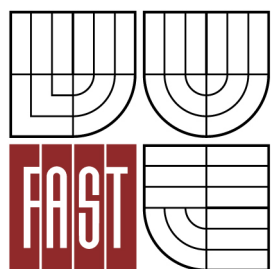




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**  
**INSTITUTE OF WATER STRUCTURES**

# **RIZIKOVÁ ANALÝZA NA VYBRANÉ LOKALITĚ TOKU**

RISK FLOOD ANALYSIS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

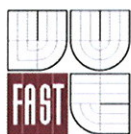
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Ivana Marková

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. DAVID DUCHAN

BRNO 2012



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby  
**Pracoviště** Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Ivana Marková  
**Název** Riziková analýza na vybrané lokalitě toku  
**Vedoucí bakalářské práce** Ing. David Duchan  
**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2011  
**Datum odevzdání bakalářské práce** 25. 5. 2012  
V Brně dne 30. 11. 2011

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu



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

### **Podklady a literatura**

ES 2007. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES ze dne 23. října o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik.

MŽP ČR 2009. Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. VÚV T.G. Masaryka v.v.i, Brno. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.

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

Výsledky hydraulických výpočtů proudění vody v záplavovém území zvolené lokality.

### **Zásady pro vypracování**

Cílem práce je na vybrané lokalitě toku zpracovat na základě dostupných podkladů mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a rizik v souladu se směrnicí 2007/60/ES a metodikou (MŽP ČR 2009).

### **Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

Průvodní zpráva

Mapy povodňového nebezpečí

Mapy ohrožení

Mapy rizik



Ing. David Duchan  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá zpracováním map povodňového nebezpečí, ohrožení a rizika na základě dostupných podkladů v souladu se směrnicí 2007/60/ES a metodikou MŽP ČR 2011 na vybraném toku Kyjovka v kilometru 49,156 až 54,698.

## **Klíčová slova**

povodeň, nebezpečí, ohrožení, riziko, geografický informační systém (GIS)

## **Abstract**

This thesis deals with the processing maps of flood hazards, threats and risks based on available data in accordance with Directive 2007/60/EC and the methodology of the Ministry of Environment 2011 on the selected flow Kyjovka at kilometer 49,156 to 54,698.

## **Keywords**

flood, danger, threat, risk, geographic information system (GIS)

### **Bibliografická citace VŠKP**

MARKOVÁ, Ivana. *Riziková analýza na vybrané lokalitě toku*. Brno, 2012. 44s., 8 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb.  
Vedoucí práce Ing. David Duchan.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 25.5.2012

.....

podpis autora

**Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Davidu Duchanovi, vedoucímu práce, za odborné vedení, připomínky, informace a pomoc při řešení problémů v průběhu zpracování práce. Také své rodině a blízkým, za podporu, která se mi dostávala po celou dobu mého studia.

## 1. Obsah

<b>2. Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Cíl .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Terminologie .....</b>	<b>6</b>
4.1 Seznam pojmů .....	6
4.2 Seznam symbolů.....	7
<b>5. Riziková analýza .....</b>	<b>8</b>
5.1 Kvantifikace povodňového nebezpečí.....	8
5.2 Stanovení povodňového ohrožení .....	9
5.3 Stanovení povodňového rizika .....	12
<b>6. Riziková analýza vybraného toku .....</b>	<b>14</b>
6.1 Popis řeky Kyjovka .....	14
6.2 Popis zájmového území.....	15
6.3 Vstupní podklady .....	16
6.3.1 Hydraulické .....	16
6.3.2 Hydrologické.....	16
6.3.3 Mapové podklady.....	17
6.4 Fotodokumentace území.....	18
6.5 Použitý software .....	24
6.6 Samostatné řešení v ArcGIS.....	25
6.6.1 Mapové podklady.....	25
6.6.2 Hydraulických podklady .....	26
6.6.3 Mapy nebezpečí .....	30

6.6.4	Mapy ohrožení .....	30
6.6.5	Mapy rizika .....	33
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>Seznam použité a doporučené literatury .....</b>	<b>39</b>
<b>9.</b>	<b>Internetové zdroje.....</b>	<b>40</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam použitých obrázků .....</b>	<b>40</b>
<b>11.</b>	<b>Seznam použitých tabulek .....</b>	<b>43</b>
<b>12.</b>	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>44</b>

## 2. Úvod

Povodně jsou tématem minulým, dnešním i budoucím. Je to přírodní živel, kterému nelze zabránit. Povodeň, dle Zákona 254/2001 Sb. § 64 [9], je přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných 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. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodních děl, které mohou vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).

Povodně, které Českou republiku zasáhly v letech 1997 a 2002 jsou stále utkvěny v myslích obyvatelstva. Stále častější lidské činnosti, jako jsou rozšiřování osídlených a hospodářsky využívaných ploch a snižování schopnosti půdy zadržovat vodu pro využití území, přispívají ke zvyšování pravděpodobnosti výskytu povodní. Je žádoucí omezit nepříznivé účinky spojené s povodněmi a to na životní prostředí, kulturní dědictví a lidské zdraví či dokonce život. Proto se stále více lidí zajímá o tuto problematiku a její následné řešení. A právě riziková analýza se stala nedílnou součástí řešení problematiky povodní.

Proto dne 23. října 2007 vznikla povodňová směrnice evropského parlamentu a rady 2007/60ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik [8]. Tato směrnice ukládá členským státům s pevnými časovými termíny povinnost postupně na jejich území vyhodnotit povodňové nebezpečí, riziko a tato vyhodnocení zpracovat do daného termínu.

Termíny zpracování těchto dokumentů jsou v povodňové směrnici stanoveny následně:

- do 22.12.2011 dokončit předběžné vyhodnocení povodňových rizik,
- do 22.12.2013 zajistit dokončení map povodňového vyhodnocení povodňových rizik,
- do 22.12.2015 zajistit dokončení a zveřejnění plánů pro zvládnutí povodňových rizik.

Tato směrnice tedy udává pouze termíny pro toto vyhodnocení nikoli metodiku. Pro toto vyhodnocování jsem použila tzv. matici rizika dle metodiky pro tvorbu map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.[3]

Metoda rizikové matice pochází původem ze Švýcarska. V dnešní době je již poměrně rozšířena. V České republice byla aplikována na celé řadě lokalit. Jedná se především o významné úseky toků Labe, Svitavy, Svratky, Jihlavy a Dyje. Vyhodnocení jarní povodně z roku 2006 prokázalo, že metoda je vhodná pro stanovení povodňového ohrožení a rizika i na území České republiky.[3], [5]

### 3. Cíl

Cílem mé bakalářské práce je zpracovat na základě dostupných podkladů mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a rizik v souladu se směrnicí 2007/60/ES [8] a metodikou Ministerstva Životního Prostředí České Republiky 2012 [3] na vybraném toku Kyjovka v kilometru 49,872 až 54,963.

Výsledkem mé práce bude vyhotovení technické zprávy a mapových příloh.

Technická zpráva obsahuje:

- metodu řešení,
- fotodokumentaci,
- vlastní řešení.

Mezi mapové přílohy patří:

- situace širších vztahů,
- situace zájmového území,
- mapy nebezpečí
- mapu ohrožení,
- mapu rizika.

Vyhodnocování bude prováděno v N-letých průtocích  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ .

## 4. Terminologie

Tyto terminologické pojmy byly převzaty z [3].

### 4.1 Seznam pojmů

<i>Expozice</i>	je stav, kdy jsou objekty v inundačním území (osoby, majetek, příroda, krajina) vystaveny fyzickému působení povodňového nebezpečí. Expozici lze kvantifikovat z hlediska časového (doba působení povodňového nebezpečí) a prostorového (plošný rozsah zaplavené plochy, množství zaplavených objektů apod.).
<i>Intenzita povodně</i>	je veličina vyjadřující povodňové nebezpečí. Je funkcí charakteristik průběhu povodně – hloubky a rychlosti proudění vody.
<i>Maximální přijatelné riziko</i>	je hodnota rizika stanovená pro jednotlivé kategorie funkčního využití ploch, která je pro tyto plochy akceptovatelná.
<i>Povodňové nebezpečí</i>	je stav s potenciálem způsobit nežádoucí následky (povodňové škody) v záplavovém území. Povodňové nebezpečí lze definovat jako „hrozbu“ událostí (povodně), která vyvolá např. ztráty na lidských životech, škody na majetku, přírodě a krajině.
<i>Povodňové ohrožení</i>	je vyjádřeno jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu (povodně) a nebezpečí. Ohrožení není vázáno na konkrétní objekty v záplavovém území. V rámci metody matice rizika je povodňové ohrožení vyjádřeno jako funkce pravděpodobnosti výskytu daného povodňového scénáře a tzv. intenzity povodně.

<i>Povodňové riziko</i>	je vyjádřeno nejčastěji jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího hydrologického jevu (povodně) a odpovídajících potenciálních povodňových škod. Vzniká v důsledku spřažení povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice.
<i>Rastr</i>	je datová struktura založená na buňkách uspořádaných do řádků a sloupců, kde hodnota každé buňky reprezentuje hodnotu jevu.

## 4.2 Seznam symbolů

$IP$ intenzita povodně	[-]
$h$ hloubka	[m]
$v$ rychlost	[m/s]
$Q$ průtok	[m <sup>3</sup> /s]
$R_i$ ohrožení	[-]
$p_i$ pravděpodobnost překročení	[-]
$N$ doba opakování povodně v rocích	[roky]
$n$ počet hodnocených scénářů povodňového nebezpečí	[-]

## 5. Riziková analýza

V současnosti se v rámci rizikové analýzy věnujeme záplavám s dobou opakování 5, 20, 100 a 500 let na úsecích významných vodních toků. Pro hodnocení povodňového rizika je používána tzv. matice rizika. Tato metoda je považována za jeden z nejjednodušších postupů pro hodnocení případného ohrožení a rizika v záplavových územích. Postup nevyžaduje kvantitativní odhad škod vzniklých vyběžením vody z koryta, ale vyjadřuje povodňové riziko s pomocí barevného označení.

