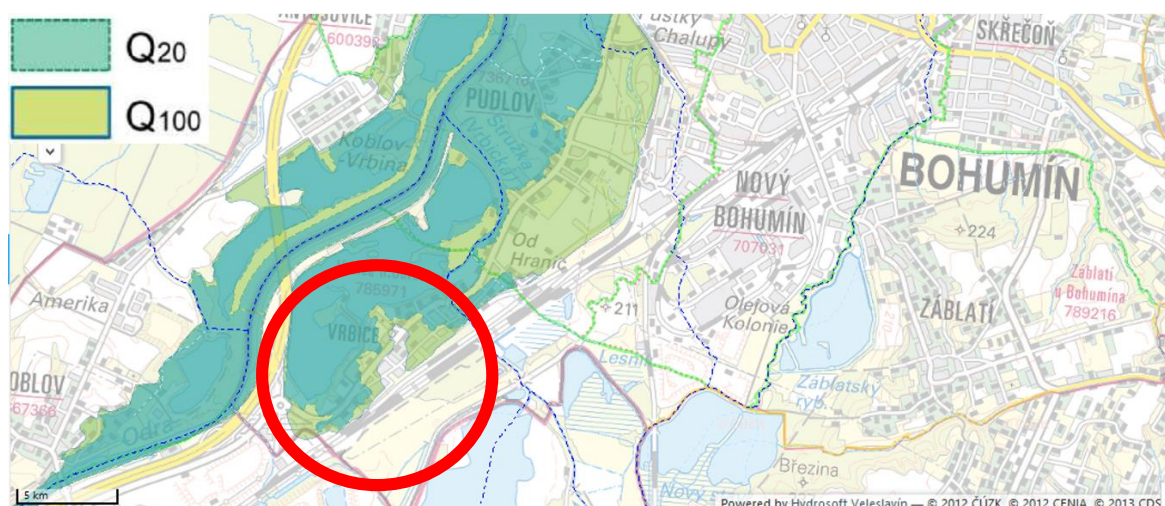
Zatím co u dat z DIBAVOD jsou zobrazovány záplavová území všech toků v modelovaném prostoru. U CDS jsou zobrazovány pouze údaje vztahující se na konkrétní tok. Je to z toho důvodu, že CDS modeluje pouze některé rizikové části toků s vyšší pravděpodobností povodně a je pomůckou digitálního povodňového plánu na kterou se zákon nevztahuje. Data DIBAVOD v zákoně zakotveny jsou, protože tvoří část digitálního povodňového plánu.

Velikým rozdílem je mapový podklad. DIBAVOD používá mapovou vrstvu Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního a CDS používá mapovou vrstvu ze Základní báze geografických dat České republiky. Údaje z obou databází je možné promítnout na ortofoto mapu. Dalším velkým rozdílem v mapovém podkladu je to, že přes záplavové území první mapy nelze vidět mapový podklad a u druhé mapy to možné je. Pro jakékoliv využití těchto map je lepší, když mapový podklad vidět lze.

Rozdíly v přesnosti jsou maximálně v několika málo desítkách metrů. Na obrázcích 26 a 27 je červeným kruhem označena největší odchylka v modelovaném území. Data DIBAVOD byli aktualizováni v roce 2013 a data z CDS na území Bohumína byly dodělány až v listopadu v roce 2015, což může mít za také následek drobnou rozdílnost. Největším zapříčiněním v odlišnosti však je lidský faktor, přesněji nepřesná měření. Mapy z CDS zatím nelze ověřit, protože na daném území od doby vzniku dat zatím povodně nebyli.



