

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO**  
**MODELOVÁNÍ**

**Návrh uceleného systému preventivní protipovodňové ochrany**  
**v území ORP Jihlava**  
**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Stanislav Horáček Ph.D.

Diplomant: Lucie Vichrová

2013

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Stanislava Horáčka Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Další informace a data mi poskytl Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, Povodí Moravy s.p. a FIEDLER-MÁGR.

V Praze dne

12. 4. 2013

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce Ing. Stanislavu Horáčkovi za čas věnovaný konzultacím práce. Dále děkuji pracovníkům Povodí Moravy s.p. a FIEDLER-MÁGR za poskytnuté informace. Zvláštní poděkování patří Veronice Průchové za cenné rady, věcné připomínky a závěrečnou korekturu, a také Jaroslavu Škrobákovi za podnětné rady při tvorbě map.

V Praze dne

12. 4. 2013

## **Abstrakt**

Náplní této práce bylo navrhnout systém, který by usnadnil práci povodňovým orgánům obce a obce s rozšířenou působností (dále jen ORP) a zároveň je včasné a aktuálně informoval o srážkách v území a stavu hladin na tocích v ORP Jihlava.

V současné době nemají povodňové orgány přehled o tom, co se při srážkové činnosti v území děje. Z tohoto důvodu byl navržen systém, který monitoruje celé území. Systém byl navržen formou webové aplikace, která bude využívat data z nově navržených lokálních výstražných systémů a ze stávajících hlásných profilů. Aplikace bude provedena v grafické podobě a integrovaná do mapy, která bude zobrazovat všechny informace na jednom místě ze všech zařízení zapojených do systému.

Účelem návrhu bylo nejen vytvořit systém s automatickým kontinuálním monitorováním stavů hladin a průběhů srážek, ale i systém, který bude dynamický a bude se neustále rozvíjet, umožňovat vazby na jiné systémy a zpřístupňovat data jak povodňovým orgánům, veřejnosti tak i subjektům zabývajícím se protipovodňovou ochranou, např. Českému hydrometeorologickému ústavu a Povodí Moravy, s.p.

V této práci bylo hlavně využito znalostí jak z hlediska geografického tak z hydrologického, kritických míst v ochraně před povodněmi, výskytu typů povodní, stávajících měrných profilů, sítě srážkoměrných stanic a zkušeností povodňových orgánů obcí, ORP a místních obyvatel v daném území.

Funkčnost systému byla prověřena měřeními, ze kterých je patrné, že bude vypovídat o dané situaci v území, a tím splní svůj účel.

### **Klíčová slova:**

povodeň, protipovodňová ochrana, povodňový plán, obec s rozšířenou působností Jihlava, vodoměrná stanice, srážkoměrná stanice, varovný systém

## **Abstract**

Scope of this work was creation of a system which would facilitate work of flood authorities of the region and simultaneously it would timely warn and inform about precipitations and the gauge height in the Jihlava region.

Contemporary the flood authorities do not have enough information about events in case of rain activity in the set area. On this account was designed a system which monitors the whole region. The system was designed in a form of the web application which will use data from newly designed local warning system and current water-stage gaging sites. This application will have a graphic form and will be integrated into map which will display all information in one place from all appliances connected to the system.

The purpose of the concept was not only to create a system with automatic continuous monitoring of gauge height and process of precipitation but also a system which would be dynamic and would develop continually, enable interconnection with other system and will be opened up for flood authorities, wide public and subjects engaged in flood-protection such as Czech hydrometeorological institute or Povodí Moravy, s. p.

This work derives benefit from knowledge in the geographical and hydrological aspects of the territory and also knowledge in critical sites of flood protection, occurrence of flood types, current water-stage gaging sites, nets of precipitation-gage stations and experiences of the flood authorities of communities, municipality with spread powers and citizens.

Functionality of the system was verified by measurements which showed that the system predicates about the situation in the set territory and thus it fulfils its' intention.

## **Keywords:**

flood, flood-protection, flood plan, region Jihlava, water-stage gaging sites, precipitation-gage station

## Obsah

1. Úvod.....	7
1.1 Cíle práce .....	8
2. Popis území .....	9
3. Historické povodně v území.....	14
3.1 Povodně z obecného hlediska .....	14
3.2 Historické povodně .....	15
3.3 Přívalové povodně.....	15
3.4 Ledové jevy.....	16
3.5 Povodně v ORP v roce 2002 .....	16
3.6 Povodňová situace v roce 2006.....	17
4. Varovné systémy .....	20
4.1 Předpovědní a hlásná povodňová služba.....	20
4.2 Povodňové orgány.....	20
4.3 Povodňové plány.....	20
4.4 Stanovení povodňové aktivity.....	21
4.5 Systém předpovědní a hlásné povodňové služby na národní úrovni .....	21
4.6 Lokální výstražné systémy v daném území .....	22
4.6.1 Vodoměrné a srážkoměrné stanice .....	22
4.6.2 Doplnkové systémy.....	24
5. Návrh systému protipovodňové ochrany v zájmovém území .....	26
5.1 Srážkoměry .....	28
5.2 Hladinoměry.....	33
5.3 Schéma systému .....	39
6. Vyhodnocení funkčnosti systému .....	42
6.1. Měření srážek.....	42
6.2 Měření hladin .....	44
6.3 Shrnutí.....	46
7. Závěr .....	48
Přehled použitých zdrojů: .....	49
Přílohy:.....	51

## 1. Úvod

Téma povodní se s pravidelností několikrát v roce stane hlavním tématem všech zpravodajství. V tuto chvíli se již obvykle zmírňují následky povodně a do popředí stále více vstupuje snaha o předpověď vzniku povodně a také včasného varování obyvatelstva. Povodně vždy byly součástí přírodních jevů a mohou se objevit na různých místech a pokaždé v jiné roční době. Povodeň je považována za jednu z nejvážnějších katastrof, jedná se o jev, kterému nelze zabránit, lze pouze zmírnit jeho negativní následky. Jedním z řešení pro zmírnění negativního dopadu mohou být stavební protipovodňová opatření jako vodní nádrže, suché poldry a ochranné hráze podél toků. Tato opatření jsou ale dalším stupněm v protipovodňové ochraně.

Nejvýznamnější vliv na vznik a průběh povodňové situace mají srážky. Jejich vliv je tak významný, že je nutné hledat taková protipovodňová opatření a řešení, která umožní sledovat vývoj srážek a na něj navazující vzestup hladin. Tímto nástrojem se stává předpovědní a hlásná povodňová služba na národní úrovni a na ní navazující lokální výstražné systémy a prvky varování a informování obyvatelstva. V území ORP Jihlava, jehož popis je uveden v kapitole č. 1, se povodně pravidelně opakují a pravděpodobně tomu tak bude i v budoucnu. Na příkladu vývoje a průběhu povodně z roku 2006 i z let předešlých, které jsou popsány v kapitole č. 2, se ukazují následky tohoto přírodního jevu a došla jsem tak k závěru, že na vodních tocích tohoto území zcela chybí ucelený monitorovací systém, který by včas informoval o aktuální srážkové činnosti a vzestupu hladin na tocích a byl jednoduchým nástrojem pro povodňové orgány. Přehled varovných systémů a legislativy je popsán v kapitole č. 3, které národní předpovědní a hlásnou povodňovou službu doplňují a údaje zpřesňují. Návrh monitorovacího systému je podrobně popsán v kapitole č. 4 a kapitola č. 5 potom navržený systém vyhodnocuje.

## 1.1 Cíle práce

Nejdůležitějším cílem práce bylo navrhnout na základě současného stavu a zkušeností z historických povodní systém protipovodňové ochrany území obce s rozšířenou působností Jihlava. Jedním z mnoha důvodů, proč bylo nutné navrhovat systém protipovodňové ochrany území, byly neustále se opakující povodňové stavy v letních i zimních obdobích v ORP Jihlava.

Hlavními cíli bylo:

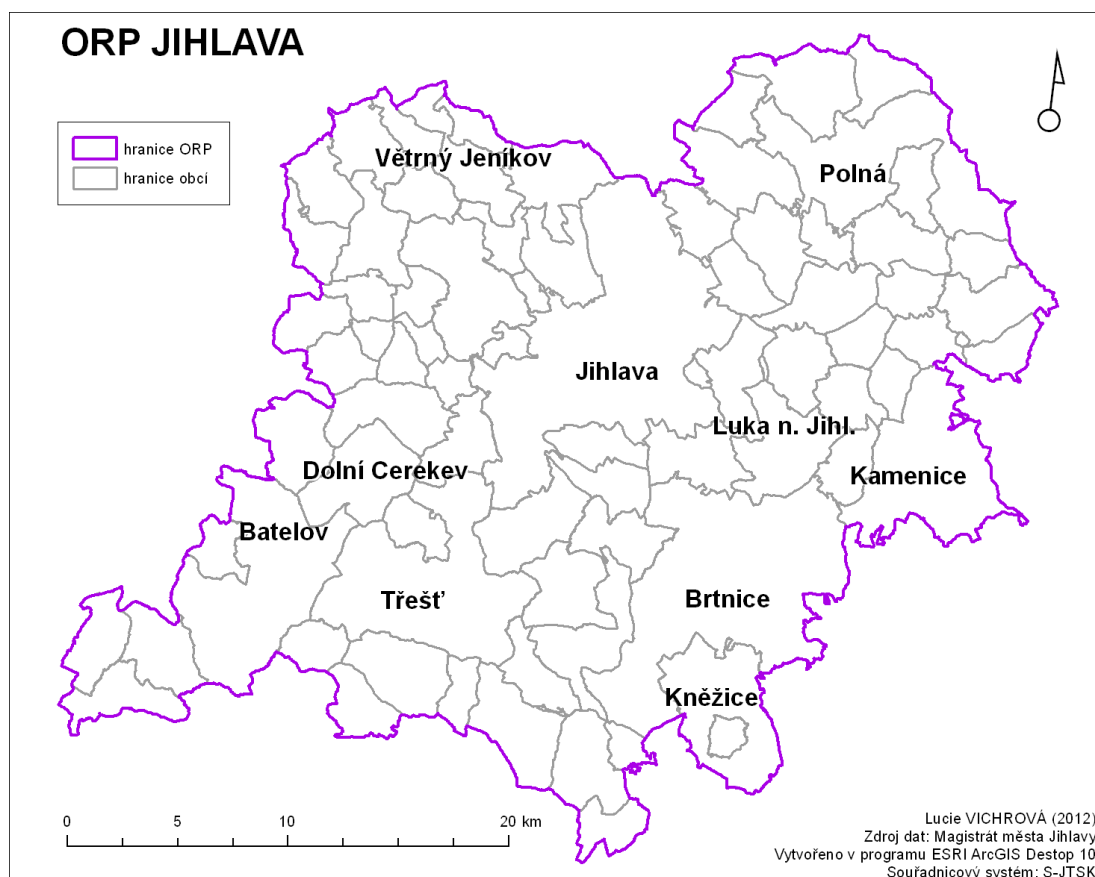
- 1) popsat současný stav v území zejména z hydrologického, ale i geografického hlediska (v kapitole č. 1)
- 2) seznámit se s historickými povodněmi ve zvoleném území a vyhodnotit je (v kapitole č. 2)
- 3) zhodnotit možnosti využitelnosti varovných systémů v návaznosti na současnou legislativu (v kapitole č. 3)
- 4) na základě zjištěných informací navrhnout systém protipovodňové ochrany v zájmovém území (v kapitole č. 4)
- 5) vyhodnotit funkčnost systému na základě provedených měření (v kapitole č. 5)

Výsledkem práce je systém protipovodňové ochrany ve zvoleném území, který by mohl být využíván povodňovými orgány ale ve zpřístupněných částech i veřejností. Výstup této diplomové práce by měl sloužit jako možné řešení protipovodňové ochrany v ORP Jihlava.



## 2. Popis území

Správní obvod obce s rozšířenou působností Statutárního města Jihlavy (obr. č. 1), který vznikl v rámci reformy státní správy v ČR od 1. 1. 2003, se nachází v kraji Vysočina na části území bývalého okresu Jihlava v centrální části Českomoravské vrchoviny. Ve správním území obce s rozšířenou působností Jihlava (dále jen ORP) se nachází 79 měst a obcí zahrnujících 149 katastrálních území.



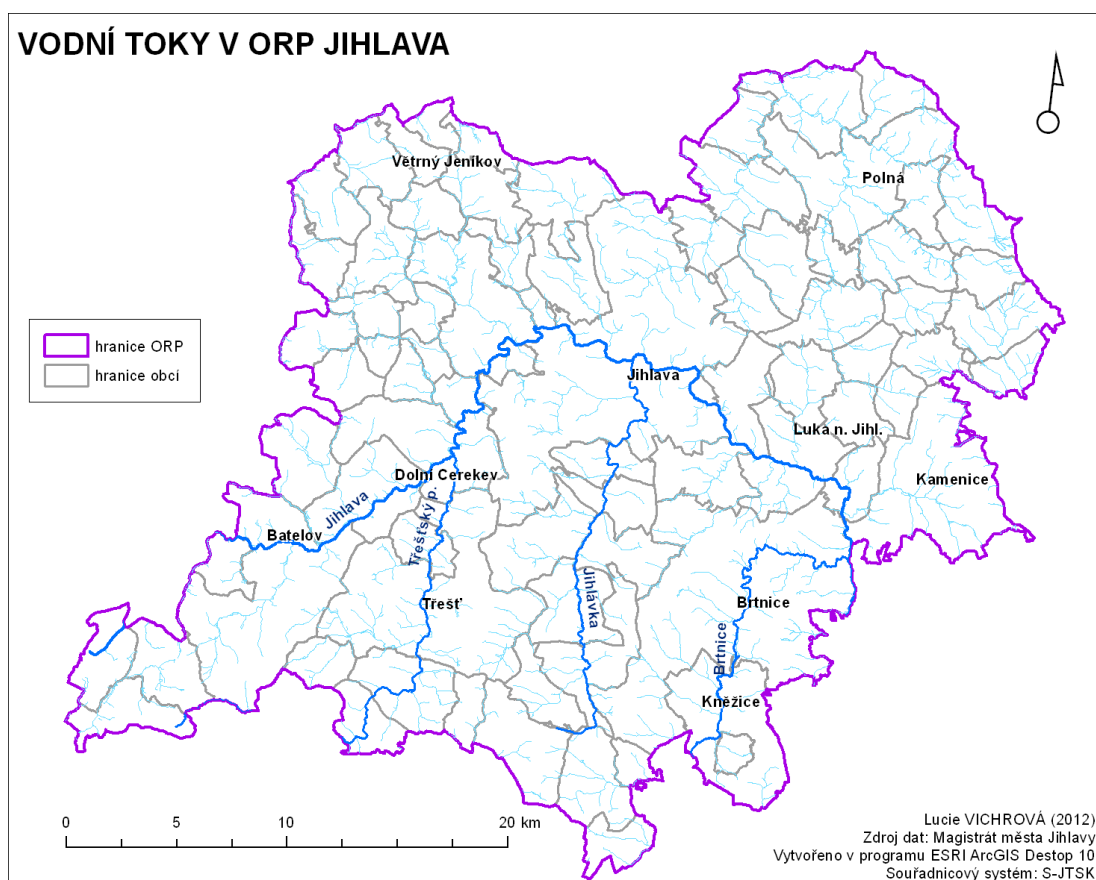
Obrázek 1 Mapa správního území obce s rozšíření působností Jihlava, zdroj: Magistrát města Jihlavy, prosinec 2012.