Postup metody je stanoven ve třech krocích:

- kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně  $IP$ ,
- stanovení povodňového ohrožení pomocí matice rizika,
- stanovení ploch se zvýšeným rizikem s využitím údajů o využití území.

Tento text byl převzat [3], [5].

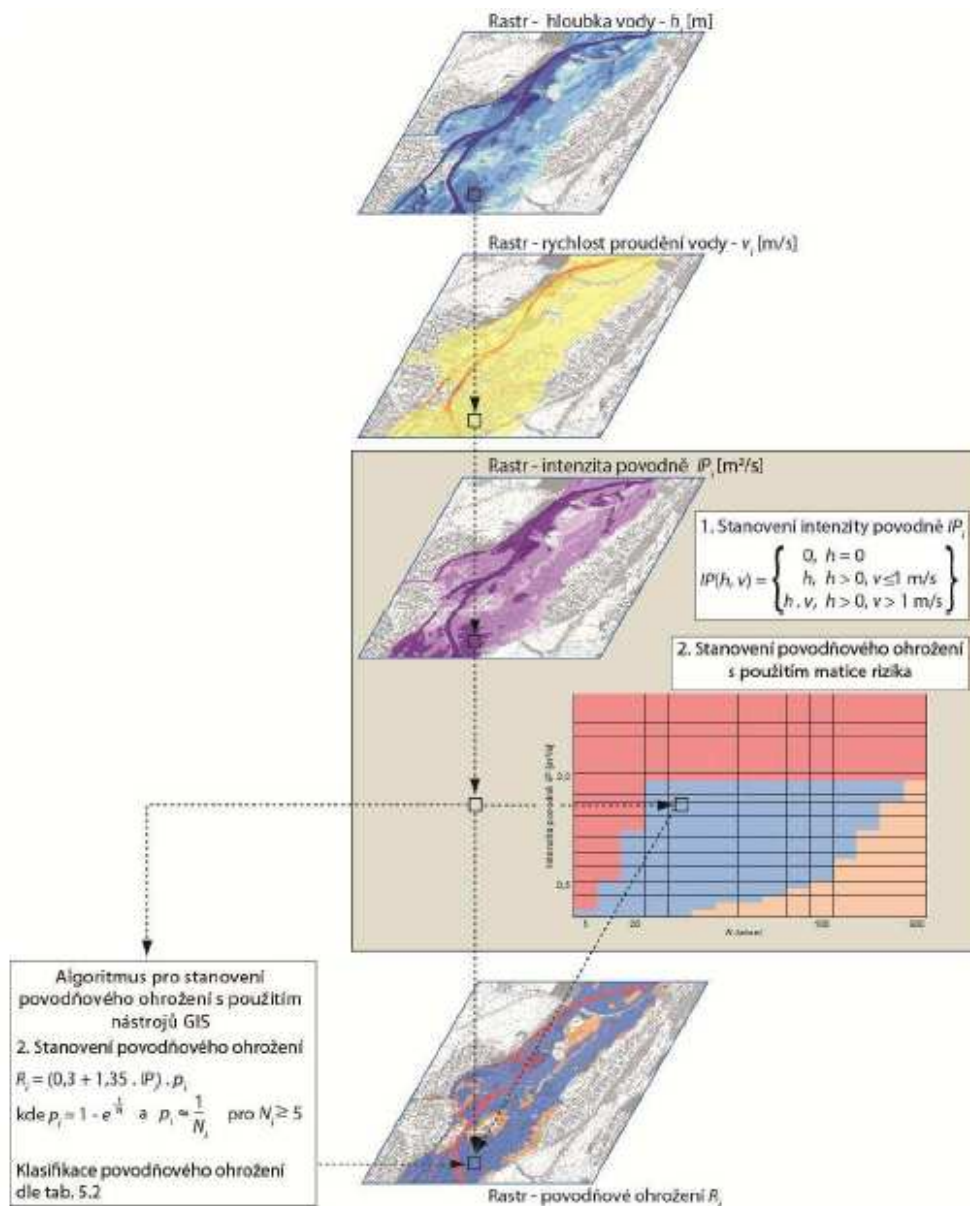
### 5.1 Kvantifikace povodňového nebezpečí

Intenzita povodně  $IP$  je zde chápána jako měřítko ničivosti povodně a je definována jako funkce hloubky  $h$  [m] a rychlosti vody  $v$  [m/s].[3]

Stanovení intenzity povodně je vyjádřeno následujícími vztahy:

$$IP = \begin{cases} 0 & h = 0[m] \\ h & h > 0[m], v \leq 1[m/s] \\ h \times v & v > 1 [m/s] \end{cases} \quad (5.1)$$

Intenzita povodně  $IP$  je zde vypočtena s využitím vstupních údajů jako jsou hodnoty hloubek a rychlosti vody pro dané N-leté průtoky ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ ), nebo tzv. scénáře povodňového nebezpečí v záplavovém území. Po načtení vstupních dat do geografického informačního systému (GIS) s nimi lze provést početní operace dle vztahu (5.1). Tento výpočet opakujeme pro všechny scénáře povodňového nebezpečí. Graficky je tento postup znázorněn na (*Obr. 5.1*) včetně následujících kroků.



Obr. 5.1 Schéma postupu metod matice rizika pro daný scénář nebezpečí [3]

## 5.2 Stanovení povodňového ohrožení

Ohrožení  $R_i$  při  $i$ -tém povodňovém scénáři je v místě záplavového území vyjádřeno jako funkce pravděpodobnosti  $p_i$  výskytu daného  $i$ -tého scénáře a intenzity povodně  $IP$ .

Ohrožení lze vypočítat pomocí vztahu:

$$R_i = (0,3 + 1,35 \times IP_i) \times p_i \quad (5.2)$$

kde  $p_i$ :

$$p_i = 1 - e^{-\frac{1}{N}}$$

resp. :

$$p_i = \frac{1}{N_i} \quad \text{pro cca } N \geq 5 \quad (5.3)$$

kde  $N$  je doba opakování.

Ohrožení vyjádřené vztahem (5.2) je pro  $i$ -tý povodňový scénář možno také graficky stanovit dle tabulky (Obr. 5.2).

IP	R															ZBYTKOVÉ OHROŽENÍ
3,1	0,8970	0,4485	0,2243	0,1495	0,1121	0,0897	0,0748	0,0641	0,0561	0,0498	0,0449	0,0299	0,0224	0,0179	0,0150	
3,0	0,8700	0,4350	0,2175	0,1450	0,1088	0,0870	0,0725	0,0621	0,0544	0,0483	0,0435	0,0290	0,0218	0,0174	0,0145	
2,9	0,8430	0,4215	0,2108	0,1405	0,1054	0,0843	0,0703	0,0602	0,0527	0,0468	0,0422	0,0281	0,0211	0,0169	0,0141	
2,8	0,8160	0,4080	0,2040	0,1360	0,1020	0,0816	0,0680	0,0583	0,0510	0,0453	0,0408	0,0272	0,0204	0,0163	0,0136	
2,7	0,7890	0,3945	0,1973	0,1315	0,0986	0,0789	0,0658	0,0564	0,0493	0,0438	0,0395	0,0263	0,0197	0,0158	0,0132	
2,6	0,7620	0,3810	0,1905	0,1270	0,0953	0,0762	0,0635	0,0544	0,0476	0,0423	0,0381	0,0254	0,0191	0,0152	0,0127	
2,5	0,7350	0,3675	0,1838	0,1225	0,0919	0,0735	0,0613	0,0525	0,0459	0,0406	0,0368	0,0245	0,0184	0,0147	0,0123	
2,4	0,7080	0,3540	0,1770	0,1180	0,0885	0,0708	0,0590	0,0506	0,0443	0,0393	0,0354	0,0236	0,0177	0,0142	0,0118	
2,3	0,6810	0,3405	0,1703	0,1135	0,0851	0,0681	0,0568	0,0486	0,0426	0,0378	0,0341	0,0227	0,0170	0,0136	0,0114	
2,2	0,6540	0,3270	0,1635	0,1090	0,0818	0,0654	0,0545	0,0467	0,0409	0,0363	0,0327	0,0218	0,0164	0,0131	0,0109	
2,1	0,6270	0,3135	0,1568	0,1045	0,0784	0,0627	0,0523	0,0448	0,0392	0,0348	0,0314	0,0209	0,0157	0,0125	0,0105	
2,0	0,6000	0,3000	0,1500	0,1000	0,0750	0,0600	0,0500	0,0429	0,0375	0,0333	0,0300	0,0200	0,0150	0,0120	0,0100	
1,9	0,5730	0,2865	0,1433	0,0955	0,0716	0,0573	0,0478	0,0409	0,0358	0,0318	0,0287	0,0191	0,0143	0,0115	0,0096	
1,8	0,5460	0,2730	0,1365	0,0910	0,0683	0,0546	0,0455	0,0390	0,0341	0,0303	0,0273	0,0182	0,0137	0,0109	0,0091	
1,7	0,5190	0,2595	0,1298	0,0865	0,0649	0,0519	0,0433	0,0371	0,0324	0,0288	0,0260	0,0173	0,0130	0,0104	0,0087	
1,6	0,4920	0,2460	0,1230	0,0820	0,0615	0,0492	0,0410	0,0351	0,0308	0,0273	0,0246	0,0164	0,0123	0,0098	0,0082	
1,5	0,4650	0,2325	0,1163	0,0775	0,0581	0,0465	0,0388	0,0332	0,0291	0,0258	0,0233	0,0155	0,0116	0,0093	0,0078	
1,4	0,4380	0,2190	0,1095	0,0730	0,0548	0,0438	0,0365	0,0313	0,0274	0,0243	0,0219	0,0146	0,0110	0,0088	0,0073	
1,3	0,4110	0,2055	0,1028	0,0685	0,0514	0,0411	0,0343	0,0294	0,0257	0,0228	0,0206	0,0137	0,0103	0,0082	0,0069	
1,2	0,3840	0,1920	0,0960	0,0640	0,0480	0,0384	0,0320	0,0274	0,0240	0,0213	0,0192	0,0128	0,0096	0,0077	0,0064	
1,1	0,3570	0,1785	0,0893	0,0595	0,0446	0,0357	0,0298	0,0255	0,0223	0,0198	0,0179	0,0119	0,0089	0,0071	0,0060	
1,0	0,3300	0,1650	0,0825	0,0550	0,0413	0,0330	0,0275	0,0236	0,0206	0,0183	0,0165	0,0110	0,0083	0,0066	0,0055	
0,9	0,3030	0,1515	0,0758	0,0505	0,0379	0,0303	0,0253	0,0216	0,0189	0,0168	0,0152	0,0101	0,0076	0,0061	0,0051	
0,8	0,2760	0,1380	0,0690	0,0460	0,0345	0,0276	0,0230	0,0197	0,0173	0,0153	0,0138	0,0092	0,0069	0,0055	0,0046	
0,7	0,2490	0,1245	0,0623	0,0415	0,0311	0,0249	0,0208	0,0178	0,0156	0,0138	0,0125	0,0083	0,0062	0,0050	0,0042	
0,6	0,2220	0,1110	0,0555	0,0370	0,0278	0,0222	0,0185	0,0159	0,0139	0,0123	0,0111	0,0074	0,0056	0,0044	0,0037	
0,5	0,1950	0,0975	0,0488	0,0325	0,0244	0,0195	0,0163	0,0139	0,0122	0,0108	0,0098	0,0065	0,0049	0,0039	0,0033	
0,4	0,1680	0,0840	0,0420	0,0280	0,0210	0,0168	0,0140	0,0120	0,0105	0,0093	0,0084	0,0056	0,0042	0,0034	0,0028	
0,3	0,1410	0,0705	0,0353	0,0235	0,0176	0,0141	0,0118	0,0101	0,0088	0,0078	0,0071	0,0047	0,0035	0,0028	0,0024	
0,2	0,1140	0,0570	0,0285	0,0190	0,0143	0,0114	0,0095	0,0081	0,0071	0,0063	0,0057	0,0038	0,0029	0,0023	0,0019	
0,1	0,0870	0,0435	0,0218	0,0145	0,0109	0,0087	0,0073	0,0062	0,0054	0,0048	0,0044	0,0029	0,0022	0,0017	0,0015	
5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	> 300	N
0,2000	0,1000	0,0500	0,0333	0,0250	0,0200	0,0167	0,0143	0,0125	0,0111	0,0100	0,0067	0,0050	0,0040	0,0033	< 0,0033	1/N