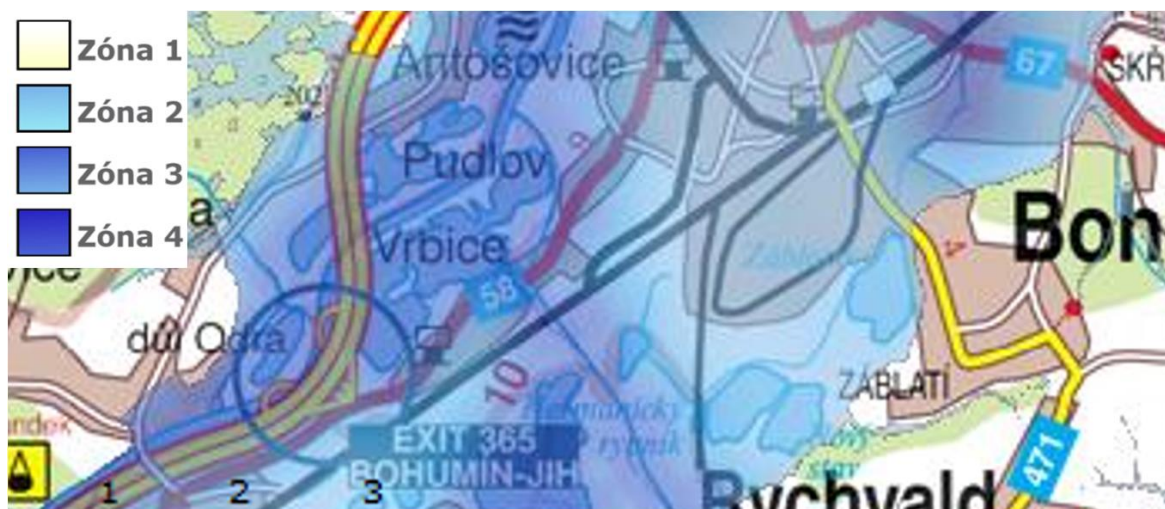
Obr. 26 Záplavová území s dobou opakování 20 a 100 let z DIBAVOD



Obr. 27 Mapa rozlivů s dobou opakování 20 a 100 let z CDS

Povodňová mapa ČAP

Na rozdíl od předchozích map se tato mapa nevyužívá při krizovém řízení, ale k zhodnocení výše pojistného u staveb ohrožených povodněmi. K mapě sice je přiložená legenda se čtyřmi odstíny modré barvy, označující různé zóny rizika povodně, ale v praxi tyto odstíny jdou jen těžko vidět a nejsou od sebe odděleny čarami, což uživateli poskytuje velice nepřesné informace. Na webu ČAP je možné zadat adresu a pomocí povodňového modelu vám obratem zašlou přesnější informace o riziku povodní na daném místě. V příloze č. 3 je zobrazena zpráva o nebezpečí povodně vygenerovaná tímto povodňovým modelem. Velikosti záplavového území na této mapě se neshodují ani nepřibližují žádnému jinému povodňovému modelu. ČAP to vysvětluje tím, že zóny nebezpečí jsou větší z důvodu předcházení rizikům povodní i v místech, kde je to nepravděpodobné, ale možné. Ve výsledku mají tyto povodňové mapy mnoho odpůrců a je na ně kladeno velké množství stížností. Není výjimkou, že podle této mapy se v záplavovém území nacházejí i objekty, které leží na ploše, která nebyla nikdy zaplavena. Důvodem je zisk pojišťoven.



Obr. 28 Povodňová mapa ČAP

13 HODNOCENÍ POVODŇOVÝCH MODELŮ

Povodňové modely patří mezi netechnickou protipovodňovou ochranu využívající jak při prevenci před povodněmi, tak i při samotné povodni.

Jako preventivní ochrana slouží k vytýčení záplavových území, zobrazení důležitých objektů a organizací do mapy potřebných při zvládnání povodní, označení ohrožených objektů a dalších staveb souvisejících s povodněmi. Zobrazují zaplavenou oblast při povodních, což má velký vliv na dopravní infrastrukturu. Proto se pomocí povodňových modelů dají předem určit objízdné trasy, uzavírky či evakuační místa. Výstupy povodňových modelů jsou součástí povodňových plánů.