Skladba hornin v oblasti je poměrně pestrá, zcela převažují kyselé pevné horniny. Mírný povrch pahorkatiny tvoří převážně hlubinné vyvřeliny, žuly a krystalické břidlice. Jde o poměrně kompaktní horniny, které nejsou odolné. Západně od údolí Jihlavy se nachází Jihlavský masív, tvořený hlubinnými vyvřelinami. Vzhledem k odolnosti hornin je zde málo skal a balvanů. Oblast se nachází v nadmořské výšce cca 600 m, je tvořena široce otevřeným a hlubokým údolím Jihlavy. Horní části svahů jsou mírné a směrem dolů přecházejí v malé plošiny, do nichž je zařezáno úzké a nehluboké vlastní údolí řeky Jihlavy. Řeka svůj charakter proto střídá a v průběhu své cesty vytváří jak úseky s údolní nivou, tak úseky kaňonovitého typu.

Z přítoků má nejvýraznější hluboké údolí řeka Brtnice. Údolí řeky a přítoků provázejí skály, pod kterými se nacházejí menší balvany (Bukáček a kol. 2008).

Z hlediska klimatického jde o území středně až velmi vlhké s průměrnou roční teplotou 7 °C, průměrným ročním úhrnem srážek 693 mm a průměrným ročním odtokem 4,6 m<sup>3</sup>/s (Povodí Moravy s. p., 2006).

Územím správního obvodu prochází rozvodí dvou úmoří, větší část povodí spadá do úmoří Černého moře a povodí řeky Moravy, výrazně menší část do úmoří Baltského moře a povodí řeky Vltavy.



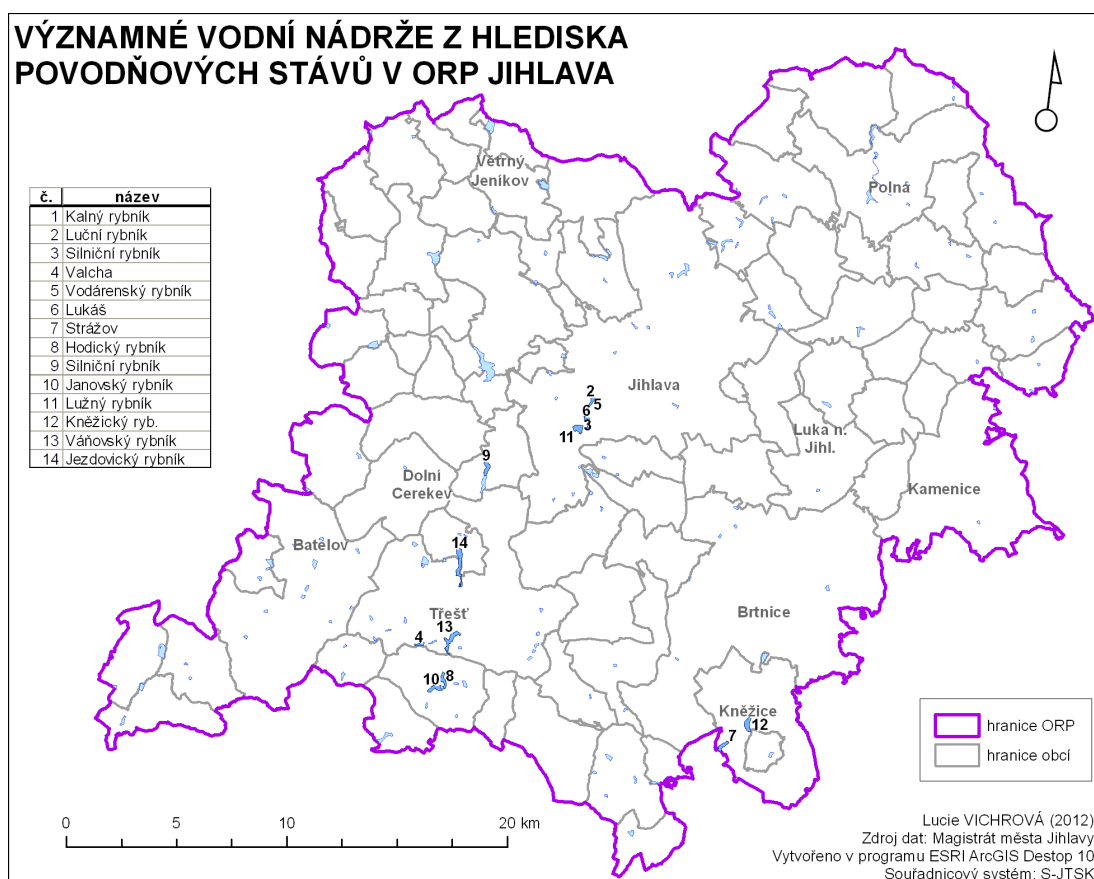
Obrázek 2 Vodní toky v zájmovém území, zdroj: Magistrát města Jihlavy, prosinec 2012.

Nejvýznamnějším vodním tokem na vybraném území je řeka Jihlava (obr. č. 2). Řeka Jihlava pramení na louce nedaleko obce Jihlávka. Jejími významnými přítoky jsou Třeštský potok, Jihlávka a Brtnice (tab. 2). Jihlávka je pravobřežním přítokem řeky Jihlavy, do které ústí zprava ve městě Jihlava. Celková plocha povodí je 106 km<sup>2</sup>, délka řeky je 24 km (Pöyry Enviroment a.s. 2007). Řeka Brtnice je významným pravobřežním přítokem řeky Jihlavy, má směr toku od jihu k severu souběžně

s povodím Jihlávky, nad ústím do Jihlavy se prudce stáčí k východu. Její plocha v ústí je 122 km<sup>2</sup> a délka toku cca 31 km (Pöyry Enviroment a.s. 2007).

Tabulka 1 Vodní nádrže na zvoleném území, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2012.

Název vodní nádrže	Číslo hydrologického pořadí	Vodní tok	Objem vody při normální hladině	Objem vody při maximální hladině
Tovární	4-16-01-022	Třeštský potok	154 000 m <sup>3</sup>	189 000 m <sup>3</sup>
Jezdovický	4-16-01-22	Třeštský potok	325 000 m <sup>3</sup>	379 000 m <sup>3</sup>
Váňovský	4-16-01-022	Třeštský potok	280 000 m <sup>3</sup>	350 000 m <sup>3</sup>
Janovský	4-16-01-020	Třeštský potok	125 000 m <sup>3</sup>	250 000 m <sup>3</sup>
Valcha	4-16-01-21	Valchovský potok	51 000 m <sup>3</sup>	95 000 m <sup>3</sup>
Silniční	4-16-01-22	Třeštský potok	131 300 m <sup>3</sup>	230 000 m <sup>3</sup>
Stražov	4-16-01-068	Brtnice	102 154 m <sup>3</sup>	191 154 m <sup>3</sup>
Kněžický	4-16-01-068	Brtnice	260 000 m <sup>3</sup>	529 000 m <sup>3</sup>
Silniční	4-06-01-047	Koželužský potok	11 000 m <sup>3</sup>	23 700 m <sup>3</sup>
Lužný	4-06-01-047	Koželužský potok	228 080 m <sup>3</sup>	264 320 m <sup>3</sup>
Lukáš	4-06-01-047	Koželužský potok	58 442 m <sup>3</sup>	102 930 m <sup>3</sup>
Vodárenský	4-06-01-047	Koželužský potok	183 840 m <sup>3</sup>	200 280 m <sup>3</sup>



Obrázek 3 Významné vodní nádrže z hlediska povodňových stavů v daném území, zdroj: Magistrát města Jihlavy, prosinec 2012.

V povodí se nachází množství historických rybníků (obr. č. 3). K větším náleží rybníky Kalný, Luční, Vodárenský, Silniční, a ke středně velkým Jezdovický,

Silniční, Lukáš, Váňovský, Janovský, Tovární, Kněžický, Stražov a Valcha (tab. č. 1).

Významné vodní toky v povodí řeky Jihlavy jsou ve správě Povodí Moravy, s. p. Brno. Významné vodní toky v povodí řeky Sázavy v severozápadní části správního obvodu jsou ve správě Povodí Vltavy, státní podnik Praha. Ostatní vodní toky jsou ve správě Lesů ČR, s. p.

Tabulka 2 Významnější toky na území ORP Jihlavy, zdroj: <http://voda.gov.cz/portal/cz/>, prosinec 2012.

Název toku	Číslo hydrologického pořadí	Správce toku	Počet obcí na toku
<b>Jihlava</b>	4-16-01-001	Povodí Moravy,s.p.	10
Batelovský potok	4-16-01-008	Lesy ČR, s.p. (v Batelově je správcem Městys Batelov)	2
Hraniční potok	4-16-01-012	Povodí Moravy, s.p.	0
Rohozná	4-16-01-016	Povodí Moravy, s.p.	1
Huňský potok	4-16-01-018	Lesy ČR, s.p.	1
Třeštský potok	4-16-01-020	Povodí Moravy, s.p.	6
Čenkovský potok	4-16-01-021	Povodí Moravy, s.p.	2
Lovětínský potok	4-16-01-021	Povodí Moravy, s.p.	2
Valchovský potok	4-16-01-021	Povodí Moravy, s.p.	2
Bukovský potok	4-16-01-022	Povodí Moravy, s.p.	1
Mistrovský potok	4-16-01-022	Povodí Moravy, s.p.	1
Kamenný potok	4-16-01-02	Lesy ČR, s.p.	0
Korunní potok	4-16-01-02	Lesy ČR, s.p.	0
Jedlovský potok	4-16-01-026	Povodí Moravy,s.p	3
Hojkovský potok	4-16-01-025	Povodí Moravy, s.p.	1
Maršovský potok	4-16-01-028	Povodí Moravy s.p	1
Jiřínský potok	4-16-01-030	Povodí Moravy,s.p.	2
Bělokamenský potok	4-16-01-032	Lesy ČR, s.p.	1
Smrčenský potok	4-16-01-034	Lesy ČR, s.p.	3
Jihlávka	4-16-01-036	Povodí Moravy,s.p.	6
Otínský potok	4-16-01-037	Povodí Moravy,s.p.	2
Farský potok	4-16-01-037	Povodí Moravy,s.p.	2
Sokolíčko	4-16-01-038	Povodí Moravy,s.p.	0
Lovecký potok	4-16-01-039	Lesy ČR, s.p.	0
Loučský potok	4-16-01-041	Lesy ČR, s.p.	0
Popický potok	4-16-01-043	Povodí Moravy,s.p.	1
Rosický potok	4-16-01-044	Povodí Moravy,s.p.	0
Čížovský potok	4-16-01-044	Povodí Moravy,s.p.	1
Okrouhlík	4-16-01-045	Lesy ČR, s.p.	1
Pístovský potok	4-16-01-047	Statutární město Jihlava	1
Koželužský potok	4-16-01-047	Statutární město Jihlava	1
Puklický potok	4-16-01-050	Povodí Moravy,s.p.	2
Přísecký potok	4-16-01-052	Lesy ČR, s.p.	2
Kozlovský potok	4-16-01-054	Povodí Moravy,s.p.	2
Kamenička	4-16-01-058	Lesy ČR, s.p.	1
Přímělkovský potok	4-16-01-059	Povodí Moravy,s.p.	1
Brtnice	4-16-01-060	Povodí Moravy,s.p.	1
Hladovský potok	4-16-01-061	Lesy ČR, s.p.	1
Karlínský potok	4-16-01-065	Lesy ČR, s.p.	2
Kněžický potok	4-16-01-069	Lesy ČR, s.p.	0

Jestřebský potok	4-16-01-071	Povodí Moravy, s.p.	0
Šlapanka	1-09-01-044	Povodí Vltavy, s.p.	5
Jamenský potok	1-09-01-044	Povodí Vltavy, s.p.	1
Zhořský potok	1-09-01-044	Povodí Vltavy, s.p.	2
Ochozský potok	1-09-01-047	Povodí Vltavy, s.p.	1
Skrýšovský potok	1-09-01-049	Povodí Vltavy, s.p.	3
Zlatý potok	1-09-01-053	Povodí Vltavy, s.p.	5
Měšínský potok	1-09-01-054	Povodí Vltavy, s.p.	2
Pstružný potok	1-09-01-056	Lesy ČR, s.p.	2
Mlýnský potok	1-09-01-060	Povodí Vltavy, s.p.	1
Ždírečský potok	1-09-01-058	Povodí Vltavy, s.p.	2
Hamerský potok	1-07-03-032	Povodí Vltavy, s.p.	3
Dudínský potok	1-09-02-023	Povodí Vltavy, s.p.	1
Hejnický potok	1-09-02-023	Povodí Vltavy, s.p.	0
Balinka	4-16-02-026	Povodí Moravy, s.p.	2
Nadějovský potok	4-16-02-027	Povodí Moravy, s.p.	2
Moravská Dyje	4-14-01-001	Povodí Moravy, s.p.	0

### **3. Historické povodně v území**

#### **3.1 Povodně z obecného hlediska**

Povodně dle § 64 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů (dále jen vodní zákon), vznikají z přívalových dešťů, z déle trvajících vydatných dešťových srážek, z ledových jevů. Tyto povodně mají přirozený charakter. Dále poruchou vodního díla, které mají charakter umělý, zde se jedná o zvláštní povodeň.