Obr. 5.2 Matice rizika dle vztahu (5.2) [3]

Postup při stanovení míry ohrožení  $R_i$  vychází z hodnot intenzity povodně  $IP$  pro jednotlivé scénáře povodňového nebezpečí. I tady se jedná o analýzu rastrových dat. Pro stanovení slouží matice rizika uvedena na Obr. 5.1 a vztahu (5.2). Pro jednotlivou rastrovou buňku je třeba stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 1 (reziduální)

až 4 (vysoké) viz. *Tab. 5.1*. Tento postup opakujeme pro všechny scénáře povodňového nebezpečí ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ ).

Následně se dle metodiky [3] provádí vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení  $R$  pro jednotlivé ohrožení  $R_i$  odpovídajícím  $i$ -tým scénářům nebezpečí dle vztahu:

$$R = \max_{i=1}^n R_i \quad (5.4)$$

Výsledek je jeden rastrový soubor obsahující maximální hodnoty ohrožení  $RI$  v zájmovém území. Tento rastrový soubor bude následně klasifikován dle *Tab. 5.1*

*Tab. 5.1 Klasifikace ohrožení dle [3]*

Ohrožení RI dle [ Beffa 2000]	Kategorie ohrožení	Doporučené
$RI > 0,1$ nebo $IP > 3$	(4) Vysoké (červená barva)	Doporučuje se <u>nepovolovat</u> novou <u>ani rozšiřovat</u> stávající zástavbu ve které se zdržují lidé nebo umisťují zvířata. Pro stávající zástavbu je třeba provést návrh protipovodňové ochrany, která zajistí odpovídající snížení rizika.
$0,01 < RI < 0,1$	(3) Středně (modrá barva)	Výstavba je <u>možná s omezeními</u> vycházejícími z podrobného posouzení potenciálního ohrožení objektů povodňovým nebezpečím. Nevhodná je výstavba citlivých objektů (např. zdravotnická zařízení, hasiči apod.). Nedoporučuje se rozšiřovat stávající plochy určené pro výstavbu.
$RI < 0,01$	(2) Nízé (oranžová barva)	Výstavba je <u>možná</u> , přičemž vlastníci dotčených pozemků a objektů musí být upozorněni na potenciální ohrožení povodňovým nebezpečím. Pro citlivé objekty je třeba přijmout speciální opatření ve smyslu protipovodňové ochrany.
$P > 0,0033$ ( tj. $N\text{-letost} > 300$ )	(1) Rezydentní (žlutá barva)	Otázky spojené s protipovodňovou ochranou se zpravidla doporučuje řešit prostřednictvím dlouhodobého územního plánování zaměřením na zvláště citlivé objekty (zdravotnická zařízení, památkové objekty apod.). Snahou je vyhýbat se objektům a zařízením se zvýšeným potenciálním škod.

### 5.3 Stanovení povodňového rizika

Podklad pro stanovení povodňového rizika slouží Územně plánovací dokumentace (ÚPD) a informace o povodňovém ohrožení. Pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území je stanovena míra přijatelnosti rizika (Tab. 5.2). Nastane-li situace, kdy je míra rizika větší než riziko přijatelné, jedná se o plochu rizikovou. Tyto plochy jsou následně zobrazeny v mapách povodňového rizika a kategorizovány (Tab. 5.2).

Tab. 5.2 Přijatelné riziko pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území [3]

Kategorie zranitelnosti území	Označení	Přijatelné riziko
Bydlení	BY	Nízké
Občanská vybavenost	OV	Nízké
Technická infrastruktura	TV	Nízké
Dopravní infrastruktura	DO	Nízké
Výrobní plochy a sklady	VY ZV	Nízké Nízké
Sport a hromadná rekreace	RS	Střední
Lesy, zeleň	Zel	Vysoké

V mapách povodňového rizika vyznačujeme tzv. citlivé objekty, kterým je třeba věnovat zvýšenou pozornost z následujících důvodů:

- evakuace objektů se zvýšenou koncentrací obyvatel,
- zajištění základní funkce území,
- znečištění vody či životního prostředí,
- důležitosti integrovaného záchranného systému
- ochrany nemovitých kulturních památek.

Tyto objekty jsou dle metodiky [3] rozděleny do těchto kategorií:

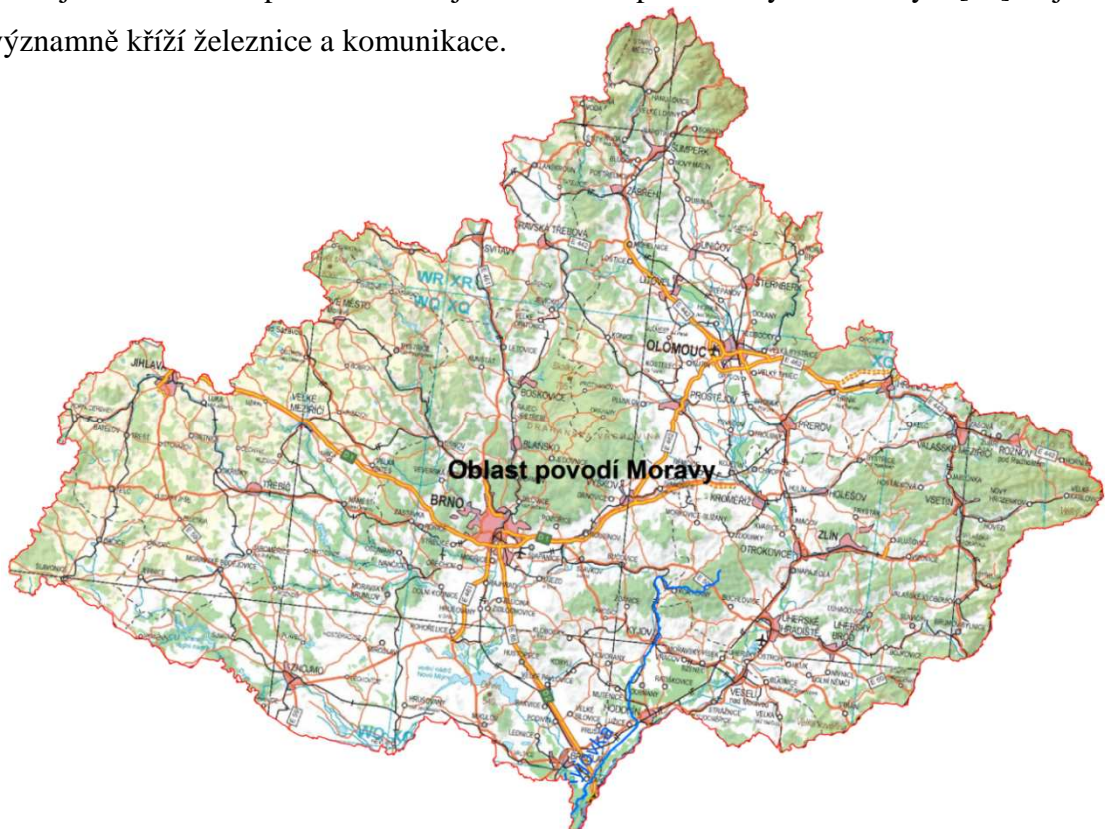
- školství,
- zdravotnictví a sociální péče,
- policie, armáda, hasičský záchranný sbor,

- nemovitá kulturní památka,
- energetika,
- vodohospodářská infrastruktura,
- zdroje znečištění.