Při samotné povodni jsou povodňové modely využívány k orientačnímu odhadu velikosti povodně, hodnocení průběhu povodně a předběžnému odhadu škod. Jako součást povodňových plánů obsahují cenné informace pro krizové řízení při záchranných pracích. Lze podle nich vytýčit území s nutnou evakuací nebo určit mosty s nebezpečím ucpání naplaveninami a následným vylitím řeky mimo koryto.

Povodňové modely mají mnoho různých rozdělení, podle toho co modelují, jak to modelují a jaké informace poskytují. Důležitým rozdělením je rozdělení na modely ustálené a neustálené. Ustálené modely počítají ustálené proudění, čili čas při jejich výpočtech nehraje žádnou roli a počítá se pouze kulminace. Jsou používány pro větší území, používají méně vstupních údajů a jsou méně náročné jak pro tvorbu, tak i pro jejich užívání. Oproti modelům neustáleným se využívají častěji. Neustálené povodňové modely dokáží pracovat i se čtvrtým rozměrem, časem. Dokáží vytvořit simulaci stoupání vodní hladiny v jednotlivých časech na předem definovaných profilech. Pro modelování přirozených povodní jsou neustálené modely méně vhodné, protože z hlediska velkého množství údajů mají i malé odchylky v nepřesnosti veliký vliv na výsledek modelu.

Jen podstatnějším rozdělením je tedy na modely pro modelování přirozené povodně a modely k modelaci zvláštní povodně. Jedná o dva různé druhy modelovacích programů. Zatím co při modelování zvláštní povodně je nejpodstatnější vstupní údaj týkající se množství vody v nádrži poměrně přesný, u přirozených povodní lze množství srážek jen předpovídat. Stejně tak i jiné údaje bývají odlišné a hlavně charakter povodně je jiný. Třetím článkem rozdělení tohoto typu je model k modelaci záplav v pobřežních oblastech. Moře má úplně odlišné vlastnosti než řeka. Modelují se přílivy, odlivy a především vliv bouří a pohyb tektonických desek, na výšky záplavových vln narážejících na pobřeží. Součástí některých modelovacích

programů je více verzí, a každá je speciálně vytvořena na jeden druh povodní. Takže je možné s pomocí jednoho programu vymodelovat veškeré druhy povodní.

Dalším rozdělením je podle množství informací, které nám model poskytuje. Souvisí to také s tím, v kolika rozměrech jsou výstupy prezentovány. V 1D modelu můžeme výsledky vyjádřit pouze graficky a tabulkou. Ve dvourozměrném modelu už je možné zakreslit zaplavené, popřípadě ohrožené území povodní, ovšem bez toho, abychom znali přesné rozměry okolního terénu nebo výšku hladiny nad úrovní terénu. S tím, kolik informací nám model je schopen poskytnout, souvisí především rok vzniku, práce na jeho zdokonalování a také cena.

Cena programů k mode povodní se pohybuje v rozmezí mezi deseti tisíci až jedním milionem. Tyto programy si pořizují armády různých zemí a mnohdy, tak jako i v ČR, mají své vlastní. Nejčastěji však povodňové modely používají správci toků, u nás státní podniky jednotlivých povodí, dále katastrální úřady, pro vymezení území, ve kterém není možné stavět a v neposlední řadě také HZS a úřady související s ochranou před povodněmi.

Účelem veškerých druhů povodňových modelů je poukázat na nedostatky preventivních opatření týkajících se ochrany před povodněmi, včasné odhadnutí rozsahu a průběhu povodní a tím snížení všech druhů škod. Uspořádat veškeré informace, které se dají zapsat do map, grafů a tabulek tak, aby jejich uspořádání bylo přehledné, srozumitelné a dobře použitelné v případě povodně.

13.1 SWOT analýza

SWOT analýza se obvykle používá k přípravě marketingových plánů podniků, ale lze ji využít i v jiných sférách objasnění předností a nedostatků různých celků. Zde je použita k analýze použití povodňových modelů.