Historická povodeň dle ČSN 73 6530 je významná povodeň známá z historických pramenů. V některých případech se jedná o povodeň v libovolně vzdálené minulosti, k níž však většinou chybí jakákoliv informace o její velikosti a trvání. Většinou se jedná pouze o stručné poznámky v různých kronikách nebo jiných dobových dokumentech, v nejlepším případě se dochovají nějaké značky na budovách označující nejvyšší úroveň zatopení. V mnoha případech nejsou k dispozici údaje o tom, jak v té době vypadalo koryto řeky, a jedinou skutečností, ze které lze vycházet je, že v určitém roce přišla velká voda. Od 15. století existují údaje o úrovních velkých povodní, jedná se o údaje na skalách, mostech či jiných objektech (Konvička a kol. 2002).

V jiných případech jde o povodeň, která je dokumentována více či méně podrobnými číselnými údaji získanými z měrných profilů vybudovaných na vodních tocích za účelem měření vodních stavů a průtoků. Nejstarší data tohoto typu pocházejí z přelomu 19. a 20. století, kdy začala být koncepčně budována vodočetná pozorovací síť - např. Jihlava ve Dvorcích od r. 1928 (Pöyry Enviroment a.s. 2007). Po odborném zpracování vodočetných záznamů se následně získávají údaje jak o velikosti průtoků, tak o jejich časovém průběhu. Je zřejmé, že pro úvahy o protipovodňové ochraně mají význam zejména historické povodně tohoto druhého typu. O přívalových povodních existují historické záznamy z roku 1872 a 1875, které byly ve své době největší katastrofou v České republice (Daňhelka, 2010).

Povodně vyskytující se v povodí řeky Jihlavy jsou v převážné většině spojeny s hydrometeorologickou situací v horní části toku, který se nachází na tomto území. Nezanedbatelnou součástí povodňových situací v zimním období jsou i nepříznivé ledové jevy. Průběh povodní v této části toku a na jeho přítocích je možné významně

ovlivnit vhodnými manipulacemi na vodních dílech, především pak na soustavě rybníků situovaných na Třešťském potoce.

### 3.2 Historické povodně

Důležitým poznatkem pro hodnocení území jsou údaje o výskytu historických povodní. V roce 1940 vystoupala hladina řeky Jihlavy v obci Dvorce až na 241 cm. Na řece Jihlavě v obci Batelov byl již v roce 1960 zaznamenán nejvyšší vodní stav - výška hladiny řeky dosáhla 300 cm (ČHMÚ, 2012). V červnu roku 1974 došlo v povodí Valchovského a Třešťského potoka k rozsáhlé povodni, při které došlo k zaplavení 14 obytných a hospodářských stavení v obci Čenkov. Ve městě Brtnice vykazala nejvyššího povodňového stavu 199 cm řeka Brtnice už v roce 1985 (tab. č. 3). V letech 2000-2011 zde proběhly vždy povodně na vodních tocích (tab. č. 4).

### 3.3 Přívalové povodně

Přívalové povodně vznikaly následkem krátkodobých a velmi intenzivních přívalových srážek, které byly typické hlavně pro rok 2003, 2007 a 2010. Rychlý přísun srážek nestačila půda vsakovat a voda rychle po povrchu odtékala, odnášela půdní materiál a způsobovala erozi. Na řekách Brtnici a Jihlavce v květnu 2003 způsobily extrémní srážky náhlý vzestup hladin, které vyvolaly protržení hráze rybníka Dolní Fluska, poškození koryt toků, zaplavení sádek v Brtnici a Zámeckého parku, zanesení kanalizace a zatopení bytové jednotky v Přísece (Povodí Moravy, 2003).

Tabulka 3 Nejvyšší zaznamenané vodní stavy na hlásných profilech v ORP, zdroj: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>, prosinec 2012.

Hlásný profil	Vodní tok	Nejvyšší hladina (cm)	rok	Nejvyšší hladina (cm)	rok	Nejvyšší hladina (cm)	rok
Batelov	Jihlava	300	1960	230	1965	185	2002
Dvorce	Jihlava	242	2002	241	1940	223	1947
Brtnice	Brtnice	199	1985	181	2006	144	1984

Ve městě Jihlavě se v září 2007 vlivem silných přívalových dešťů rozlilo koryto Koželužského potoka a zatopilo bývalý výrobní areál. V městysi Kamenice způsobily přívalové srážky v létě 2009 poškození vodovodu, komunikace, zídky a koryta toku Kamenička.

### 3.4 Ledové jevy

Ledové povodně se na zvoleném území projevily hlavně v letech 2000, 2005 a 2008. Ve všech případech došlo k vzestupu hladin z důvodu oteplení po období mrazu (Magistrát města Jihlavy, 2005), kdy se vytvořil ledový pokryv hlavně na řekách Brtnici, Jihlávce a přítocích řeky Jihlavy (Povodí Moravy, 2000, Povodí Moravy, 2008). Není neobvyklé, že při těchto jevech dochází k chodu ledu a tím vznikají ledové zátarasy a bariéry na toku, což způsobuje vzduť vody a následné zaplavení údolí a nemalé škody na majetku.

Tabulka 4 Povodňové stavy na vodních tocích v daném území v letech 2000-2009, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, zprávy z povodní v letech 2000-2009.

Rok	Vodní tok	Nejvyšší průtok (m <sup>3</sup> /s)	Nejvyšší hladina (cm)	SPA
2000	Jihlava	11,23	119	-
2002	Jihlava	52,00	242	III.
2004	Jihlava	19,46	152	I.
2005	Jihlava	9,98	104	-
2006	Jihlava	53,44	272	III.
2007	Brtnice	24,50	190	III.
2009	Jihlava	24,82	198	II.

### 3.5 Povodně v ORP v roce 2002

Za nejčetnější rok pro povodňové situace lze označit rok 2002. Během tohoto roku došlo jak k vzestupu hladin na řece Jihlavě při ledových jevech, tak v letních měsících v důsledku velkých úhrnů srážek k rozsáhlé letní povodni (Povodí Moravy, 2002). Obce nacházející se na řece Jihlavě byly ve všech případech zatopeny. Nejvíce došlo k rozlivu v zahrádkářských a rekreačních oblastech (obr. č. 4). V několika případech došlo k zatopení pozemků a hřišť kolem toku. Povodňové orgány nařídily manipulaci na vodních nádržích, která významně ovlivnila průběh povodně (Magistrát města Jihlavy, 2002). Avšak ani v jednom případě nedošlo k takovému rozlivům v území a škodám na majetku, které by zapříčinily evakuaci obyvatel nebo jejich ohrožení. Z hlediska průběhu povodni a škod na majetku lze považovat za mimořádnou povodňovou situaci povodeň v roce 2006, kdy došlo v jarním období k rychlému oteplení, které způsobilo náhlé tání velkého množství sněhu a zaplavení obcí v daném území (obr. č. 5).





*Obrázek 4 Povodeň 2006 v rekreační oblasti ve Dvorcích, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, březen 2006.*

### **3.6 Povodňová situace v roce 2006**

Ke konci března 2006 docházelo k rychlému odtávání sněhové pokrývky, a tím byl zaznamenán značný nárůst průtoků na vodních tocích. Ve dnech 26. 3. - 3. 4. 2006 byly zaznamenány dvě povodňové vlny a na některých tocích jednotlivé stupně povodňové aktivity (Povodí Moravy s.p., 2006). Vzhledem k tomu, že došlo k dalším vydatným srážkám, bylo na většině vodních toků dosaženo III. stupně povodňové aktivity. K mírnému poklesu hladin docházelo až na začátku dubna.

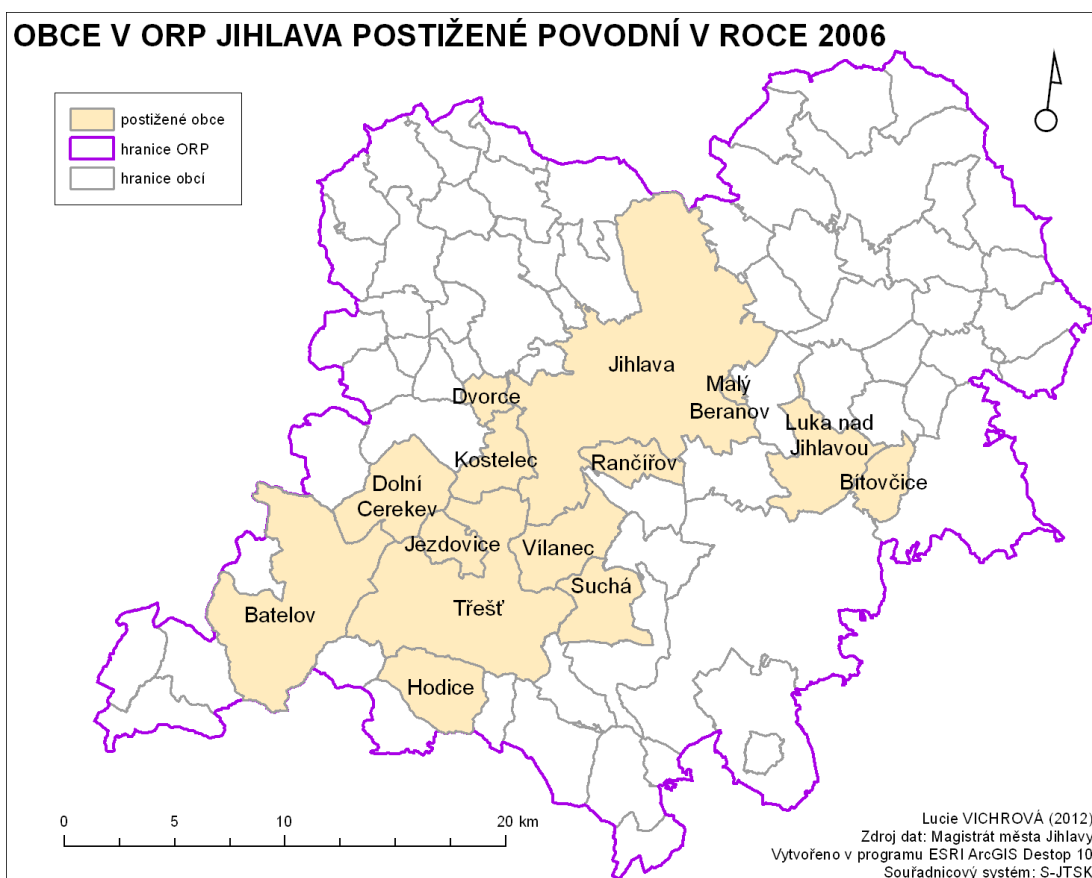
Povodňová komise Statutárního města Jihlavy obce s rozšířenou působností poprvé zasedala 29. 3. 2006 v ranních hodinách a vyhlásila II. stupeň povodňové aktivity. Tentýž den v odpoledních hodinách vyhlásila III. stupeň povodňové aktivity. Po vyhlášení se pravidelně scházela za účasti správce toků.

Průběh povodně:

Třeštský potok byl vlivem zvýšeného průtoku v obci Třešť značně zdevastován, bylo poškozeno koryto a opevnění vodního toku. Na jeho přítoku, Valchovském potoce, došlo k havarijnímu stavu na hrázi rybníka Valcha, kaverny v hrázi a průsaky zdi bezpečnostního přelivu (příloha č. 1). Povodňová komise Statutárního města Jihlavy

jako obce s rozšířenou působností rozhodla o neprodleném snížení hladiny rybníka. Havarijní stav Valchy způsobil částečné přelítí níže položeného rybníka Váňovský a došlo k zaplavení dvou domů. Zjištěny byly rovněž průsaky a poškození části hráze u bezpečnostního přelivu rybníka Jezdovický. Komise opětovně rozhodla o snížení hladiny, a tím došlo k zatopení čtyř obytných domů v obci Salavice, k částečnému přelítí hráze rybníka Silniční a následné devastaci opevnění silničního mostu v obci Kostelec.

Řeka Jihlávka zaplavila údolí v úseku mezi obcemi Vílanec a Rančířov, kde se nachází dva rodinné domy. V úseku příměstské části Jihlavy - Sasov a lokalitou Stará Plovárna došlo k zaplavení zahrádkářské kolonie na obou březích toku (příloha č. 1). Manipulace nádrže Stará Plovárna byla prováděna s ohledem na nebezpečí zaplavení rodinných domů na pravém břehu toku. Na soutoku s Koželužským potokem došlo k zatopení dopravního hřiště (příloha č. 1). Poškozena byla částečně úprava vodního toku Jihlávka v úseku podél ZOO Jihlava.



Obrázek 5 Obce postižené povodní v roce 2006, zdroj: Magistrát města Jihlavy, prosinec 2012.

V obci Batelov došlo v úseku nad obecní čistírnou odpadních vod (dále jen ČOV) k zatopení pozemků na pravém břehu řeky Jihlavy a zdevastování koryta toku v délce cca 30 m nad limnigrafickou stanicí Batelov, k zaplavení části areálu ČOV Batelov a areálu Motorpalu Batelov. Po celé délce toku docházelo k zaplavení přilehlých pozemků, luk, niv, komunikací, trati, zahrad a rekreačních objektů. V úseku města Jihlavy došlo v podjezí jezu Motorpal k částečnému zatopení areálu a k poškození zdí propustí a dlažeb na jezu. Rovněž byly poškozeny jezy Český, Pekárkův a Petrovice. V úseku obce Luka nad Jihlavou a obcí Bítovčice došlo k zaplavení mlýnu, pálenice a přilehlých nemovitostí. Přímo v obci Bítovčice byla zatopena cesta a tím byl znemožněn přístup do obce (příloha č. 1).

## **4. Varovné systémy**

### **4.1 Předpovědní a hlásná povodňová služba**

Významným prvkem je na zvoleném území hlásná a předpovědní služba Českého hydrometeorologického ústavu s nepřetržitou službou a monitorovací systém státních podniků Povodí, s nepřetržitou hlásnou službou. Hlásná povodňová služba dle § 73 vodního zákona hlavně sděluje povodňovým orgánům informace o srážkách, stavu na vodních tocích, průtočnosti koryt a mostních objektů, stavu ochranných hrází, nátržích a průrvách, rozlivech a povrchovém odtoku. Hlavní součástí předpovědní služby jsou výstrahy před povodňovými jevy, intenzivními srážkami a bouřkami. Výstrahy jsou poskytovány před vznikem ohrožujícího povodňového stavu a jsou určeny k aktivizaci povodňových orgánů, včetně aktuálních stavů a dalších vývoje v zasažených povodích.