## 6. Riziková analýza vybraného toku

### 6.1 Popis řeky Kyjovka

Řeka Kyjovka též nazývána jako Stupava se nachází na jižní Moravě. Pramen této řeky vyvěrá v Chříbech u obce Staré Hutě v okrese Uherské Hradiště. Tato řeka je levostranným přítokem řeky Dyje. Vlévá se u města Lanžhot v nadmořské výšce 150 m n. m. nedaleko rakouských hranic. Patří tedy do úmoří Černého moře. Hydrologické pořadí Kyjovky je 4-17-01-065. Délka tohoto toku činí 86,7 km a spolu s přítoky plocha povodí měří 665,8 km<sup>2</sup> a průměrný průtok je 1,09 m<sup>3</sup>/s. Maximální nadmořská výška je 512 m n. m. a minimální je 150 m n. m. Mezi nejdelší pravostranné přítoky patří řeka Prušánka, Svodnice, Šardický potok a Mutěnický potok. Její levostranné nejdelší přítoky řeky jsou Kratinka a Hruškovice. Kyjovka protéká obcemi Staré Hutě, Stupava do Koryčanské přehrady v 74,5 km. Ta je určena pro zásobu pitné vody. Odtud teče přes Koryčany do Kyjova. Řeka tak dále pokračuje a vlévá se do řeky Dyje u města Lanžhot. Řeka je znečištěna naplaveninami a je tak snížena průtočná rychlost koryta [10]. Její tok významně kříží železnice a komunikace.



Obr. 6.1 Přehledná mapa povodí Moravy

## 6.2 Popis zájmového území

Území, na kterém je zpracována riziková analýza se nachází v 49,872 km – 54,963 km řeky Kyjovky. Tento úsek protéká městy Kyjov, Nětčice a Boršov. Města leží v okrese Hodonín v Jihomoravském kraji, konkrétně město Kyjov je 25 km jihozápadně od Uherského Hradiště. V okolí se tedy nachází bytové zástavby, lesy, louky a pole. Nevyskytují se zde žádná významná vodní díla.

Objekty na toku:

- 4 cestní mosty,
- 7 silničních mostů,
- 4 železniční mosty,
- 1 betonový stupeň,
- 2 tabulové jezy,
- 4 lávky pro pěší.



Obr. 6.2 Přehledná mapa zájmového území

## 6.3 Vstupní podklady

Vstupní podklady lze rozdělit tematicky:

- hydraulické,
- hydrologické,
- mapové.

### 6.3.1 *Hydraulické*

Jako hydraulické podklady jsem měla k dispozici hloubky a rychlosti v bodovém poli v rámci bakalářské práce, kde jednotlivé body obsahovaly informaci o hloubkách vody, rychlostech vody a nadmořských výškách terénu[4]. Vzhledem k tomu, že se při výpočtu matice rizika vychází z rastrových formátů, bylo nutné tento formát převést viz. kapitola 6.6.2.

### 6.3.2 *Hydrologické*

Hydrologické údaje dle [10], [19] jsou následující.

- plocha : 665,8 km<sup>2</sup>
- délka toku: 86,7 km
- průměrný průtok: 1,09 m<sup>3</sup>/s
- min. nadmořská hladina: 150 m n.m.
- max. nadmořská hladina: 512 m n.m.

Tab. 6.1 *N-leté průtoky*

N-leté průtoky [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]						
Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>
2,4	4,2	7,8	11,7	16,6	25,1	33,2

### ***6.3.1 Mapové podklady***

Mapové podklady jsem získala na příslušných webových stránkách, na úřadě, či na Povodí Moravy.

Jedná se o tyto podklady:

- ZM10 (Základní mapa ČR, rastrová) [11],
- ÚPD (Územně plánovací dokumentace),
- Hydrologické členění, vodní toky [15],
- Kilometráž - Povodí Moravy.

## 6.4 Fotodokumentace území



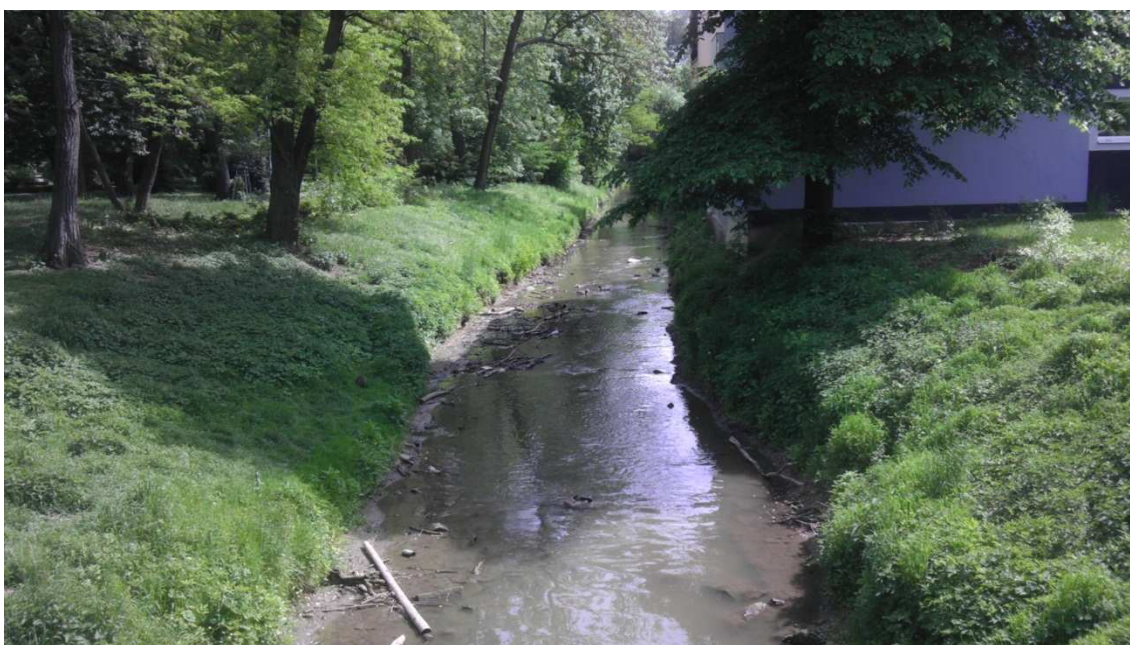
*Obr. 6.3 Řiční km 54,162 břehy koryta extravilánu*