Tab. 5 SWOT analýza použití povodňových modelů

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Znalost terénu • Znalost vstupních údajů • Rychlé zpracování údajů • Provázanost systémů 	<ul style="list-style-type: none"> • Nepřesné měření • Zkreslení reality • Nedostatečná obnova dat
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Zdokonalování IT • Prevence • Zdokonalení krizového plánu 	<ul style="list-style-type: none"> • Odlišnost modelu s realitou • Neodborné posouzení modelu

Používání povodňových modelů u větších toků je v dnešní době už samozřejmostí, přináší to mnoho důležitých poznatků k lepšímu zvládnutí povodní. Technologie jsou stále vpřed a s nimi i programy vyvíjející povodňové modely. Avšak ještě stále je co zlepšovat a největší hrozbou je příroda samotná, která se nikdy nedá vymodelovat s absolutní přesností.

Silné stránky

Mezi silné stránky povodňových modelů patří především informace o dané lokalitě, ve které je model aplikován. Ať už jde o informace o terénu, nebo popis polohy jednotlivých bodů souvisejících s ochranou před povodněmi. Dalším pozitivem těchto modelů je také úspora času z důvodu rychlých výstupů a provázanost modelů s hláskými a varovnými systémy.

Slabé stránky

Podstatnou vlastností modelu je zjednodušování, zkreslení, což může mít za následek nepřesné výsledky. Dalším negativem jsou měření, které nebývají vždy přesné a hlavně prostředí se stále mění a není možno provádět dostatečný počet měření k obnově dat.

Příležitosti

Tím, že se informační technologie stále zdokonalují, má to vliv na veškeré programy a aplikace s nimi související. Programy k vytváření povodňových modelů nejsou výjimkou a přesnost vstupních dat se stále zpřesňuje. Při stavu, kdy modelované území není ohroženo povodní, slouží modely k vytvoření preventivních opatření k lepší připravenosti na povodně. Výstupy se pak stávají součástí povodňových plánů a jsou využívány při zvládnutí povodní.

Hrozby

Největší hrozbou je to, že příroda je nevyzpytatelná, tudíž se reálná povodeň může lišit od modelu. V terénu se také vyskytuje mnoho různých příčin změny oproti modelu, které se vymodelovat ani nedají. Další podstatnou hrozbou je pak lidský faktor. Neodborné posouzení vyhodnocení modelu při mimořádné události může značně zkomplikovat záchranné práce.

ZÁVĚR

K efektivnímu krizovému řízení v době povodně, její prevenci i likvidačních pracích neodmyslitelně patří i povodňové modely. Jsou důležitou součástí k řešení problematiky vodo-
hospodářské správy, řešení mimořádných či krizových situací, pojišťovnictví, územního plá-
nování a dalších příbuzných oborů. Spolu s povodněmi přicházejí různé hrozby s odlišnou
mírou rizika. Povodňové modely dokáží odhadnout míru rizika, chování vody, čas kulmi-
nace a mnoho dalších, cenných informací. Programů k modelaci je celá řada, je jen na uži-
vateli, jaké konkrétní a jak přesné informace potřebuje získat.

V teoretické části práce je popis možných druhů povodní, jejich měření i předpovídání. Také
je splněn cíl seznámení se s ochranou před povodněmi a modelací jak povodní tak vytváření
modelů obecně. Na konci první části je kapitola popisující sedm programů k vytváření po-
vodňových modelů nejčastěji používaných na území ČR a popis databází dat z povodňových
modelů.

Praktická část se zabývá informacemi, které lze získat z povodňových modelů a jejich apli-
kaci na území částí města Bohumína, které bývají povodněmi často postiženy. Modelované
území je zde podrobně popsáno a vybráno bylo z toho důvodu, že modelovaný úsek je s nízkým
převýšením, čili voda při povodních dosahuje velkého rozlivu a při prezentaci výsledků
modelů jsou jednotlivé informace dobře viditelné a přehledné. Na území jsou aplikovány
jednotlivé mapové vrstvy zobrazující záplavová území různých n-letých průtoků, ohrožená
infrastruktura, evakuační místa, ohrožené objekty a mnoho dalších informací, které jsou sou-
částí povodňového plánu a jsou důležité při krizovém řízení. Dále jsou navzájem porovnány
data ze tří databází dat z povodňových modelů. Jsou zobrazeny, popsány a vysvětleny jejich
odlišnosti. Závěrem kapitoly je zhodnocení povodňových modelů jako celku, jejich využití
v krizovém řízení a je provedena SWOT analýza na používání povodňových modelů.