### **4.2 Povodňové orgány**

Povodňovými orgány jsou povodňové komise obcí, povodňové komise obcí s rozšířenou působností, povodňové komise krajských úřadů a Ústřední povodňová komise.

Povodňové orgány dle § 77 vodního zákona rozhodují na základě předaných informací od předpovědní a hlásné povodňové služby o postupu před a při průběhu povodňových stavů včetně činnosti po povodni. Pravidelně sledují hlásné profily a zabezpečují hlásnou povodňovou a hlídkovou službu, jejímž úkolem je zjistit situaci v terénu. Povodňové orgány postupují v souladu s povodňovým plánem. Veškeré postupy zaznamenávají do povodňové knihy.

### **4.3 Povodňové plány**

Povodňový plán dle § 71 vodního zákona slouží jako podklad pro ochranu před povodněmi na určitém území včetně postupu při povodni. Plán obsahuje dle odvětvové normy TNV 75 2931 věcnou, organizační a grafickou část. Věcná část zahrnuje údaje o velkých vodách, nejvyšší průtoky a hladiny velkých vod, odtokové poměry, charakteristiku ohrožených objektů v záplavovém území, druhy a rozsahy ohrožení včetně návrhu opatření k ochraně před povodněmi, stupně povodňové aktivity. Součástí organizační části povodňového plánu je složení povodňové komise, adresy a kontakty členů včetně jejich úkolů při povodni, organizace povodňové

služby, způsob vyhlášení stupňů povodňové aktivity (sirény, rozhlas, média), organizace dopravy, způsob zabezpečení záchranných a zabezpečovacích prostředků, způsob vyžádání pomoci při povodni, schéma toku informací, varovná opatření. Grafická část je tvořena mapami obsahující stanovené záplavové území s aktivní zónou, kritické profily, vodní díla, hlásné profily, měrné křivky průtoků, vyznačení ohrožených objektů včetně dopravní i technické infrastruktury, evakuační trasy a místa.

#### **4.4 Stanovení povodňové aktivity**

Stanovení záplavového území je jedním z mnoha povodňových přípravných opatření. Jedná se dle § 66 vodního zákona o území, které může být při povodni zaplaveno. Stanovuje se na návrh správce příslušného vodního toku. Pokud se území vyskytuje v zastavitelné ploše, vymezuje se aktivní zóna podle nebezpečnosti povodňových průtoků.

Pro vyjádření míry povodňového rizika se používají stupně povodňové aktivity, které jsou vázány dle § 70 vodního zákona na směrodatné limity, jimiž jsou vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích. Nebezpečí a vývoj povodňové situace se vyjadřují třemi stupni povodňové aktivity, přičemž první stupeň nastává při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a vydáním výstražné informace předpovědní povodňové služby. Druhý stupeň povodňové aktivity se vyhláší při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a zahajují činnost povodňové orgány. Při bezprostředním nebezpečí a dosažení kritických hodnot se vyhláší třetí stupeň povodňové aktivity. Provádějí se zabezpečovací a záchranné práce a evakuace.

Hlásné profily na vodních tocích jsou místa určená ke sledování průběhu povodně. Hlásné profily se rozdělují do tří kategorií A, B a C. Základní kategorie A zahrnuje profily na významných vodních tocích na národní úrovni. Doplňkové hlásné profily jsou kategorie B a jedná se o profily na tocích, které jsou nutné pro řízení ochrany před povodněmi na krajské úrovni. Kategorie C jsou pomocné hlásné profily na vodních tocích, které jsou místního charakteru a slouží hlavně obcím. Vybavení hlásného profilu kategorie C je vodočetná lať nebo 3 značky vodních stavů s barevným odlišením (MŽP, 2011).

#### **4.5 Systém předpovědní a hlásné povodňové služby na národní úrovni**

V současné době je na území České republiky 210 hlásných profilů kategorie A a téměř stejný počet hlásných profilů kategorie B v provozování Českého hydrometeorologického ústavu, státních podniků Povodí a jiných subjektů (Kocman a kol. 2011). Jedná se např. o hladinové sondy. V rámci meteorologických sítí provozuje ČHMÚ zhruba 730 srážkoměrných stanic (Kocman a kol. 2011). ČHMÚ a správci povodí prezentují údaje z těchto zařízení o průtocích, srážkách a manipulacích na vodních nádržích na svých internetových stránkách a jsou k dispozici i široké veřejnosti. Pokrytí měrnými body je z pohledu národní koordinace a monitoringu povodňových stavů dostačující, nicméně z pohledu lokálních výstražných systémů a zaměření na menší vybrané území, kde se často nachází jen malé množství těchto monitorovacích bodů, naprosto nedostačující a obce, případně sdružení obcí čím dál častěji začínají budovat vlastní lokální výstražné systémy.

#### **4.6 Lokální výstražné systémy v daném území**

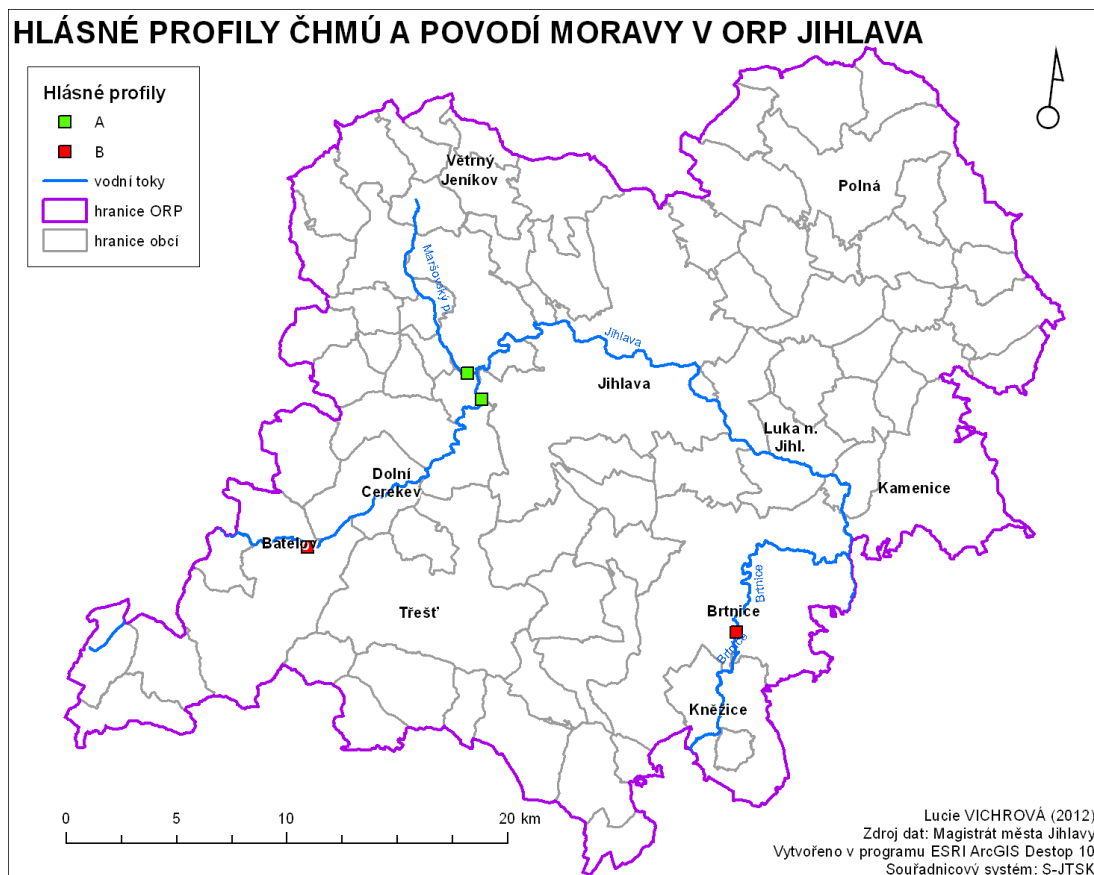
Lokální výstražné systémy mohou být obcím a jejich povodňovým komisím významným pomocníkem v případě povodní. Obec může využít jak systému národní sítě měrných profilů a meteorologické sítě srážkoměrů, tak na základě zkušeností z historických povodní vybudovat vlastní monitorovací systém na daném území. Díky údajům z obou systémů jsou tak k dispozici podrobnější a obsáhlejší informace o vývoji situace ve zvoleném území. Povodňové komise obcí mohou pružněji reagovat na vzniklý stav, a mohou tak zabránit škodám, ke kterým by mohlo dojít v případě, že by nebyla zajištěna dostatečná informovanost povodňových orgánů.

##### **4.6.1 Vodoměrné a srážkoměrné stanice**

Hlavním úkolem vodoměrných a srážkoměrných stanic je měření a záznam dat z připojených čidel, vyhodnocení měřených dat, odesílání funkcí alarmových SMS při překročení nastavených limitních hodnot a přenos měřených dat a jejich zpřístupnění pro potřeby povodňových orgánů a veřejnosti (Kocman a kol. 2011). Měření stavu hladin zajišťují automatické vodoměrné stanice, které mohou měřit výšku hladiny a průtok. Poskytují informace o aktuální situaci a průběhu stavu hladiny toku.

V území ORP Jihlava jsou v současné době pouze měrné body, které na povrchových tocích zaujímají část povodí řeky Jihlavy a řeky Brtnice (tab. č. 5). Na ostatních

významných tocích ve vybraném území není zajištěn monitoring, který by zohlednil situaci na tocích (obr. č. 5).



Obrázek 5 Hlásné profily na vodních tocích v ORP, zdroj: Magistrát města Jihlavy, prosinec 2012.

Tabulka 5 Měrné body na povrchových tocích, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Číslo hydrologického pořadí	Vodní tok	Název stanice	Provozovatel	Kategorie
4-16-01-009	Jihlava	Bateľov	ČHMÚ Brno	B
4-16-01-027	Jihlava	Dvorce	ČHMÚ Brno	A
4-16-01-028	Maršovský potok	VD Hubenov	Povodí Moravy	A
4-16-01-072	Brtnice	Brtnice	ČHMÚ Brno	B

Měření srážek zajišťují srážkoměrné stanice, které poskytují informaci o aktuální srážkové situaci a průběhu deště. Měrné body pro monitoring srážek jsou základním prvkem včasné výstrahy. Území ORP Jihlava je natolik rozsáhlé, že se nedaří dostatečným způsobem zajistit srážkoměrné pozorování v celém povodí. Stávající srážkoměry různých provozovatelů, umístěné pouze v 7 obcích, nepokryjí celé území (tab. č. 6).

Tabulka 6 Měrné body na měření srážek, zdroj: Statutární město Jihlava červen, 2010.

Název stanice	Provozovatel	Typ
Jihlava	ČHMÚ Brno	manuální
Vysoké Studnice	ČHMÚ Brno	automatický
Třešť	ČHMÚ Brno	automatický
Stonařov	ČHMÚ Brno	manuální
Batelov	ČHMÚ Brno	manuální
Dvorce	ČHMÚ Brno	automatický
Loudilka	Povodí Moravy	automatický

#### 4.6.2 Doplnkové systémy

V návaznosti na práci povodňových komisí je třeba zajistit také včasnou a dostatečnou informovanost obyvatelstva. K těmto účelům mohou sloužit doplnkové informační systémy.

Oblast varování patří mezi nejdůležitější kroky při řešení krizových situací nejen povodní. Včasné varování může snížit riziko vzniku škod nebo dokonce ztrát na životech. Povinnost zabezpečit varování a vyrozumění obyvatelstva ukládá orgánům a organizacím zákon č. 239/2000 Sb. Odpovědnost za varování má starosta obce, který může využít varovné a vyrozumívací systémy. Jedná se především o jednotný systém varování a vyrozumění (dále jen JSVV), provozovaný Ministerstvem vnitra, resp. Generálním ředitelstvím hasičského záchranného sboru ČR. Na JSVV může navazovat místní systém varování, což je nejčastěji obecní rozhlas nebo alespoň siréna.

V ORP Jihlava mají některé obce k dispozici sirénu nebo místní rozhlas. Většina těchto zařízení je momentálně nefunkční nebo zastaralá, není proto zajištěna dostatečná informovanost obyvatel a v případě krizového stavu povinnost daná zákonem.

Dalším doplnkovým systémem může být využití zařízení pro přenos dat GPS (Global Positioning System). Prostřednictvím tohoto systému mohou být přesně lokalizována místa např. ohrožená ledovými jevy, s urychleným odtokem nebo omezující odtokové poměry.