*Obr. 6.4 Řiční km 53,14 břehy koryta intravilánu*



*Obr. 6.5 Řiční km 52,730 dešťová výpusť u železničního křížení*



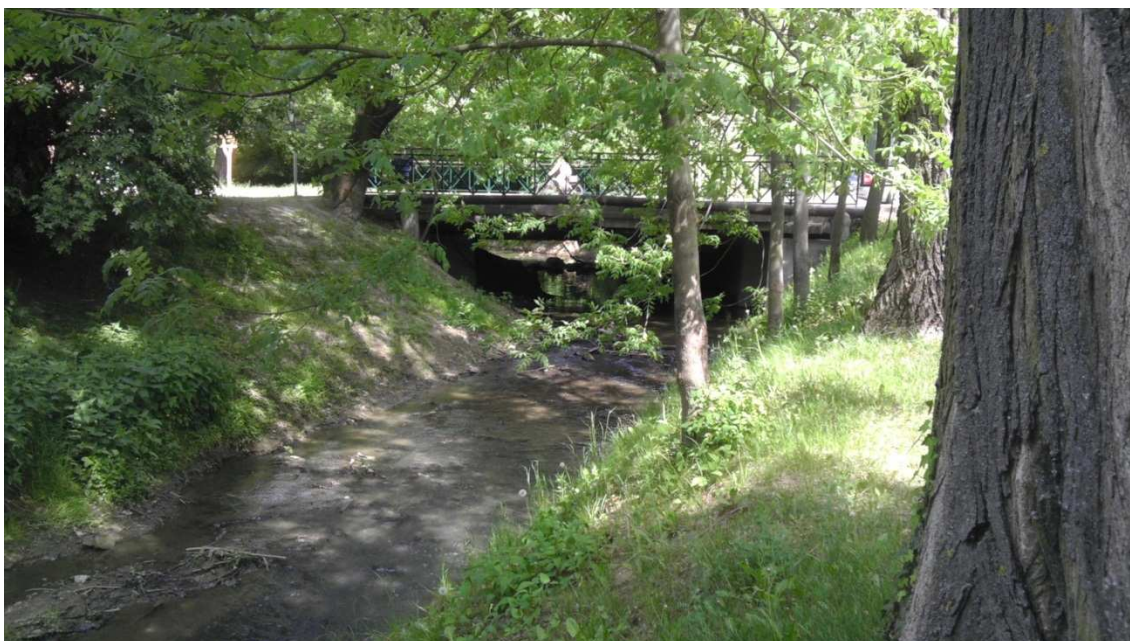
*Obr. 6.6 Řiční km 52,085 městský park*



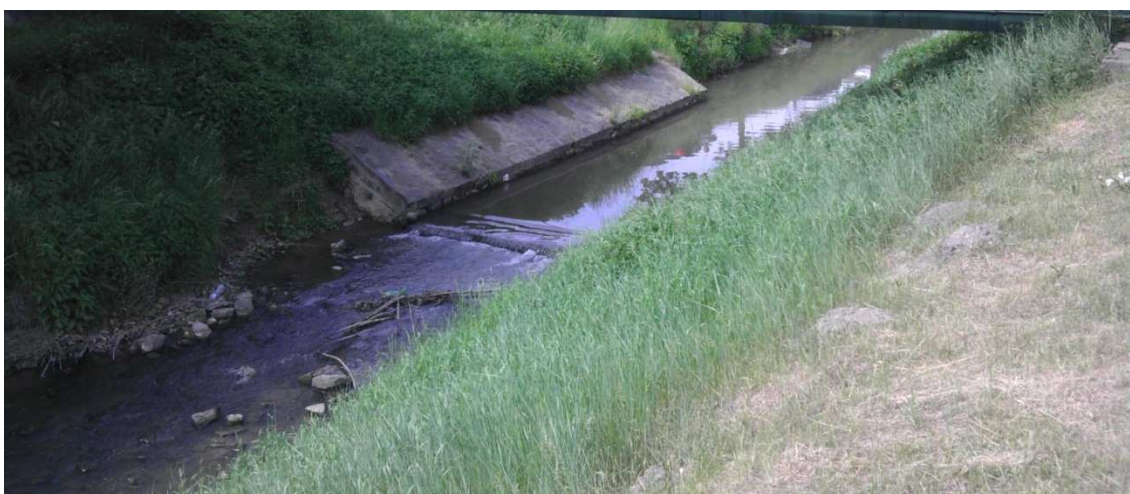
*Obr. 6.7 Řiční km 51,975 městský park se zástavbou*



*Obr. 6.8 Řiční km 51,43 dešťová výpusť*



*Obr. 6.9 Řiční km 51,28 silniční betonový most*



*Obr. 6.10 Řiční km 51,345 betonový stupeň*



*Obr. 6.11 Řiční km 51,345 betonový stupeň s odečtem hladiny a hydrologický objekt*



*Obr. 6.12 Řiční km 52,223 silniční betonový most s dešťovou výpustí*



*Obr. 6.13 Řiční km 51,012 břehy koryta intravilánu*

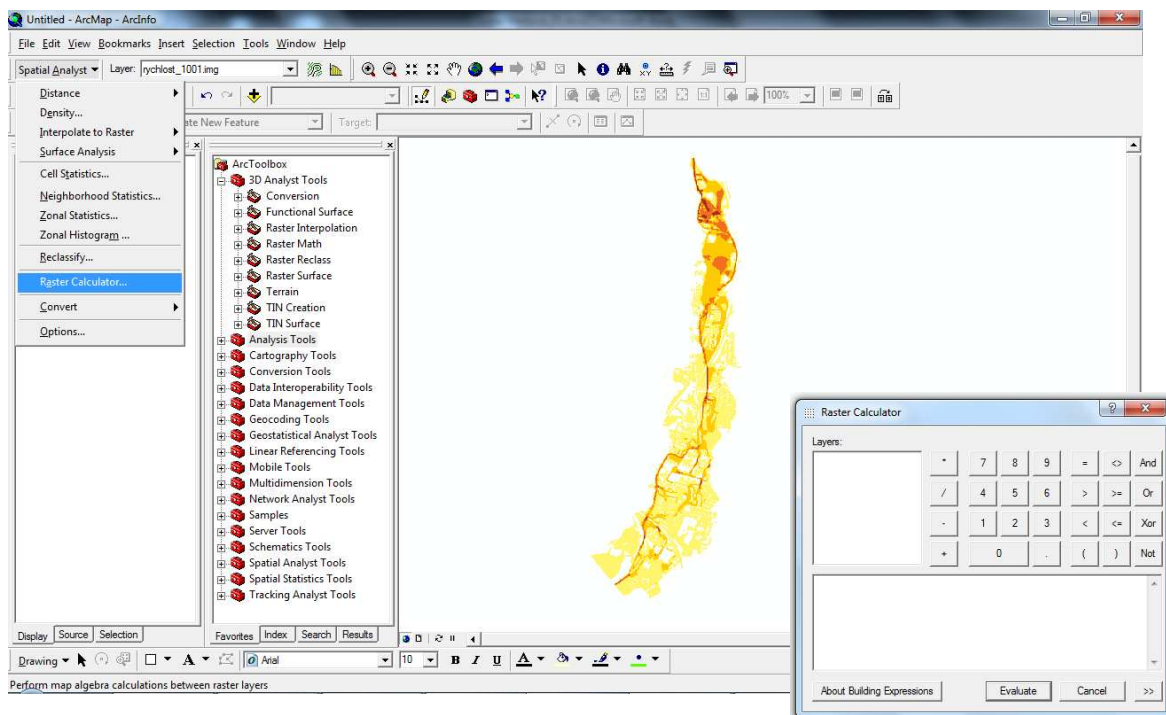


*Obr. 6.14 Řiční km 50,736 železniční betonový most sbřehy koryta intraviánu*

Fotofokumentace byla pořízena při obhlídce zájmové lokality 11.5.2012.

## 6.5 Použitý software

ArcGIS 9.3 Geografický Informační Systém (GIS) je systém pro správu, analýzu a zobrazování geografických informací. Geografické informace jsou reprezentovány sadami geografických dat, které modelují realitu pomocí jednoduchých obecných datových struktur. GIS obsahuje kompletní sadu nástrojů pro práci s geografickými daty [2]. V samotné práci byla nejvíce využita nastavba tohoto programu a to Spatial Analyst (*Obr. 6.15*). Díky této nástavbě a její funkci Raster Calculator bylo možné realizovat mapy nebezpečí, ohrožení a rizika.



Obr. 6.15 Prostředí ArcGIS s ukázkou Raster Calculator

MS Office – Word slouží na vytváření, upravování a používání textových dokumentů. Tento program byl využit k vytvoření technické zprávy.

Excel je tabulkový procesor, který umožňuje vytváření automatických výpočtů v tabulkách, jejich používání a upravování. K práci byl použit k pomocným výpočtům a upravování tabulek.

## 6.6 Samostatné řešení v ArcGIS

Zde je uveden postup při vyhotovování map. V rámci řešení se nejdříve zpracovaly mapové podklady a následně hydraulické podklady. Jakmile byly shromážděny podklady, přistoupilo se k jednotlivému řešení map nebezpečí, ohrožení a rizika pomocí Spatial Analyst.

### 6.6.1 Mapové podklady

Před samotným řešením v systému ArcGIS, bylo nutné shromáždít mapové podklady. Tyto podklady poskytlo Povodí Moravy, Zeměměřický úřad a vedoucí mé

bakalářské práce Ing. David Duchan. Na Povodí Moravy při osobní návštěvě na adrese Dřevařská 932/11, 602 00 Brno-Veveří byla předána žádost. Na základě této žádosti internetovou cestou zaslali potřebné údaje o kilometrāži řeky Kyjovky.

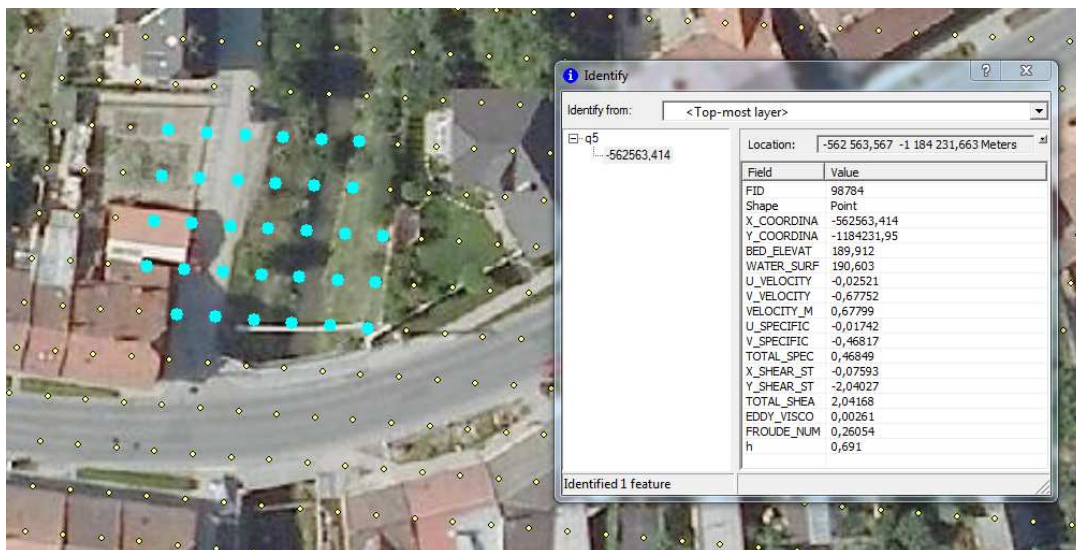
Zeměměřický úřad poskytl ZM10 mapy (Základní Mapa České Republiky 1:10 000), na základě písemné žádosti a vyplnění obchodního modulu na adrese <http://geoportál.cuzk.cz/>. Ne téže adrese byla data k vyzvednutí.

Mapové podklady ÚPD bylo obtížné získat. Městský úřad Kyjov, odbor úřad územního plánování odmítl na žádost poskytnout ÚPD ve formátu \*shp či \*dgn. Informace nabídl pouze ve formátu \*pdf. Krajský úřad Jihomoravského kraje taktéž zamítl žádost o poskytnutí ÚPD v rámci bakalářské práce, jelikož má opět ÚPD ve formátu \*pdf. Nakonec ÚPD, byla v rámci velké časové prodlevy v komunikaci, poskytnuta vedoucím bakalářské práce Ing. Davidem Duchanem. Tato ÚPD je z r. 2005 a neobsahuje tedy aktuální přehled o nynějším stavu. Tuto ÚPD jsem srovnávala s poskytnutou ÚPD ve formátu \*pdf z roku 2008. Tyto data jsou velice obdobná. Jediným rozdílem, který jsem vysledovala, bylo několik územních ploch. V roce 2005 se jednalo o plochy smíšené a v roce 2008 to již byly plochy pro bydlení. V bakalářské práci byly územní plochy opraveny, jedná se tedy o aktuální stav.