Povodňové modely se spolu se zdokonalováním informačních technologií budou stále vy-
lepšovat. I přesto je nemožné vymodelovat úplně přesný průběh povodně. Příroda je totiž
nevyzpytatelná a nedá se řídit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2001, částka 98. Dostupné na: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>> [cit. 2015-04-01]. ISSN 1211-1244
- [2] *Říční povodně* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://www.velka-woda.unas.cz/charakteristika.htm>
- [3] *Přirozená povodeň* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://kralovehradecky.dppcr.cz/web_574350/b_druhy_prirozene.htm
- [4] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.
- [5] BRÁZDIL, Rudolf. *Historické a současné povodně v České republice*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2005. Dějiny počasí a podnebí v českých zemích, sv. 7. ISBN 80-210-3864-0.
- [6] *Opatření k ochraně před povodněmi* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <https://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/dokumenty/opatreninew.htm>
- [7] *Zvláštní povodně* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://www.pod.cz/povodnovy_plan/PP-A6/PP-A6-3.htm
- [8] KONVIČKA, Miloš. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002. ISBN 80-86517-38-1.
- [9] ČAMROVÁ, Lenka a Jiřina JÍLKOVÁ. *Povodňové škody a nástroje k jejich snížení*. Vyd. 1. Praha: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP) Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. ISBN 80-86684-35-0.
- [10] *Protipovodňová opatření: Možnosti financování* [online]. Praha, 2011 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: http://k126.fsv.cvut.cz/predmety/d26euf/euf_ukazka-4.pdf
- [11] *Protipovodňová opatření* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.cs-povodne.eu/Protipovodnova-ochrana-a-povodne/Protipovodnova-opatreni>

- [12] *Ochrana před povodněmi v rámci umísťování staveb* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.mmr.cz/getmedia/f9eca601-3b44-4267-93da-1d00101667bd/Ochrana-pred-povodnemi-v-ramci-umistovani-staveb-14-11-2013.pdf%20on%2010/11/2014>
- [13] SENE, Kevin. *Flood warning, forecasting and emergency response*. New York: Springer, 2008. ISBN 9783540778523.
- [14] KUBÁT, J. Problematika v předpovědní a hlásné povodňové službě. In *Počasí: Krizové situace způsobené přírodními vlivy*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002. 175 s. ISBN 80-7212-189-8.
- [15] *Žijeme v záplavovém území. Člověk v tísní* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <https://www.clovekvtsni.cz/uploads/file/1443612399-brozura%20zijeme%20v%20zaplavovem%20uzemi%20pro%20mail.pdf>
- [16] OBRUSNÍK, I. Úloha Českého hydrometeorologického ústavu v krizových situacích způsobených především přírodními vlivy. In *Počasí: Krizové situace způsobené přírodními vlivy*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002. 326 s. ISBN 80-7212-189-8
- [17] *Stupně povodňové aktivity* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://www.ochranaobyvatel.cz/codelat-info/files/files_prispevky/file_1387444533.pdf
- [18] *Hlásné profily* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://gis.kr-stredocesky.cz/webmap/pov_plan/Plan/html_cz020/b_ohrozeni_hp.htm
- [19] *Hlásné profily* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://www.aqp-dpp.cz/svhv/text/dPP_SPA.pdf
- [20] *Modelování a vizualizace* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=6520
- [21] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy: principy a praxe*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 1998, xiv, 424 s. CAD & GIS. ISBN 80-7226-091-X.
- [22] *BTM group* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://www.bmtwbm.com/markets/water-and-environment/flood-modelling-and-management/hydrology-and-flood-modelling/>