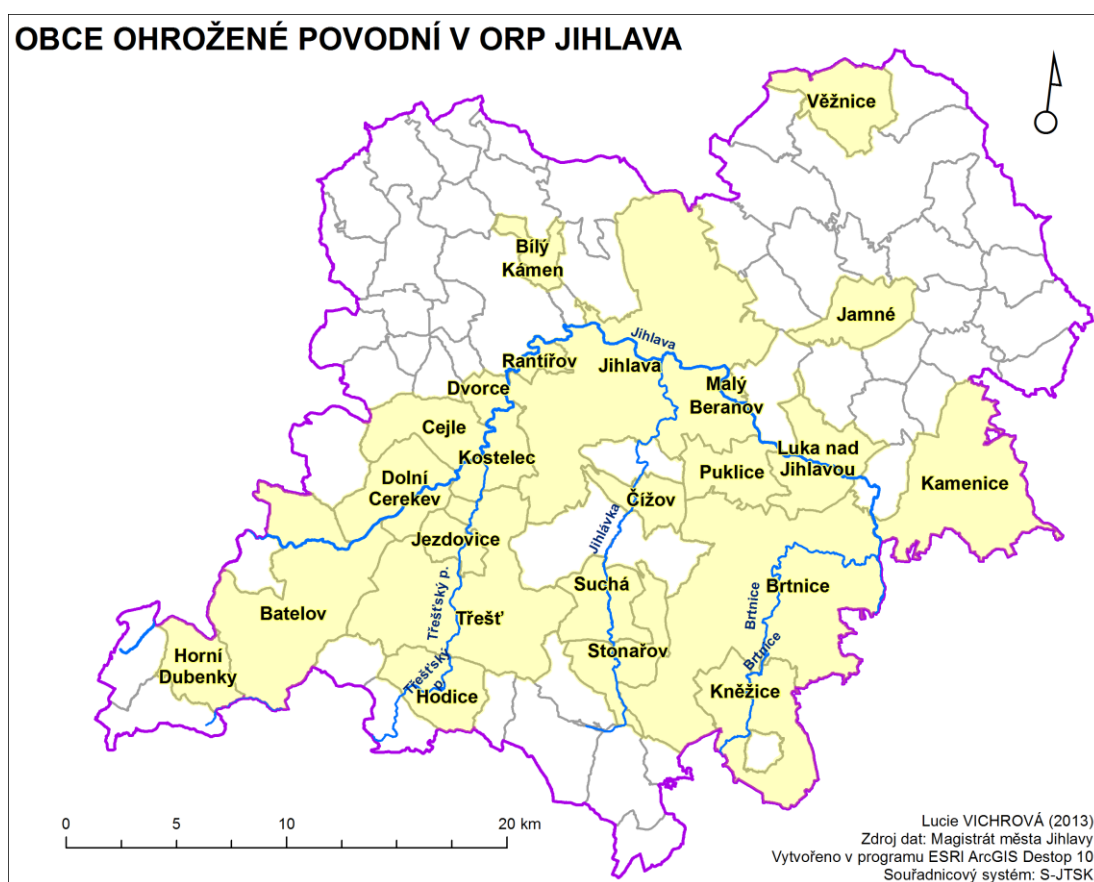
V poslední době se rozšířilo využívání tzv. varovných SMS zpráv. Rozvoj v této oblasti je velice rychlý a velmi dobře využitelný a lze předpokládat, že v budoucnosti zaujme svým významem rovnocennou pozici s JSVV.



Povodňové orgány nemají většinou kromě zaslané výstrahy od ČHMÚ jiný zdroj informací než měrné body, a využívají je jako jeden z nejdůležitějších zdrojů informací o srážkových událostech a následujících odtokových poměrech v jednotlivých povodích. V případě, že je obec napojena na Jednotný systém varování a vyrozumění Hasičského záchranného sboru, je informována varovným signálem o případném nebezpečí touto cestou (Čamrová, Hromádka 2006). Je zřejmé, že tento způsob informování není dostatečný a že budování lokálních výstražných systémů je vhodným způsobem jak zajistit včasnou informovanost a připravenost na krizové situace povodňových orgánů, tak i veřejnosti.

## 5. Návrh systému protipovodňové ochrany v zájmovém území

Jak bylo řečeno výše, je z historického hlediska patrné (kapitola č. 2.2 Historické povodně v území), že vybrané území je často zasahováno povodňovými jevy a z toho vyplývá potřeba vytvoření systému, který umožňuje sledování vývoje vzestupu hladin, srážkových úhrnů a následně povodňových událostí. Z důvodů zdokonalení předpovědní hlášené služby je navrženo vytvoření sítě měrných profilů s automatickým kontinuálním monitorováním stavů hladin a průběhů srážek. Prostřednictvím této sítě je možné průběžně sledovat vývoj situace na vybraných tocích a ve vybraných lokalitách. Získané informace budou sloužit nejen přímo v místě, ale prostřednictvím získaných dat lze dále predikovat vývoj na dalších částech toku, včas informovat ohrožené subjekty a také včas zahájit přípravu na krizovou situaci související jak se vzestupem hladin, tak i s průběhem srážek. To vše podpořené znalostí daného území nejen z hlediska geografického, ale také z hlediska historických povodní.



Obrázek 6 Obce ohrožené povodní v ORP Jihlava, zdroj: Magistrát města Jihlavy, leden 2013.

Pro „Návrh uceleného systému preventivní protipovodňové ochrany v území ORP Jihlava“ bylo vybráno 23 obcí, z nichž se většina nachází na tocích a byla v minulosti ohrožena povodní nebo přívalovým deštěm (tab. č. 7 a obr. č. 6).

Tabulka 7 - Vybrané obce ohrožené povodní, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Město, obec	Dílčí povodí	Tok	Počet ohrožených objektů
Kamenice	Moravy	Končinský potok Stodolovský potok Kamenička	6
Puklice	Moravy	Puklický potok	10
Brtnice	Moravy	Brtnice Jihlava Přísecký potok Přímělkovský potok z Malé Potok Panská L.	25 4 6 6 1 1
Dolní Cerekev	Moravy	Jihlava Huťský potok	5 3
Hodice	Moravy	Třeštský potok Obecní potok	10 10
Luka nad Jihlavou	Moravy	Jihlava Kozlovský potok Přísecký potok Svatoslavský potok	55
Kněžice	Moravy	Brtnice (Brtnička) Kněžický potok Stráží potok Hrutovský potok Pístovecký potok	19 8
Rantířov	Moravy	Jihlava	23
Věžnice (HB)	Vltavy	Šlapanka	20
Jihlava	Moravy  Vltavy Moravy	Jihlava Jihlávka Koželužský potok Zlatý potok Dražní potok Pístovský potok	142 28 82 59 8 440
Třešť	Moravy	Třeštský potok Valchovský potok Čeňkovský potok	140 10 14
Bílý Kámen	Moravy	Bélkamenský potok	6
Stonařov	Moravy	Jihlávka Farský potok Otínský potok	43 13 2

Velmi snadné řešení návrhu sítě pro sledování stavu hladin a úhrnu srážek by samozřejmě bylo umístit vodoměrné a srážkoměrné stanice do všech obcí. Toto řešení se ovšem jeví jako nekoncepční a ve svém důsledku také neekonomické a neefektivní. Při přípravě návrhu tohoto systému bylo vycházeno z předpokladu, že při vhodném umístění jednotlivých měrných bodů je možné navrhnout takovou síť měrných stanic, která by splňovala požadavky na sledování velké části zvoleného

území a současně by splňovala požadavky na efektivní vynakládání veřejných prostředků, které jsou v současnosti hlavním kritériem pro realizaci projektů financovaných z rozpočtů obcí.

### 5.1 Srážkoměry

Území ORP Jihlava je natolik rozsáhlé, že se nepodaří dostatečným způsobem zajistit srážkoměrná pozorování v celém povodí. Vzhledem k rozsáhlosti území, zvážení historických stavů a v neposlední řadě také souvisejících nároků jak na financování samotného pořízení těchto zařízení, tak i nároků na jejich provoz byly zvoleny obce, pro umístění srážkoměrů, uvedené v tab. č. 8.

Tabulka 8 Navržené srážkoměry v území ORP, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Název stanice	Provozovatel	Typ
Hodice	ORP Jihlava, vodoprávní úřad	automatický
Kamenice u Jihlavy	ORP Jihlava, vodoprávní úřad	automatický
Suchá, Prostředkovice	ORP Jihlava, vodoprávní úřad	automatický
Jamně u Jihlavy	ORP Jihlava, vodoprávní úřad	automatický



Obrázek 7 Navrhovaný srážkoměr, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, listopad 2012.

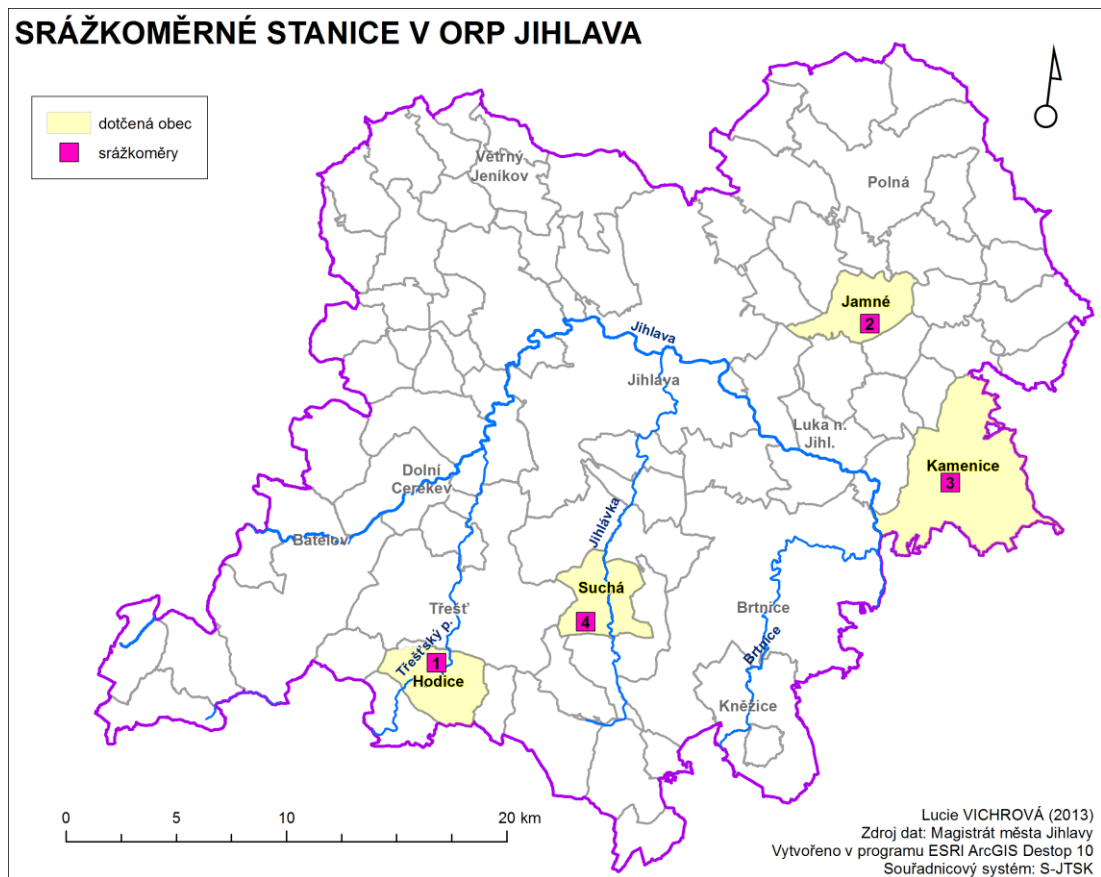
Pro monitoring průběhu srážek byly navrženy člunkové srážkoměry pracující na principu děleného člunku (Fiedler, Mágr 2010). Princip měření spočívá v pohybu

děleného člunku podél osy. Dešťové srážky jsou vedeny ze sběrné nádoby výtokovým otvorem do horní poloviny překlápěcího člunku. Po naplnění poloviny člunku nadefinovaným množstvím srážek dojde k jeho překlopení a začíná se plnit druhá polovina člunku. Každé překlopení je automaticky zaznamenáno v měřicí stanici (Kocman a kol. 2011).

Pro celoroční sledování byl navržen vyhřívaný člunkový srážkoměr se záchytnou plochou 500 cm<sup>2</sup>. Pro ostatní srážkoměry s cílem zachycení přívalových srážek byly navrženy srážkoměry se záchytnou plochou 200 cm<sup>2</sup> (obr. č. 7).

Hlavním požadavkem na umístění a instalaci srážkoměrů bylo to, aby okolní bariéry neovlivňovaly zachycení srážkové vody (doporučena je dvojnásobná vzdálenost překážky od srážkoměru než je její výška). Dále se doporučuje, aby záchytná plocha srážkoměru byla umístěna 1 m nad zemí (Kocman a kol. 2011). Vzhledem k negativním zkušenostem s vandalstvím a ničením volně umístěných zařízení byly navrhované nevyhřívané srážkoměry instalovány na střechy a do zabezpečených objektů, aby nedocházelo k jejich poškození. Instalace na střechu sice ovlivňuje množství zachycení srážky větrem, ale pro potřeby povodňových orgánů a využití dat o aktuální srážce, bude ovlivnění zanedbatelné. Vyhřívaný srážkoměr byl umístěn do oploceného pozemku vodojemu a napojen na elektrickou síť ve vodojemu. Tímto umístěním bude zabráněno přístupu vandalů a současně bude umožněna údržba těchto zařízení.

Navržený automatický měřicí systém sestává z vlastní měřicí stanice a připojených čidel. Základní charakteristika měřicí stanice: připojení srážkových čidel, volitelný interval záznamu měřených dat, kapacita datové paměti 250 000 měřených hodnot, nadlimitní interval archivace měřených dat při překročení limitní hodnoty, nadlimitní interval odesílání dat, parametrické nastavení měřicí stanice pomocí vzdáleného přístupu GPRS, datový přenos GPRS, přenos alarmujících SMS pro zvolený okruh účastníků při překročení limitní hodnoty, nastavení limitní úrovně srážek (klouzavý součet), nastavení rozdílných skupin příjemců alarmujících zpráv podle charakteru limitní situace, možnost aktivace grafických zobrazení průběhů měřených dat do mobilních telefonů, nezávislost na připojení 230 V/50 Hz (mimo srážkoměr pro celoroční sledování), vysoká odolnost v krajních klimatických podmínkách (Fiedler, Mágr 2010).