Město Kyjov má vypracováno novou verzi ÚPD. Ta ještě ovšem nebyla schválena. Schválení této nové verze se předpokládá koncem letošního roku.

### **6.6.2 *Hydraulické podklady***

Dalším krokem bylo vytvoření rastru hloubek a rychlostí. K dispozici byly informace o hloubkách a rychlostech ve formě bodového pole s připojenými informacemi pro každý i-tý scénář (*Obr. 6.16*) [4]. Tato bodová pole bylo potřeba převést na formát TIN pomocí nástavby 3D Analyst. Při převodu bodů s připojenými informacemi na TIN se vyskytly potíže. Bodové pole bylo dodáno pouze v místě, kde byly nějaké hloubky. Vzhledem k tomu, aby byly rastry hloubek použitelné, bylo nutné dodat informace o hloubkách i v místech, kde byly hloubky záporné, tedy v místech kde voda vůbec netekla. Díky těmto bodům a informacím navíc bylo možné pak vytvořit TIN, který respektoval informace o hloubkách a rychlostech v celé ploše



Obr. 6.16 Bodové pole podloženo ortofotomapou s ukázkou struktury připojených dat

Následoval převod TIN na rastr opět pomocí nástavby 3D Analyst. S převodem na rastr byly také jisté potíže. Síť ve formátu TIN je tvořena trojúhelníky, tedy trojúhelníkovými plochami. Jednotlivé body trojúhelníkové sítě byly od sebe vzdáleny cca 4m. Síť v rastrovém formátu je uspořádána do sloupců a řádků, které jsou o velikosti 2x2 m. V některých místech, hlavně v důsledku nepřesnosti výpočtového modelu proudění povrchové vody, bylo potřeba hloubky upravit. V případě zpracování na jiných úsecích, nebo v jiné práci by bylo vhodné jako podklad požadovat hloubky vody již v rastrovém formátu, který by byl upraven řešitelem hydraulického modelu.

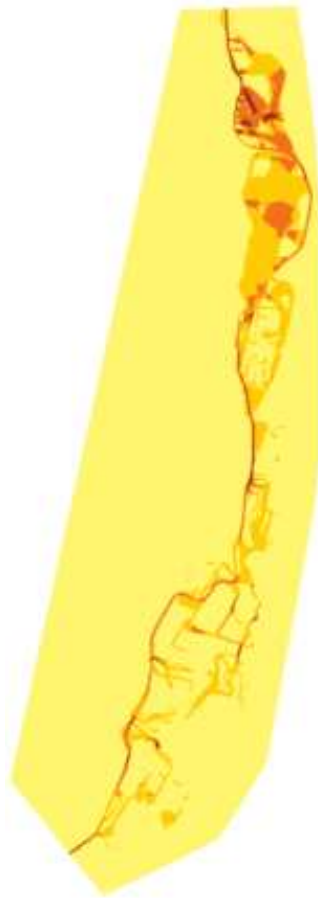
Rastrový formát hloubek a rychlostí bylo také potřeba oříznout dle odpovídajících polygonů rozlivu, abychom dosáhli zobrazení pouze v hloubkách a rychlostech větších jako 0 (Obr. 6.17, Obr. 6.18, Obr. 6.19, Obr. 6.20). Tímto způsobem byly ořezány všechny povodňové scénáře tedy ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ ). Tyto rastry jsou barevně rozděleny dle metodiky [3].



*Obr. 6.17 Rastr hloubek s nulovými hodnotami*



*Obr. 6.18 Ořezaný rastr hloubek*



*Obr. 6.19 Rastr rychlostí s nulovými hodnotami*

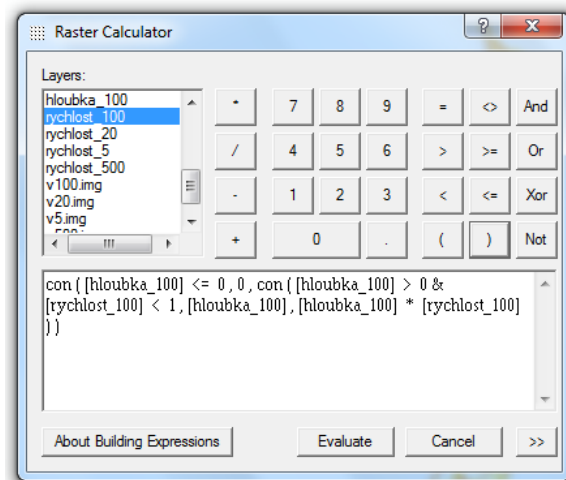


*Obr. 6.20 Ořezaný rastr rychlostí*

V rastrech hloubek a rychlostí bylo nutné provést korekce, které byly konzultovány s vedoucím bakalářské práce a to Ing. Davidem Duchanem. Při úpravách byly zjištěny problémy ve výsledcích výpočtového modelu proudění povrchové vody. V některých místech není rozliv kontinuální, jednotlivé objekty jsou respektovány a obtékány, což má své výhody (např.: ve výpočtu modelu) i nevýhody (např.: nepřesné zobrazování v dalším zpracování), nebo se rozliv vyskytuje i v chráněném území ohrázkovaného toku. Některé tyto problémy byly z části upraveny, některé byly ponechány. Pro přesnější hloubky vody by bylo nutné provést nový výpočet pomocí zpřesněného modelu proudění povrchové vody. V nejlepším případě autora požádat přímo o rastrový formát, nebo s autorem projít komplikované oblasti území.

### 6.6.3 Mapy povodňového nebezpečí

Vytvořené a upravené rastry hloubek a rychlostí vody bylo možné použít pro vytvoření mapy nebezpečí, pomocí výpočtu intenzity povodně  $IP$  s použitím rizikové matice.  $IP$  spočítáme s použitím nástavby Spatial Analyst a její funkce Raster Calculator (Obr. 6.21). Zde je třeba zadat podmínky dle vztahu (5.1). „Con“ je totožný příkaz, jako v MS Office Excel podmínka „když“, který se zadává do Raster Calculator.

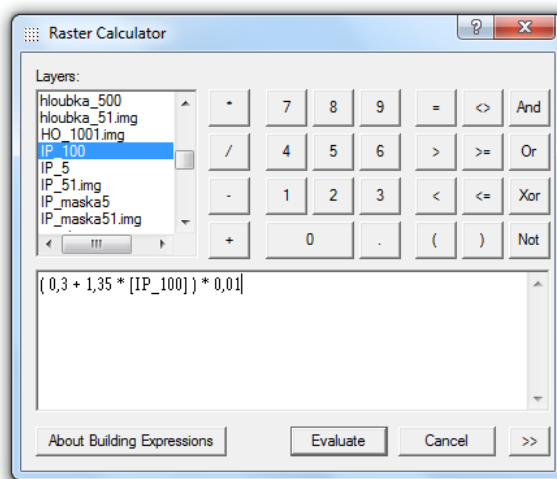


Obr. 6.21 Výpočet  $IP$

Získáme jeden rastr dle podmínek viz. vztah (5.1) pro vybraný povodňový scénář. Tento výpočet opakujeme pro všechny povodňové scénáře.

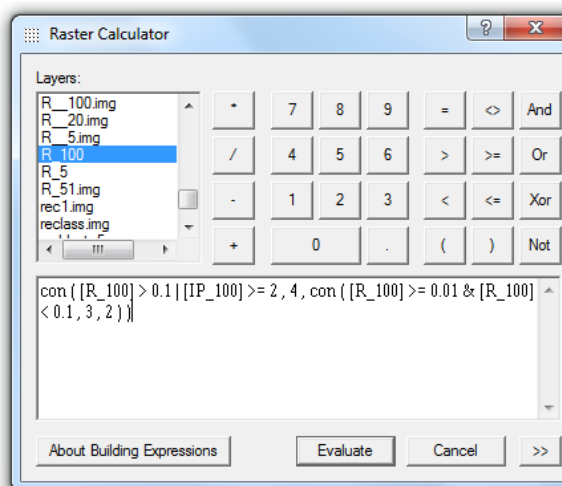
### 6.6.4 Mapy povodňového ohrožení

Dalším krokem je stanovení protipovodňového ohrožení  $R$  dle vztahu (5.2). Nejdříve je potřeba vyjádřit  $p_i$  dle vztahu (5.3), pak můžeme dosadit do funkce Raster Calculator podmínku a vypočítat  $R$  (Obr. 6.22).



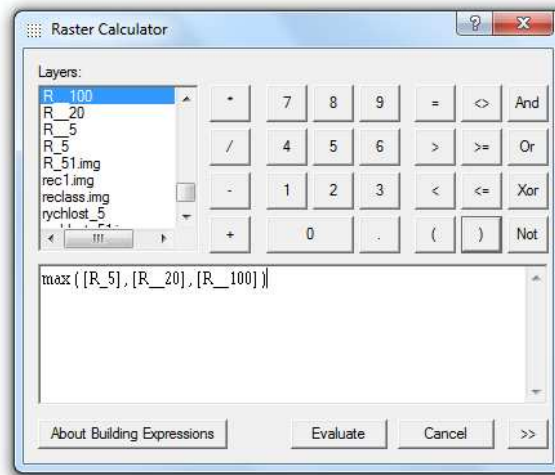
Obr. 6.22 Výpočet R

Jako další krok je třeba stanovit kategorii ohrožení, vyjádřené hodnotou v rozmezí 1-4, tedy ohrožení reziduální – vysoké dle Tab. 5.1. V tomto případě opět použijeme funkci Raster Calculator (Obr. 6.23). Provedeme pro scénáře Q5, Q20, Q100.