- [23] *Integrated flood modeling* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-flood/integrated-flood-modelling>
- [24] *Portál hlavního města Prahy* [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/zivot_v_praze/bezpecnost/model_ukazuje_ohrozena_mista_pri_povodni.html
- [25] *Přehled dostupných programů pro modelování povodní* [online]. 2015 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/18797/mod_resource/content/2/P%C5%99ehled%20program%C5%AF%20pro%20mod.povodn%C3%AD.pdf
- [26] *Hydrocheck* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.hydrosoft.cz/produkty/hydrocheck/>
- [27] *Hydrog* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/pov06/pdf/c52.pdf>
- [28] *Povodňové mapy* [online]. 2011 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2011/08/povodnove-mapy-na-webu-cap>
- [29] *Povodňový plán* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.cs-povodne.eu/Digitalni-povodnovy-plan>
- [30] *DIBAVOD* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/>
- [31] *Povodňový informační systém* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.povis.cz/html/>
- [32] *CDS* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://cds.chmi.cz/?lang=cs>
- [33] *Závěrečné práce - metodika* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>
- [34] *Charakteristika oblasti povodí Odry* [online]. Ostrava [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.pod.cz/atlas_toku/vseobecna-cast.html
- [35] *Základní informace* [online]. Ostrava [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/stranka/poskytovani-informaci.html>
- [36] *Odra* [online]. Ostrava [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.pod.cz/atlas_toku/odra.html
- [37] *Město Bohumín* [online]. Bohumín [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/o-meste/mesto-bohumin/>

- [38] *Hraniční meandry Odry* [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.meandryodry.wz.cz/foto-2015-01-04.htm>
- [39] *Od katastrofální povodně v Bohumíně uplyne deset let* [online]. Bohumín, 2007 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/zpravodajstvi/tiskove-zpravy/2953-od-katastrofalni-povodne-v-bohumine-uplyne-deset-let.html>
- [40] SPRATKOVÁ, Barbora. *Povodně v Bohumíně*. Ostrava, 2012. bakalářská práce (Bc.). OSTRAVSKÁ UNIVERZITA V OSTRAVĚ. Přírodovědecká fakulta
- [41] *Bohumín, povodně 2010* [online]. Bohumín, 2010 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/zpravodajstvi/videoarchiv/1174-bohumin-povodne-2010.html>
- [42] Macura, Lumír. *Zpráva o hodnocení krizové situace a přijatých opatření*. Bohumín, 31. 8. 2010
- [43] *Povodňový plán: Praha* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://praha1.cz/cps/odbory-a-oddeleni-5815.html>
- [44] *Záplavová území* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/zaplavova-uzemi>
- [45] *Podklady pro rozbor udržitelného rozvoje území: Bohumín* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: https://www.mesto-bohumin.cz/data/uzemni_plan/uap_2014_bohumin_podklady_ruru.pdf
- [46] *Ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/povodne-pdf.aspx
- [47] *Plán spojení na důležité organizace* [online]. 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: http://dpporp.hzsmsk.cz/orpost_organizace-povodnove-sluzby/
- [48] *Charakteristika ohrožených objektů* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: http://dpporp.hzsmsk.cz/vit_charakteristika-ohrozenych-objektu/
- [49] *Protipovodňová ochrana* [online]. Bohumín [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/o-meste/krizove-rizeni/2968-protipovodnova-ochrana.html>
- [50] *Hlavní zdroje znečištění vody* [online]. Ostrava [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/stranka/hlavni-zdroje-znecisteni-vody.html>