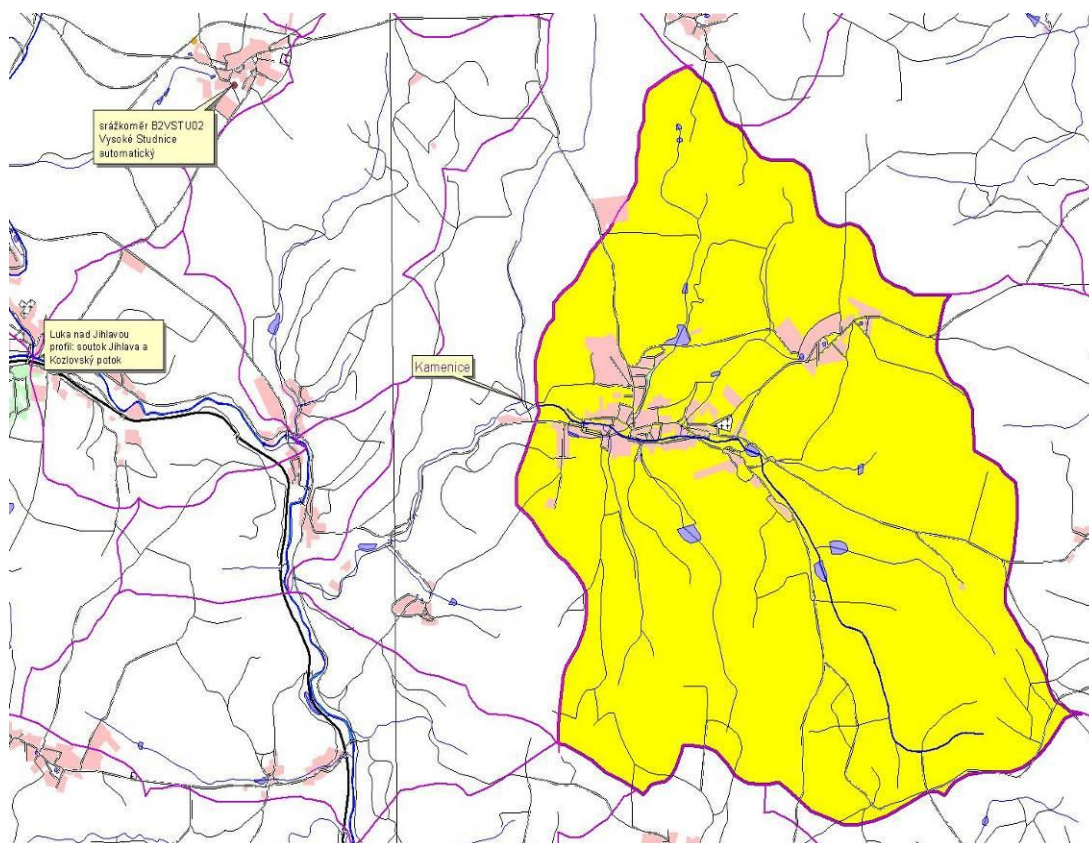
Obrázek 8 Navrhované srážkoměry v ORP Jihlava, zdroj: Magistrát města Jihlavy, leden 2013.

Jak již bylo uvedeno, vyhřívaný srážkoměr s celoročním provozem byl připojen na rozvod NN v objektu vodojemu. Měřicí stanice nevyhřívaných srážkoměrů nemají velké nároky na spotřebu energie a z tohoto důvodu je k napájení využita baterie.

Jak vyplývá ze základních požadavků na vlastnosti měřicí stanice, je hlavním záměrem celého navrhovaného systému maximální automatizace a flexibilita. Díky využití funkce běžného srážkoměru a moderních technologií je možné průběžně zaznamenávat naměřená data bez nutnosti zajištění obsluhy. Díky existujícím a stále vyvíjeným telemetrickým stanicím je možné přednastavit srážkoměr tak, že pokud sonda snímače zaznamená zvýšený úhrn srážek, vyše zařízení automaticky na předem předvolená čísla SMS zprávy s přednastaveným textem. Současně se naměřená data odesílají prostřednictvím GPRS na server provozovatele systému. Zpracování samotných dat se potom odvíjí od požadavků provozovatele systému. Data se graficky znázorňují v mapové aplikaci a podle stupně oprávnění jsou přístupná pro práci povodňových orgánů a také veřejnosti. S archivovanými daty je možné dále pracovat např. formou grafů či zpráv a přehledů o průběhu srážek. Měřicí

stanice byla ukotvena na konstrukci srážkoměru pod vlastní srážkoměr (Fiedler, Mágr 2010).

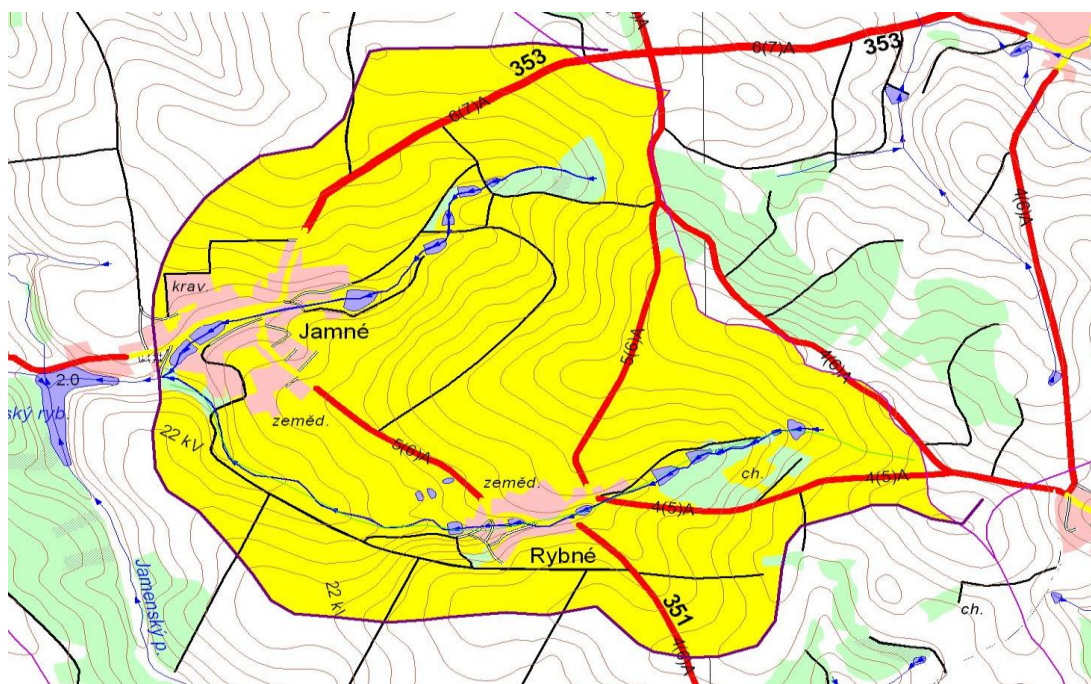
Ve zvoleném území byly navrženy lokality (obr. č. 9), které jsou nejvíce ohroženy přívalovým deštěm. Jednou z nich je měrný profil Kamenice. Jedná se o poměrně malé povodí (19,4 km<sup>2</sup>) na Kamenickém potoce s minimální zalesněností (3 – 6 %), maximálním využitím pozemků k zemědělské činnosti, s výrazným průměrným sklonem povodí (8,9 %), průměrnou nadmořskou výškou povodí: 582,8 m n. m. (Statutární město Jihlava, 2010). Monitoring srážek na tomto měrném profilu bude velmi významný v protipovodňové ochraně zejména za přívalových dešťů, kde je možné očekávat rychlou reakci hladin na povrchových tocích.



Obrázek 9 Povodí Kamenického potoka, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Měrný profil Jamné, soutok potoků levého přítoku Jamenského potoka a Jamenského potoka v obci (obr. č. 10), další z obcí ohrožených přívalovými dešti. Jedná se o malé povodí (5,4 km<sup>2</sup>) na místním potoce s minimální zalesněností (2 – 5 %) a průměrným sklonem povodí (5,4 %), průměrnou nadmořskou výškou povodí 567,3 m n. m., s maximální délkou levého přítoku 3083 m, sklonem podél maximální délky levého

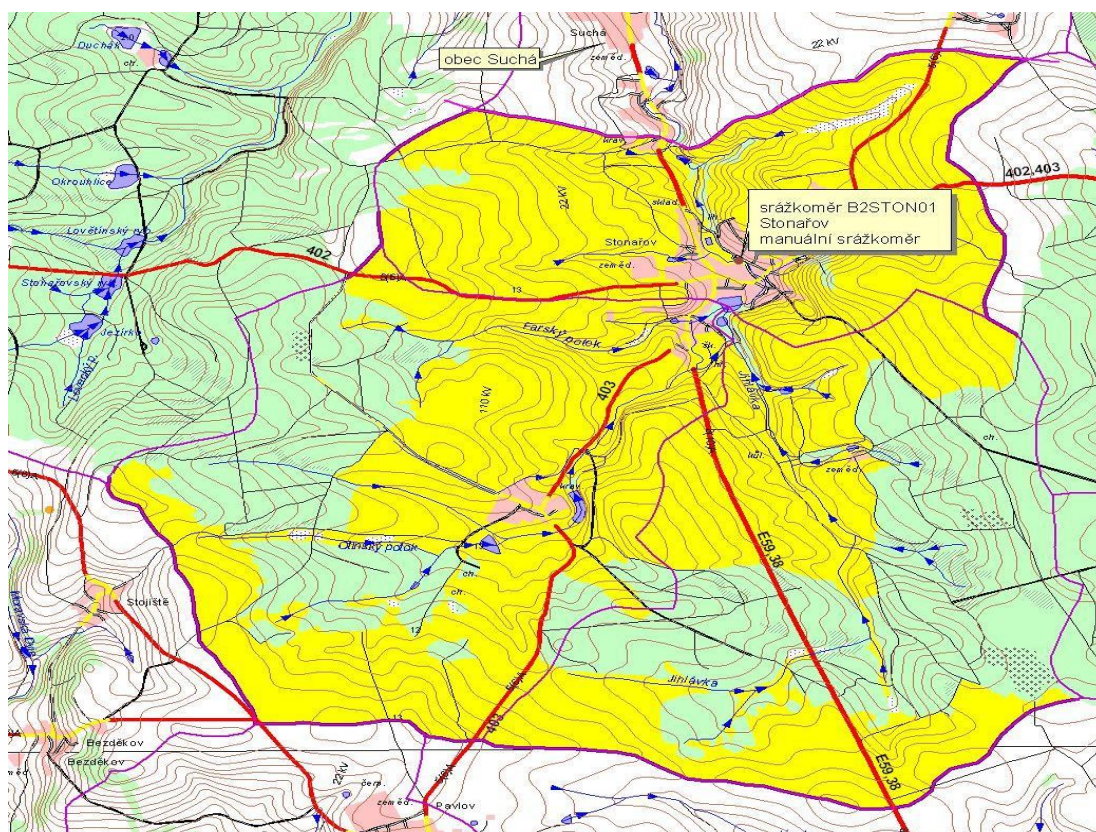
přítoku 2,4 % a průměrným sklonem levého přítoku od těžiště povodí k závěrovému profilu 2,0 %. Jamenský potok s maximální délkou toku 2157 m, sklonem podél maximální délky toku 2,1 % a průměrným sklonem toku od těžiště povodí k závěrovému profilu 1,3 % (Statutární město Jihlava, 2010). Obec Jamné a její místní část Rybné jsou situovány mezi stávajícími rybníky a jsou zároveň ohroženy i zaplavením z výše uvedených toků.



Obrázek 10 Povodí Jamenského potoka, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Měrný profil Suchá, nad obcí, (obr. č. 10), jedná se o povodí o rozloze 23,2 km<sup>2</sup> na řece Jihlávce se zalesněností 20 – 25 % a průměrným sklonem povodí (4,9 %), průměrnou nadmořskou výškou povodí 629,5 m n. m., s maximální délkou toku 6643 m, sklonem podél maximální délky toku 1,2 % a průměrným sklonem toku od těžiště povodí k závěrovému profilu 1,1 % (Statutární město Jihlava, 2010). Místní část Prostředkovice byla v minulosti několikrát zaplavena z řeky Jihlávky a informace o úhrnu srážek ze zařízení bude velmi důležitá pro povodňové orgány z hlediska průběhu povodňové situace na řece Jihlávce.





Obrázek 11 Zatopení nad obcí Suchá, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

## 5.2 Hladinoměry

Z důvodů zdokonalení předpovědní hlásné služby bylo využito zkušeností z již proběhlých povodňových situací a je navrženo umístění hladinoměrů (obr. č. 13) na vodních tocích uvedených v tab. č. 9.

Tabulka 9 Navržené hladinoměry na vodních tocích v území ORP, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Vodní tok	Č.h.p.	Ohrožené k.ú.
Jihlávka	4-16-01-036	Jihlava
Jihlava	4-16-01-001	Luka nad Jihlavou Malý Beranov
Třeštský potok	4-16-01-020	Třešť
Koželužský potok	4-16-01-047	Pístov
Šlapanka	1-09-01-052	Dolní Věžnice

V současné době je na trhu více druhů hladinoměrů a výběr typu byl přizpůsoben předpokládanému umístění. Na zřetel byla brána i ochrana před nežádoucím poničením jak v průběhu povodně, tak i před poničením vandaly. Na základě navržených lokalit, stavu toků a přiléhající infrastruktury byly zvoleny hladinoměry s ultrazvukovým senzorem (obr. č. 14) a s manometrickou sondou (obr. č. 12).

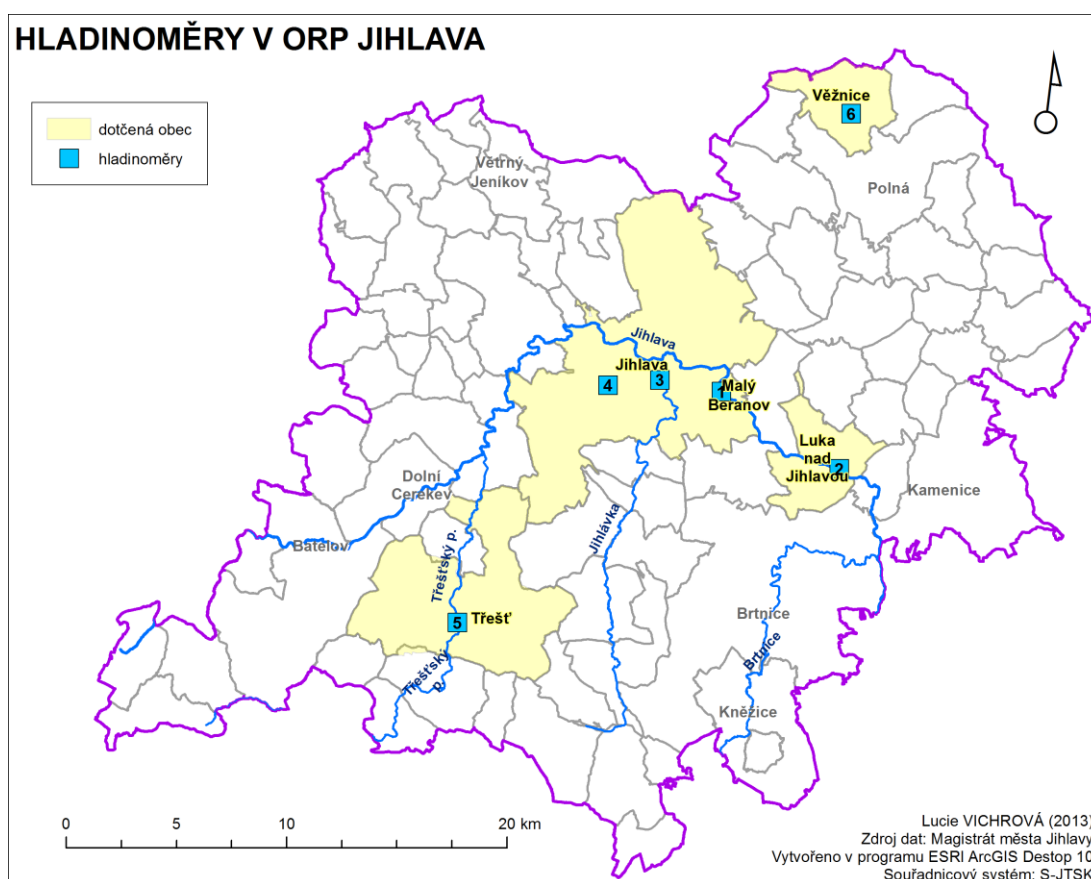
Ultrazvuková sonda vysílá ultrazvukový signál a ten se odrazí od detekované plochy. Čas mezi vysláním a příjmem signálu je úměrný pozici hladiny toku (Kocman a kol. 2011). Manometrická sonda prostřednictvím membrány (křemíkové nebo keramické) snímá hydrostatický tlak vody, který odpovídá pozici hladiny nad sondou. Manometrická sonda musí být vybavena kapilárou pro kompenzaci vlivu atmosférického tlaku vzduchu (Kocman a kol. 2011). Kromě těchto zařízení jsou dále hladinoměry vybaveny řídicí jednotkou a solárním panelem. Zařízení byla instalována na mostní konstrukce nebo lávky.