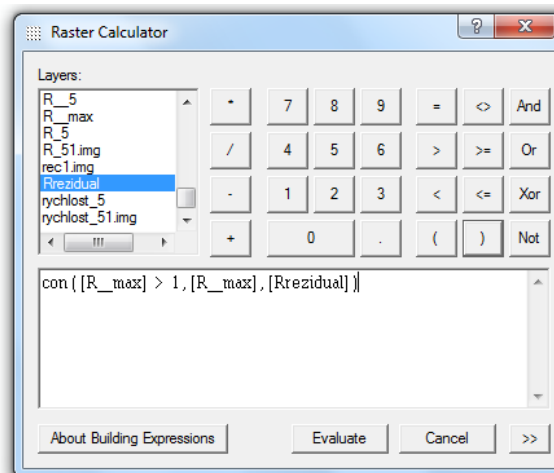
Obr. 6.23 Výpočet pro stanovení klasifikace ohrožení R

Z těchto rastrů obsahující kategorie ohrožení vytvoříme 1 rastr s maximální kategorií ohrožení a to tak, že překryjeme jednotlivé rastry ohrožení daných scénářů (Obr. 6.24)



Obr. 6.24 Vyhodnocení Rmax

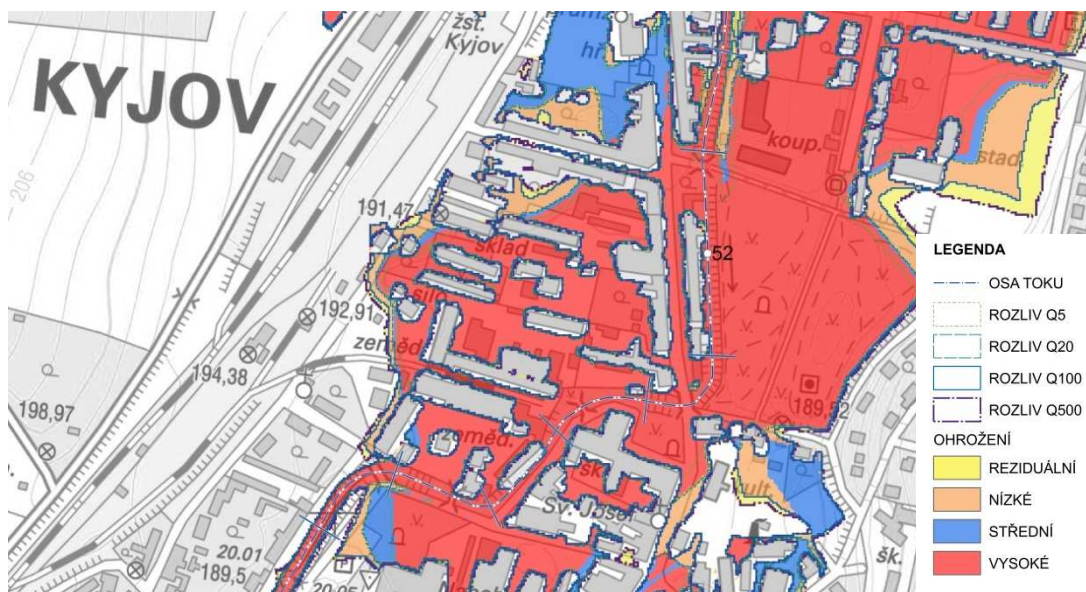
Abychom měli hotovou mapu ohrožení, je třeba ještě připojit reziduální ohrožení, které je dané rozlivem Q500. K rastru s maximálním ohrožením připojíme rastr s reziduálním ohrožením (Obr. 6.25).



Obr. 6.25 Připojení reziduálního ohrožení k maximálnímu ohrožení

Výsledkem je rastrový soubor, který obsahuje informace o maximálních hodnotách ohrožení. Tímto máme vypracovanou mapu ohrožení (*Obr. 6.26*).

Pro kontrolu správnosti můžeme provést výpočet vztahů (5.2) a (5.3) pomocí MS Office Excel nebo pomocí kalkulačky. Výsledek si pak můžeme zkontrolovat dle tabulky na *Obr. 5.2*.



*Obr. 6.26 Ukázka mapy ohrožení*

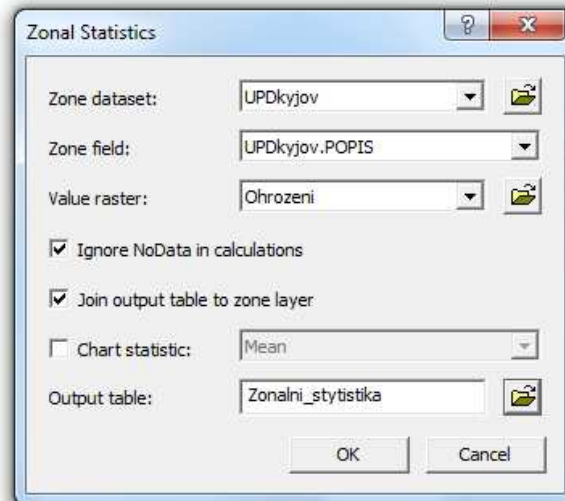
### 6.6.5 Mapy povodňového rizika

Jak bylo již zmíněno v kapitole 5.3, podkladem pro zhotovení mapy rizika je ÚPD a informace o ohrožení. Postup byl následující. ÚPD jsme kategorizovali dle *Tab. 5.2*, jelikož kategorizace v ÚPD byla daleko obsáhlejší, než jsme potřebovali. Tento úkol jsme provedli v atributové tabulce (*Obr. 6.27*). Ke každému polygonu užité plochy byla přiřazena informace o maximálním přijatelném riziku. Dále se přidal sloupec k plochám ÚPD s přijatelným rizikem pomocí nástroje Field Calculator.

Shape*	FUNKCE	POPIS	pr
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2
Polygon	DO	Dopravní infrastruktura	2

Obr. 6.27 Ukázka atributové tabulky a dat obsažených v ÚPD

Následně vyhodnotíme maximální ohrožení na jednotlivých plochách ÚPD pomocí nástavby Spatial Analyst a její funkce Zonal Statistic (Obr. 6.27), který dokáže přiřadit každému polygonu plochy využití území s maximálním ohrožením, které se na ploše vyskytuje. Díky tomu lze identifikovat ohrožené plochy



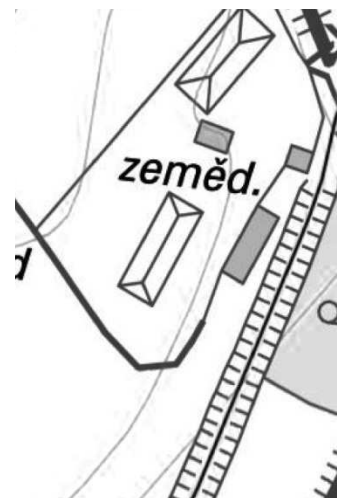
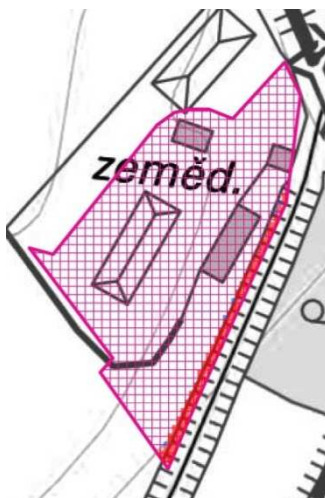
Obr. 6.28 Funkce Zonal Statistics

Pokud se vyskytne maximální ohrožení větší než přijatelné riziko, jedná se o ohrožené plochy, které vyznačíme specifickým označením dle metodiky [3]. Toto označení se týká fází, ve kterých se vyskytuje daná zranitelnost území. Informace o fázi jsou poskytnuty v ÚPD.

Jsou to tyto fáze:

- stav,
- návrh,
- výhled.

Ještě než dokončíme tuto část, je nutné v místě zranitelného území provést korekci, pro nepřesnosti hydraulických výpočtů a dalších podkladů. Tato korekce je provedena dle mého odhadu a jedná se hlavně o plochy menšího významu (rekreace, zahrádky apod.). Korekci tedy provedeme u ploch, kde jisté ohrožení zasahuje jen velice málo (1-2m) a nezasahuje do objektů budov. Hloubka vody se u těchto ploch pohybuje okolo 0,1 m. Nebo to také mohou být plochy, které jsou v chráněném území ohrázkovaného toku, zasažená plocha opět velice malá např.: *Obr. 6.29, Obr. 6.30, Obr. 6.31*. Při osobní prohlídce bylo zjištěno, že se jedná o nevyužitou plochu s hloubkami rozlivu okolo 0,1 m. Z toho důvodu tato a další plochy nebyly uváděny jako plochy rizikové.



*Obr. 6.29 Rizikové území výrobních ploch a skladů s ohrožením u hrázkování toku, rastrová základní mapa ČR*

*Obr. 6.30 Rizikové území výrobních ploch a skladů s ohrožením u hrázkování toku, ortofotomapa*

*Obr. 6.31 Provedená korekce rizikové plochy, rastrová základní mapa ČR*

Nakonec vložíme do mapy citlivé objekty, které jsou umístěny dle souřadnic viz. kapitola 5.3. Citlivé objekty byly zjištěny a do mapy zaneseny dle [17], jelikož v ÚPD, která byla ve formátu \*pdf tyto data nebyla k dispozici. Po tomto kroku máme vyhotovenou mapu rizik.



Obr. 6.32 Ukázka mapy rizika

## 7. Závěr

V této bakalářské práci byla na základě dostupných podkladů provedena riziková analýza. Řešeným územím byla část řeky Kyjovka v úseku 49,872 - 54,963 km.