- [51] *Evakuace* [online]. Bohumín, 2010 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/zpravodajstvi/videoarchiv/1177-evakuace-nemocnice-ve-starem-bohumine.html>
- [52] *Katastrofální povodeň* [online]. Bohumín, 2007 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz/cz/zpravodajstvi/tiskove-zpravy/2953-od-katastrofalni-povodne-v-bohumine-uplyne-deset-let.html>
- [53] *Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Odry* [online]. 2015 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: http://www.povis.cz/pdf/PZPR_odra.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CAD	Computer-aided design (počítačem podporované projektování)
ČAP	Česká asociace pojišťoven
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DPZ	Dálkový průzkum země
FEMA	Federal Emergency Management Agency (federální agentura pro zvládání krize)
GIS	Geografické informační systémy
GIT	Geografické informační technologie
HPPS	Hlásná a předpovědní povodňová služba
NFIP	National Flood Insurance Program (národní povodňový pojistný program)
ORP	Obec z rozšířenou působností
OsVPR	Oblasti s významným povodňovým rizikem
PK	Povodňová komise
PP	Povodňový plán
SPA	Stupeň povodňové aktivity
TBD	Technickobezpečnostní dohled
ÚPD	Územně plánovací dokumentace
VD	Vodní dílo
ZABAGED	Základní báze geografických dat
2D	Dvojměrné
3D	Trojměrné

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Převedení glóbusu na dvou rozměrný model v podobě mapy.

Obr. 2 Zaměřené body k vytvoření příčných profilů

Obr. 3 Princip schematizace povodí modelem HYDROG

Obr. 4 Mapa záplavového území

Obr. 5 Digitální model terénu

Obr. 6 3D model zaplaveného území v programu Vlna 2.1

Obr. 7 2D model zaplaveného území v programu Vlna 2.1

Obr. 8 Zobrazení výsledků modelu MIKE FLOOD v GIS

Obr. 9 Ukázka pracovní plochy programu MIKE FLOOD

Obr. 10 Ukázka programu HEC-RAS

Obr. 11 Srovnání výsledků z více analýz v programu BOS DAMBRK

Obr. 12 Říční síť ORP Bohumína

Obr. 13 Porovnání zaplaveného území na modelovaném území v letech 1997 a 2010

Obr. 14 Záplavová území s dobou opakování 5, 20 a 100 let

Obr. 15 Dopravní omezení při povodních

Obr. 16 Důležité organizace

Obr. 17 Umístění a rozdělení ohrožených objektů podle účelu

Obr. 18 Protipovodňová ochrana

Obr. 19 Integrovaný registr znečištění a staré ekologické zátěže

Obr. 20 Zaznačení evakuačních míst

Obr. 21 Mapa rozlivů s dobou opakování 20, 100 a 500 let.

Obr. 22 Mapa hloubek s dobou opakování 100 let.

Obr. 23 Mapa rychlostí pro povodňový scénář s dobou opakování 100 let – výstup z 2D hydraulického modelu

Obr. 24 Mapa povodňového ohrožení

Obr. 25 Mapa povodňových rizik

Obr. 26 Záplavová území s dobou opakování 20 a 100 let z DIBAVOD

Obr. 27 Mapa rozlivů s dobou opakování 20 a 100 let z CDS

Obr. 28 Povodňová mapa ČAP

Obr. 29 Evidenční list hlásného profilu

Obr. 30 Úseky vodních toků definující oblasti s významnými povodňovými riziky v povodí Horní Odry

Obr. 31 Zpráva o nebezpečí povodně vygenerovaná modelem ČAP

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Denní srážkové úhrny v době povodní 2010

Tabulka 2 Délka trvání SPA na území Bohumína

Tabulka 3 Kategorie ohrožení a doporučená pravidla pro využití území

Tabulka 4 Přijatelné ohrožení pro jednotlivé kategorie funkčního využití území

Tabulka 5 SWOT analýza použití povodňových modelů

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: Evidenční list hlásného profilu

PŘÍLOHA P II: Úseky vodních toků definující oblasti s významnými povodňovými riziky