*Obrázek 12 Hladinoměr s manometrickou sondou v Pístoově, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, listopad 2012.*

Stejně jako u srážkoměrů se hladinoměry skládají z vlastní měřicí stanice a připojených čidel. I u těchto zařízení je žádoucí maximální automatizace celého procesu měření hladiny, a proto i zde bude využita moderní technologie pro zajištění přenosu dat.

Základní požadavky na vlastnosti měřicí stanice vycházejí z předpokládaných základních vlastností hladinoměrné stanice a z požadavků na další využití získaných dat, přičemž se předpokládá využití dostupných informačních technologií a s tím související přenos dat a jejich další zpracování: připojení hladinových čidel, volitelný interval záznamu měřených dat, kapacita datové paměti 250 000 měřených hodnot, nadlimitní interval archivace měřených dat při překročení limitní hodnoty, nadlimitní interval odesílání dat, parametrické nastavení měřicí stanice pomocí vzdáleného přístupu GPRS, datový přenos GPRS, přenos alarmujících SMS pro zvolený okruh účastníků při překročení limitní hodnoty, nastavení různých limitních stupňů (stupně povodňové aktivity), nastavení rozdílných skupin příjemců alarmujících zpráv podle charakteru limitní situace, možnost aktivace grafických zobrazení průběhů měřených dat do mobilních telefonů, nezávislost na připojení 230 V/50 Hz, vysoká odolnost v krajních klimatických podmínkách (Fiedler, Mágr 2010).



Obrázek 13 Navrhované hladinoměry v ORP Jihlava, zdroj: Magistrát města Jihlavy, leden 2013.

Výška hladiny bude měřena průběžně, naměřená data budou ukládána do měřicí stanice a v nastaveném intervalu budou vysílána prostřednictvím GPRS na server

provozovatele systému, kde se budou zobrazovat v mapové aplikaci a archivovat. Při překročení nastaveného SPA bude interval přenášení dat automaticky zkrácen a bude reagovat na povodňovou situaci. Dále budou nastavena data pro automatické odesílání varovných SMS zpráv pro minimálně tři nastavené stavy vodní hladiny, odpovídající dosažení prvního, druhého a třetího stupně povodňové aktivity (Kocman a kol. 2011). Bude tak zajištěna dvojitá dostupnost informací o překročení hraničních hodnot. Aktuální naměřená data budou graficky znázorněna v mapové aplikaci, archivovaná data bude možné přehledně znázornit v grafech, přehledech a budou tak sloužit pro zhodnocení průběhu povodňové situace.

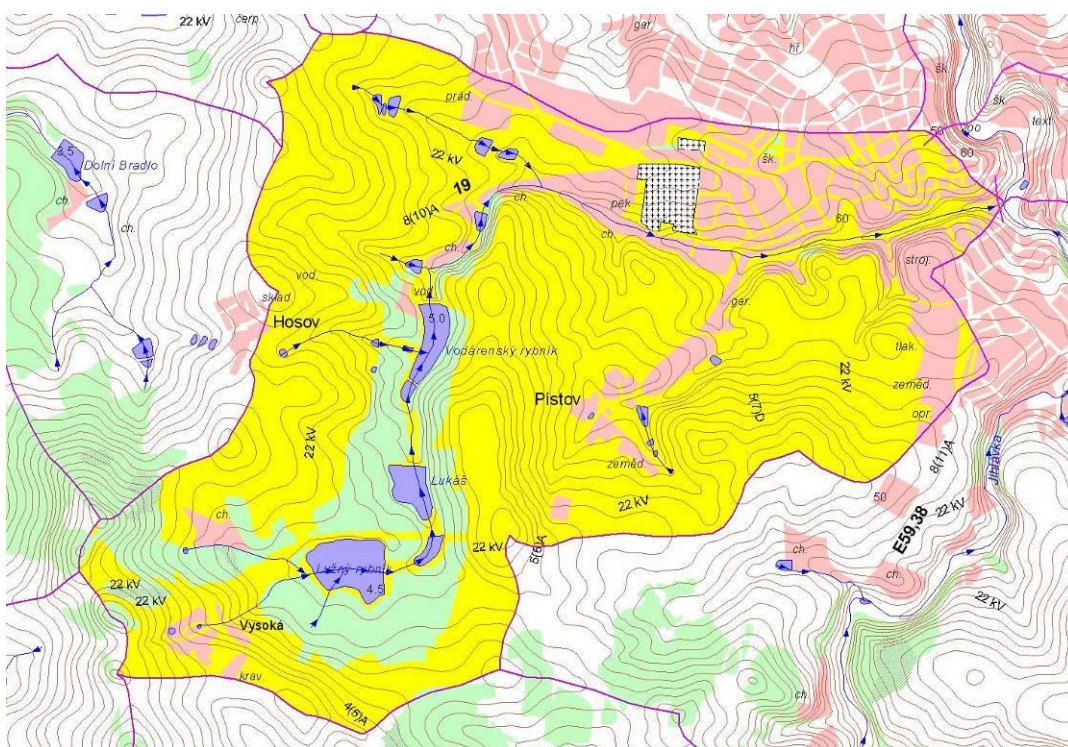
Řídící jednotka, neboli datalogger, byla umístěna na ocelových stožárech ukotvených na mostních konstrukcích.



*Obrázek 14 Hladinoměr s ultrazvukovým snímačem v Malém Beranově, zdroj: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, listopad 2012.*

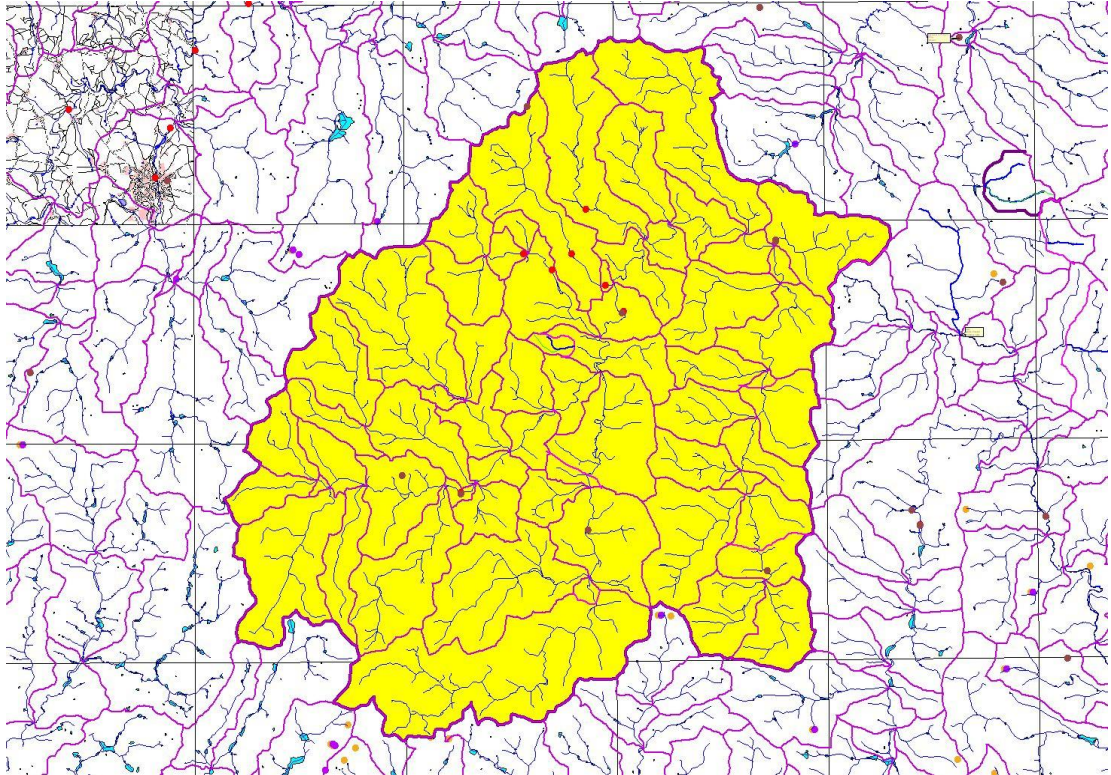
Instalace zařízení na povrchových tocích byla prováděna se zřetelem na maximální hladiny, rychlosti proudění vody a očekávané víření. Měřicí stanice pro monitoring průběhu stavů hladin budou využívat solární panel pro dobíjení vlastního bateriového zdroje (Fiedler, Mágr 2010).

Pro zájmové území bylo zvoleno 6 vodoměrných zařízení, které byly umístěny v rámci území a jednou z vhodných lokalit, kde došlo v minulosti k zatopení Koželužským potokem, je zahrádkářská oblast v Píستově (obr. č. 15). Jedná se o poměrně malé povodí (11,5 km<sup>2</sup>) na Koželužském potoce s minimální zalesněností (2 – 6 %) a s využitím pozemků k zemědělské činnosti, výrazným průměrným sklonem povodí (6,6 %), průměrnou nadmořskou výškou povodí 558 m n. m. (Statutární město Jihlava, 2010). Monitoring vzestupu hladin na tomto hlásném profilu bude mít velký význam pro povodňové orgány z důvodu včasného varování obyvatel v postižené oblasti.

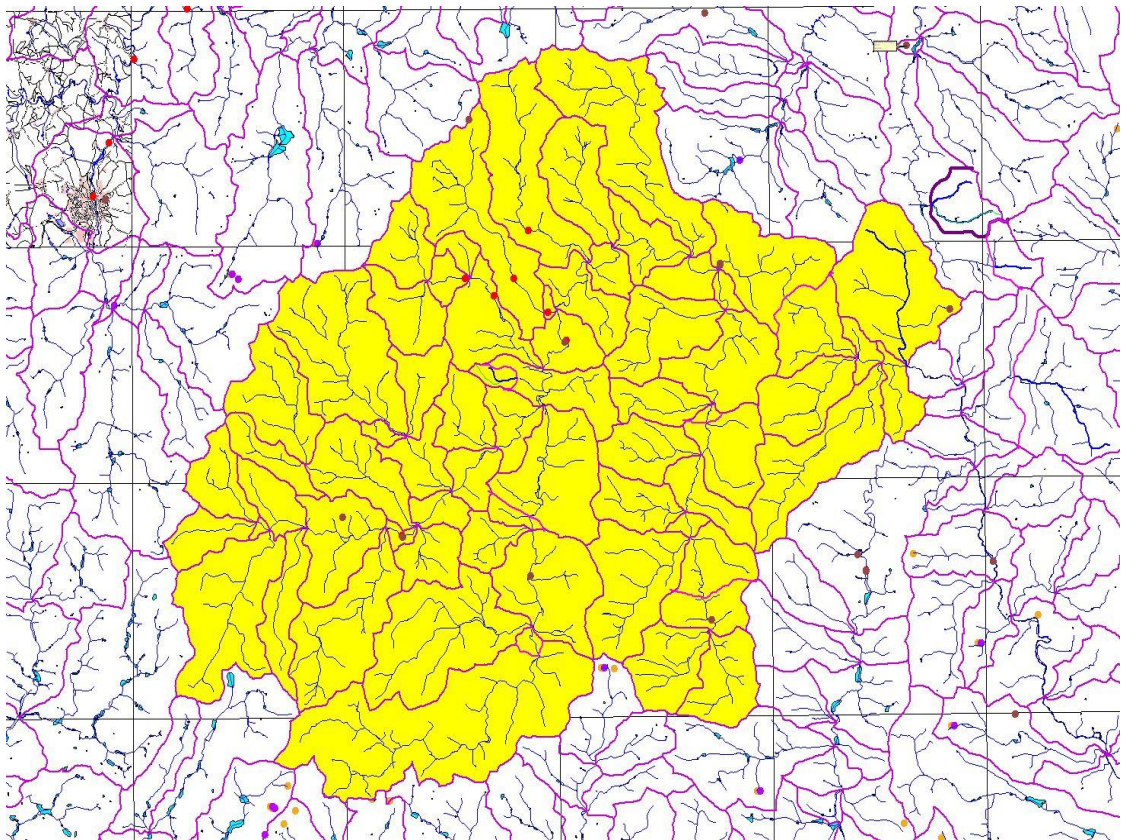


Obrázek 15 Zatopení Koželužským potokem zahrádkářské oblasti v Pístově, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Další lokalitou pro umístění vodoměrné stanice byla zvolena obec Malý Beranov, profil v horní části obce, která je každoročně ohrožena zatopením z řeky Jihlavy (obr. č. 16). Jedná se o povodí o rozloze 527,4 km<sup>2</sup> (Statutární město Jihlava, 2010). Sledování vzestupu hladiny v této lokalitě má vliv nejen na varování osob v místní mateřské školce, která je nejvíce ohrožena, a upozornění zdejšího obyvatelstva, ale i na předání aktuální informace o povodňovém stavu obcím ležícím níže na řece Jihlavě.