Na základě podkladu hydraulických výpočtů bylo ze začátku potřeba převést bodový formát, pro jednotlivé scénáře ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ ), jelikož riziková analýza dle matice rizika vychází z rastrových dat. Rastrová data, obdobně jako body, obsahují v každé buňce informaci. V našem případě se jedná o informace hloubek a rychlostí v daném úseku. Tyto rastry bylo ovšem nutné upravit, jelikož dle hydraulických výsledků jsou zde problémy s vyléváním se vody v místech s hrázkováním toku. Úprava byla provedena z části. Například bylo nutné do jisté míry upravit okolí říčního 55,00 km a také upravit rozliv v říčním 52,70 km podél železniční tratě v místě levostranného přítoku řeky Malšinky. Obdobné rozlivy vznikly i v okolí říčního 52,00 km a okolí 50,00 km. Tyto rozlivy byly ovšem ponechány vzhledem k místnímu šetření a mého usouzení. Rozlivy dle hydraulických výsledků obtékají jednotlivé budovy, a tím může dojít například k nepřekrytí rastrů a budov v dalším hodnocení. Pro přesnější hloubky vody a rozlivy, by bylo nutné provést nový výpočet pomocí zpřesněného modelu proudění povrchové vody. Nebo jak už bylo řečeno autora požádat přímo o rastrový formát a i ten by bylo nutné samozřejmě zkontrolovat. Takže vždy je vhodná komunikace s řešitelem.

Jednotlivé mapy nebezpečí, ohrožení a rizika byly podloženy rastrovou Základní mapou ČR v měřítku 1:10 000.

Mapy povodňového nebezpečí jsou podmíněny hloubkami a rychlostmi vody n-letých scénářů dle výpočtového vztahu: (5.1). V našem případě rychlosti významně neovlivnily výsledek, jelikož při zobrazení rychlostí větších než 1 m/s se plochy zobrazily pouze v několika lokálních místech. Nebezpečí je zde rozděleno dle [3].

Mapa povodňového ohrožení je výsledkem maximálního ohrožení daných scénářů. Je vyobrazena pomocí kategorie ohrožení a jejího barevného rozlišení – červená (vysoké ohrožení), modrá (střední ohrožení), oranžová (nízké ohrožení) a žlutá

(reziduální ohrožení). V naší lokalitě, tedy hlavně ve městě Kyjov, se z velké části jedná o ohrožení vysoké, které vzniká již při rozlivu  $Q_5$ . Je tedy nutné provést opatření, která by zmírnila toto ohrožení, jako jsou například: navýšení hrází, jejich kontrolu a opravu, vyčištění koryta a jeho zkapacitnění. Je možné, že by bylo nutné provést kalibraci výpočtového modelu povrchové vody. Město Kyjov do konce letošního roku plánuje jako protipovodňovou ochranu opatřit rozhlas pro včasnou informovanost a připravenost občanů.

Překrytím mapy povodňového rizika a ÚPD, tedy informacemi o kategorii zranitelnosti, jsme získali mapu povodňového rizika. Tato mapa znázorňuje územní celky (plochy), na kterých je překročeno přijatelné riziko a je vyznačeno specifickým označením fáze dle metodiky [3] na: stav, návrh, výhled. Tyto jednotlivé fáze se dále rozdělují dle metodiky [3] na kategorie zranitelnosti území: bydlení, smíšené plochy, občanská vybavenost, technická infrastruktura, dopravní infrastruktura, výrobní plochy a sklady, sport a hromadná rekreace a na lesy - zemědělská půda - zeleň. Je třeba zde také brát v potaz citlivé objekty, jelikož významná část těchto objektů se vyskytuje v rizikové oblasti. Citlivé objekty dle metodiky [3] jsou rozděleny na : školství, zdravotnická a sociální péče, policie – armáda - hasičský záchranný sbor, nemovitá kulturní památka, energetika, vodní infrastruktura a zdroje znečištění

Na územních celcích, kde povodňové riziko převyšuje přijatelnou míru, je třeba povodňové riziko snížit na přijatelnou hodnotu. Toho dosáhneme vhodnou výstavbou protipovodňového opatření.

.....  
Ivana Marková

## 8. Seznam použité a doporučené literatury

- [1] Dráb, A., Základy ArcGIS, pracovní sešit 1, studijní opora, Brno, 2007
- [2] Dumbrovský, M., Geografické informaní systémy, modul CS02, studijní opora, Brno, 2009.
- [3] MŽP ČR 2012. Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. VÚV
- [4] Rezbárik, T., 2D numerické modelování proudění vody v záplavovém území. Bakalářská práce Ústav vodních staveb FAST VUT v Brně, 2011
- [5] Říha, J., Julínek, T., Čejp, J., Rizika ve vodním hospodářství. Práce a studie vodohospodářských ústavů FAST VUT v Brně, 2007
- [6] Říha, J., Julínek, T., Čejda, M., Dvořák, L., Marčíková, M., Rizika ve vodním hospodářství. Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT v Brně, 2010
- [7] Říha, J., Riziková analýza záplavových území. Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT v Brně, 2002
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a rady 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládnutí povodňových rizik
- [9] 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů

## 9. Internetové zdroje

- [10] <http://cs.wikipedia.org>
- [11] <http://geoportal.cuzk.cz/>
- [12] [http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia\\_rt\\_ortofotomapa\\_aktualni/mapserver/WMSserver?](http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_ortofotomapa_aktualni/mapserver/WMSserver?)
- [13] [http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia\\_rt\\_RETm/mapserver/WMSserver?](http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_RETm/mapserver/WMSserver?)
- [14] <http://geoportal2.uhul.cz/cgi-bin/oprl.asp?SERVICE=WMS&>
- [15] <http://www.dibavod.cz/>
- [16] <http://www.esri.com/>
- [17] [http://www.mapy.cz/#q=kyjov&t=s&x=17.147326&y=49.010099&z=12&d=mumi\\_642\\_0\\_1](http://www.mapy.cz/#q=kyjov&t=s&x=17.147326&y=49.010099&z=12&d=mumi_642_0_1)
- [18] [http://www.mestokyjov.cz/vismo/dokumenty2.asp?id\\_org=7843&id=5041&pl=2661](http://www.mestokyjov.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=7843&id=5041&pl=2661)
- [19] <http://www.pmo.cz/>
- [20] [http://195.113.158.83/archiv/ozp/protipovodnova\\_opatrena\\_jmk\\_2007/6cast/Kapitola\\_6.pdf](http://195.113.158.83/archiv/ozp/protipovodnova_opatrena_jmk_2007/6cast/Kapitola_6.pdf)

## 10. Seznam použitých obrázků

<i>Obr. 5.1 Schéma postupu metod matice rizika pro daný scénář nebezpečí [3] .....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 5.2 Matice rizika dle vztahu (5.2) [3] .....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 6.1 Přehledná mapa povodí Moravy .....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 6.2 Přehledná mapa zájmového území .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 6.3 Řiční km 54,162 břehy koryta extravilánu.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 6.4 Řiční km 53,14 břehy koryta intravilánu .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 6.5 Řiční km 52,730 dešťová výpusť u železničního křížení .....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 6.6 Řiční km 52,085 městský park .....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 6.7 Řiční km 51,975 městský park se zástavbou .....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 6.8 Řiční km 51,43 dešťová výpusť .....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 6.9 Řiční km 51,28 silniční betonový most .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 6.10 Řiční km 51,345 betonový stupeň .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 6.11 Řiční km 51,345 betonový stupeň s odečtem hladiny a hydrologický objekt..</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 6.12 Řiční km 52,223 silniční betonový most s dešťovou výpustí.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 6.13 Řiční km 51,012 břehy koryta intravilánu .....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 6.14 Řiční km 50,736 železniční betonový most sbřehy koryta intravilánu.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 6.15 Prostředí ArcGIS s ukázkou Raster Calculator .....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 6.16 Bodové pole podloženo ortofotomapou s ukázkou struktury připojených dat</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 6.17 Rastr hloubek s nulovými hodnotami.....</i>	<i>28</i>

---

<i>Obr. 6.18 Ořezaný rastr hloubek .....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 6.19 Rastr rychlostí s nulovými hodnotami .....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 6.20 Ořezaný rastr rychlostí .....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 6.21 Výpočet IP .....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 6.22 Výpočet R .....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 6.23 Výpočet pro stanovení klasifikace ohrožení R .....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 6.24 Vyhodnocení Rmax .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 6.25 Připojení reziduálního ohrožení k maximálnímu ohrožení .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 6.26 Ukázka mapy ohrožení .....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 6.27 Ukázka atributové tabulky a dat obsažených v ÚPD .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 6.28 Funkce Zonal Statistics .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 6.29 Rizikové území výrobních ploch a skladů s ohrožením u hrázkování toku, rastrová základní mapa ČR .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 6.30 Rizikové území výrobních ploch a skladů s ohrožením u hrázkování toku, ortofotomapa .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 6.31 Provedená korekce rizikové plochy, rastrová základní mapa ČR .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 6.32 Ukázka mapy rizika .....</i>	<i>36</i>

## **11. Seznam použitých tabulek**

<i>Tab. 5.1 Klasifikace ohrožení dle [3]</i> .....	11
<i>Tab. 5.2 Přijatelné riziko pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území [3]</i> .....	12
<i>Tab. 6.1 N-leté průtoky</i> .....	16

## **12. Seznam příloh**

A.1 Situace širších vztahů

A.2 Situace přehledná

A.3.1 Mapa nebezpečí Q5

A.3.2 Mapa nebezpečí Q20

A.3.3 Mapa nebezpečí Q100

A.3.4 Mapa nebezpečí Q500

A.4 Mapa ohrožení

A.5 Mapa rizika