PŘÍLOHA P III: Zpráva o nebezpečí povodně

PŘÍLOHA P I: EVIDENČNÍ LIST HLÁSNÉHO PROFILU

Evidenční list hlásného profilu č.288						
Stanice kategorie : A						
Tok:	Odra		Stanice:	Bohumín		
Kraj:	Moravskoslezský kraj		ORP:	Bohumín		
Provozovatel stanice:		ČHMÚ Ostrava		Předpovědní profil ČHMÚ PP*		
Centrum automatického sběru dat:		RPP ČHMÚ Ostrava, VHD Povodí Odry Ostrava				
Staničení:	3,32	[km]	Číslo hydrologického pořadí:	2-03-02-0110		
Plocha povodí:	4663,77	[km ²]	Zeměpisné souřadnice:	181944 v.d. 495513 s.š.		
Nula vodočtu:	193,79	[m.n.m.]	Procento plochy povodí toku:	80,0		
Stupně povodňové aktivity:		[cm]		[m ³ .s ⁻¹]	Platnost SPA pro úsek toku:	
bdělost	400		315		Kritické místo:	
pohotovost	500		500			
ohrožení	600		847			
Průměrný roční stav:	149	[cm]	N-leté průtoky:	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀
Průměrný roční průtok:	41,6	[m ³ .s ⁻¹]		336	738	950
					1520	1810
Odesílatel zpráv:	Četnost hlášení SPA:				I.	
					II.	
					III.	
Odesílatel podá zprávu:	Spojení na adresáta:		Příjemce dále vyzoomí:			
Nejvyšší zaznamenané vodní stavy:			Mapa v měřítku 1:50 000 :			
[cm]	V. - XI.	[cm]	XII. - IV.			
660	08.07.1997	452	29.03.2006			
655	17.05.2010	436	08.03.2009			
578	09.08.1985	375	16.03.1937			
556	27.07.1939	371	27.02.2010			
539	26.07.1966	360	14.03.1940			
530	22.08.1972	351	18.04.1994			
520	26.07.1960	349	23.02.1977			
515	02.06.2010	337	13.03.1963			
Popis umístění profilu :						
288			[Generováno : 24.02.2018]			

Obr. 29 Evidenční list hlásného profilu

PŘÍLOHA P II: ÚSEKY VODNÍCH TOKŮ DEFINUJÍCÍ OBLASTI S VÝZNAMNÝMI POVODŇOVÝMI RIZIKY



Obr. 30 Úseky vodních toků definující oblasti s významnými povodňovými riziky v povodí Horní Odry

PŘÍLOHA P III: ZPRÁVA O NEBEZPEČÍ POVODNĚ



Zpráva o nebezpečí povodně



Adresa

Kraj: Moravskoslezský kraj
Okres: Karviná
Obec - část obce: Bohumín - Pudlov

Ulice, ž.p./ž.o.: Ostravská 29
PSČ: 73551

Riziková zóna pro vybranou adresu

Zóna 2

zóna s nízkým nebezpečím výskytu povodně/záplavy.

Doplňující informace

Souřadnice S-JTSK: X: -466549 Y: -1095296

Souřadnice GPS: N: 49°53'41,23" E: 18°19'52,85"





Kód adresy: 18810705 (dle registru RÚIAN)

Přesnost: adresa byla zaměřena s přesností na stavební objekt



Vysvětlivky pojmů

Na základě vyhodnocení všech aspektů jsou definovány 4 tarifní povodňové zóny podle míry nebezpečí výskytu povodní:

-  Zóna 1 – zóna se zanedbatelným nebezpečím výskytu povodně/záplavy.
-  Zóna 2 – zóna s nízkým nebezpečím výskytu povodně/záplavy.
-  Zóna 3 – zóna se středním nebezpečím výskytu povodně/záplavy.
-  Zóna 4 – zóna s vysokým nebezpečím výskytu povodně/záplavy.

Souřadnice S-JTSK (Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální) - geodetický souřadnicový systém používaný v ČR

Kód adresy - předává kód adresního místa dle registru RÚIAN

Poskytovatel služby: Intermap Technologies, s.r.o. Více informací na www.intermap.cz.

INTERMAP

Tento materiál a informace obsažené v něm jsou poskytnuty pouze jako referenční materiál. Informace jsou poskytnuty pouze pro účely vyhodnocení povodňových rizik a nejsou určeny k využití pro jiné účely. Copyright © Intermap - žádná práva nejsou vyhrazena.

Obr. 31 Zpráva o nebezpečí povodně vygenerovaná modelem ČAP