Obrázek 16 Povodí řeky Jihlavy, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

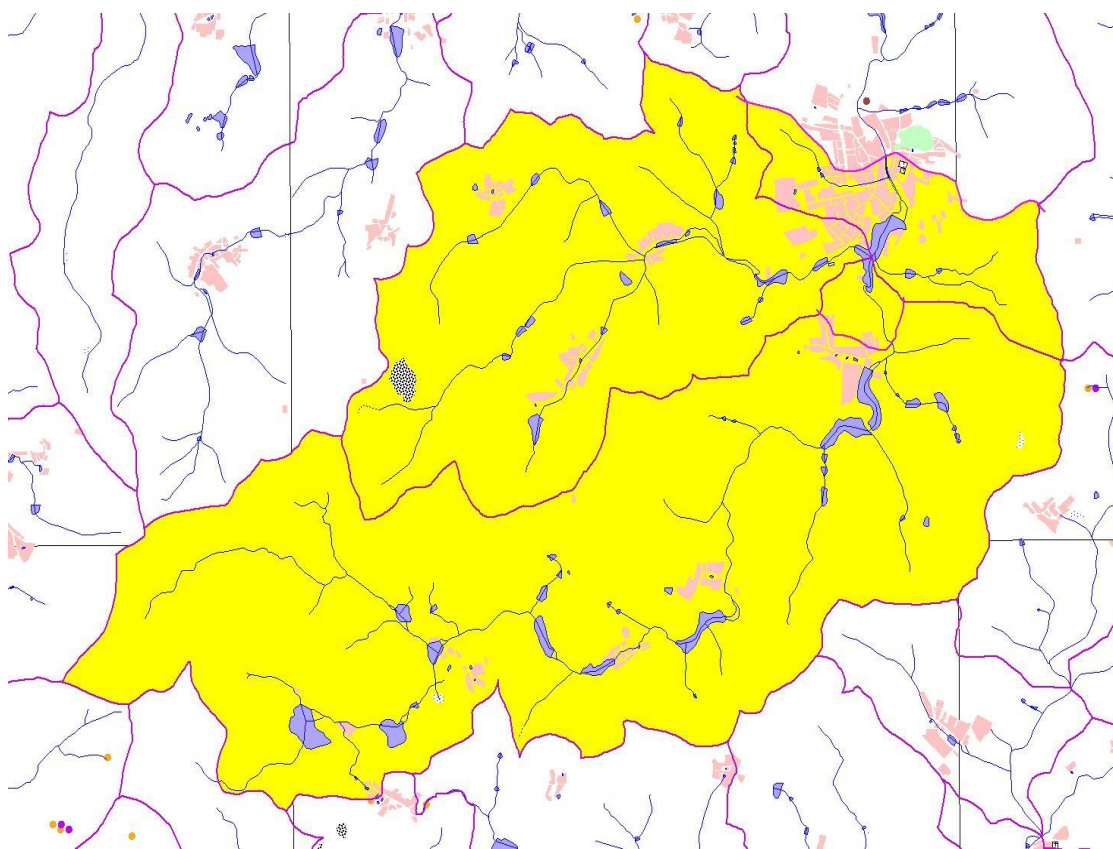


Obrázek 17 Povodí řeky Jihlavy a Kozlovského potoka, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

Obec Luka nad Jihlavou, profil soutok Jihlavy a Kozlovského potoka, je každoročně zaplavována vodami z řeky z Jihlavy v důsledku jarního tání a ohrožena zatopením

z Kozlovského potoka (obr. č. 17), proto bylo zde nutné umístit vodoměrnou stanici, která bude informovat povodňové orgány obce, ale i ORP o stavu hladin na tocích. Jedná se o povodí o ploše 589,2 km<sup>2</sup> (Statutární město Jihlava, 2010).

Další lokalitou, která byla v minulosti pravidelně zaplavována, je město Třešť. Zde je navrženo umístění vodoměrné stanice v profilu silniční most (obr. č. 18). Město je ohroženo zatopením z Třešťského potoka a ze stávajících rybníků, které mají vliv na vzestup hladin jak na Třešťském potoce, tak i následně na řece Jihlavě. Jedná se o plochu povodí 73,6 km<sup>2</sup> (Statutární město Jihlava, 2010).

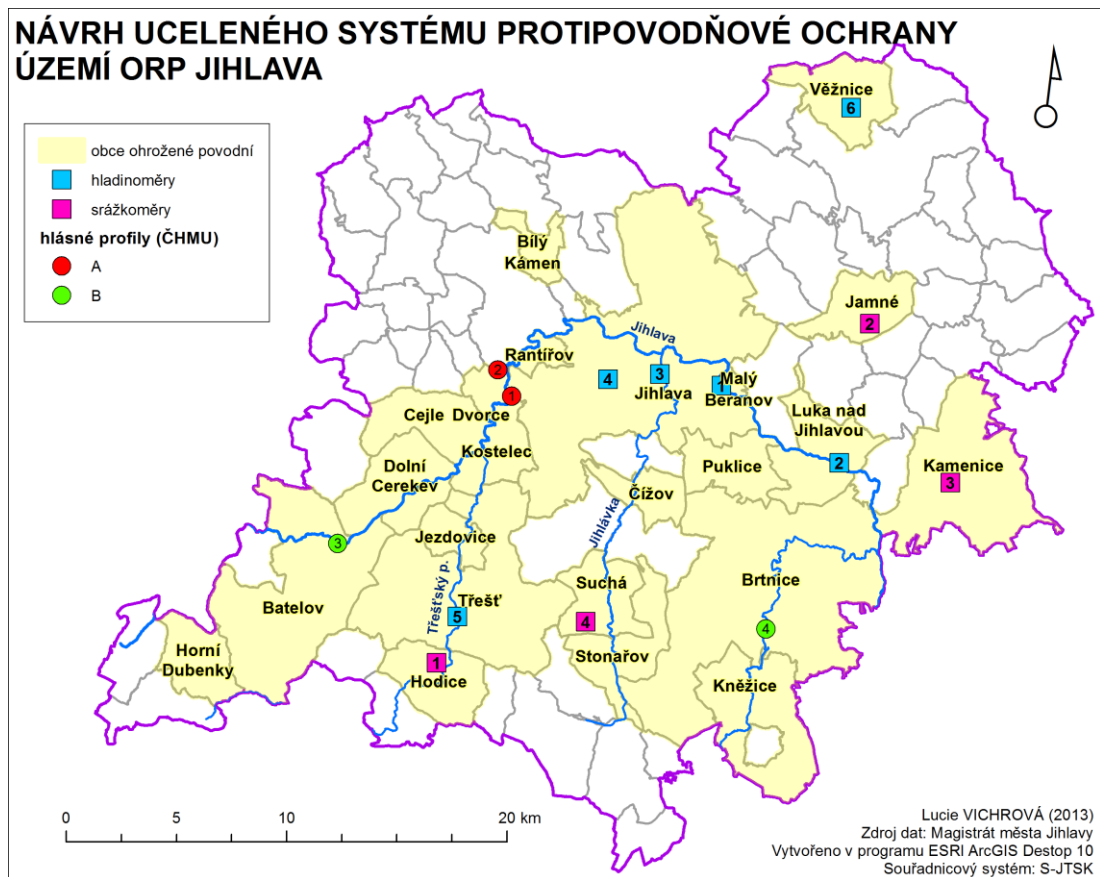


Obrázek 18 Zatopení z Třešťského potoka, zdroj: Statutární město Jihlava, červen 2010.

### 5.3 Schéma systému

Na základě výše uvedených poznatků je navržen systém protipovodňové ochrany území ORP Jihlava zobrazený na obr. č. 19.

Celý systém je navržen tak, že využívá data jak z nově navržených lokálních výstražných systémů, tak ze stávajících hlásných profilů ČHMÚ a Povodí Moravy kategorie A, B, čímž je pro monitorování pokryto dané území jak z hlediska srážek, tak z hlediska vzestupu hladin ve zvoleném území.



Obrázek 19 Návrh uceleného systému protipovodňové ochrany území ORP Jihlava, zdroj: Magistrát města Jihlavy, únor 2013.

Celý systém je navržen tak, že využívá data jak z nově navržených lokálních výstražných systémů, tak ze stávajících hlásných profilů ČHMÚ a Povodí Moravy kategorie A, B, čímž je pro monitorování pokryto dané území jak z hlediska srážek, tak z hlediska vzestupu hladin ve zvoleném území.

Takto navržený systém by ovšem fungoval ve třech izolovaných systémech a přehlednost a zobrazování dat by v průběhu povodňové situace bylo značně náročné. Pro zajištění opravdové ucelenosti systému bude proto zajištěna nová aplikace, která bude získaná data integrovat a zajistí komplexní zobrazení získaných dat. Získaná data se budou zobrazovat ve webové aplikaci, která bude přístupná jak povodňovým orgánům, tak veřejnosti. Aplikace provedená v grafické podobě a integrovaná do mapy bude znázorňovat všechny informace na jednom místě ze všech zařízení zapojených do systému. Jedná se o data ze srážkoměrů, hladinměřů a z mobilních zařízení pro přenos dat z GPS.



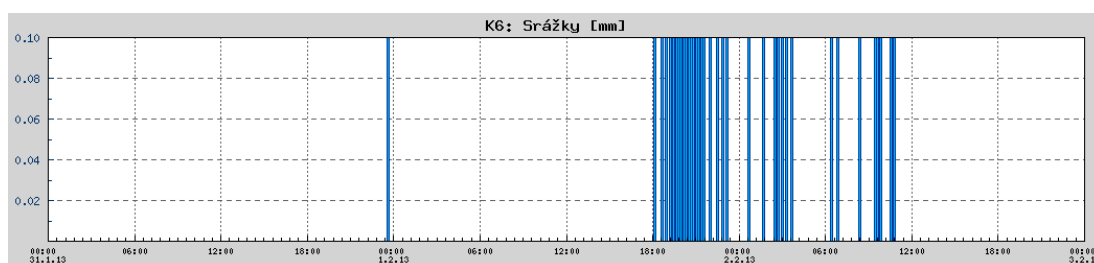
Do navrženého systému resp. do aplikace je možné integrovat také doplňkový místní systém varování obyvatel typu obecního rozhlasu nebo sirény. V rámci systému tak bude umožněno nejen rozesílání zpráv formou SMS z hladinoměřů a srážkoměřů na zvolená telefonní čísla, ale také ústní hlášení a spuštění sirény pomocí této aplikace. Další nastavbou aplikace je SMS centrum, prostřednictvím něhož bude umožněno přímo z aplikace informovat obce a jejich občany o povodňovém nebezpečí formou SMS se zpětnou vazbou doručky. Aplikace umožní vybrat si pro odeslání zprávy objekt, ulici, lokalitu, území, obec, které je nutné informovat. Veškeré informace, záznamy a události budou chronologicky evidovány do povodňové elektronické knihy, která je jedním z nejdůležitějších dokumentačních nástrojů o průběhu povodně.

## 6. Vyhodnocení funkčnosti systému

Navrhovaný systém byl v listopadu 2012 spuštěn. Při jeho provozu byla vyhodnocena data za určitá období, která jsou v podkapitole č. 6.1 a 6.2 popsána.

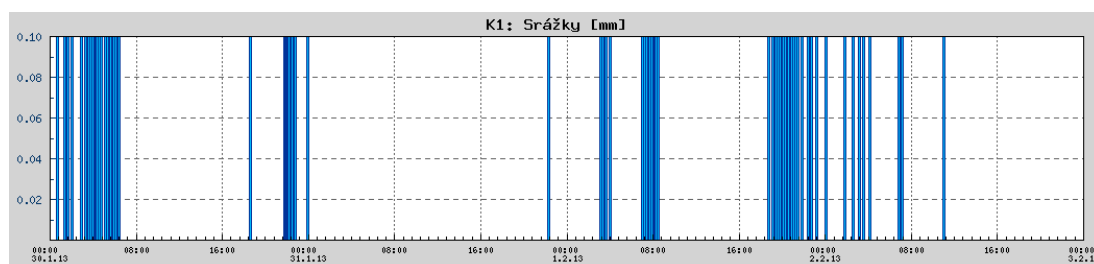
### 6.1. Měření srážek

Ve dnech 30. 1. 2013 až 2. 2. 2013 byla vyhlášena Českým hydrometeorologickým ústavem výstraha předpovědní povodňové služby na jev povodňová pohotovost, nízký stupeň nebezpečí pro Kraj Vysočina, kde se dané území nachází. Ze zobrazených grafů je zřejmé, že byly překročeny limitní hodnoty srážek v určitém hodinu a v konkrétní den.



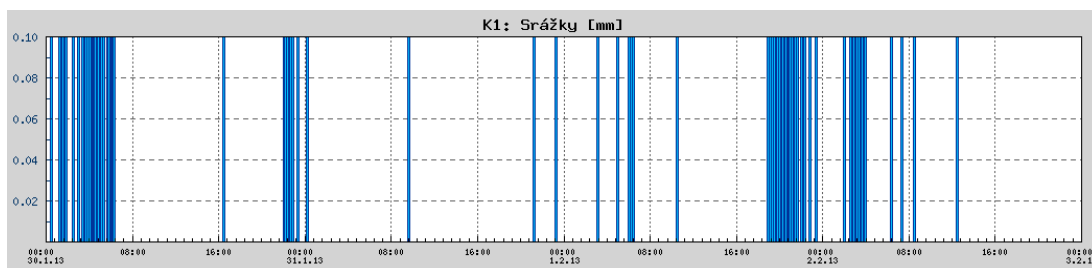
Obrázek 20 Měření srážek v Hodicích, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

Srážkoměr umístěný na střeše obecního úřadu v Hodicích zaznamenal rozdílné množství srážek (obr. č. 20) oproti srážkoměru v Jamném (obr. č. 21). Z hodnot je zřejmé, že v konkrétní dny v Hodicích nebyl zaznamenán žádný úhrn, ale v Jamném v pozorovaném období došlo k několika úhrnům srážek.



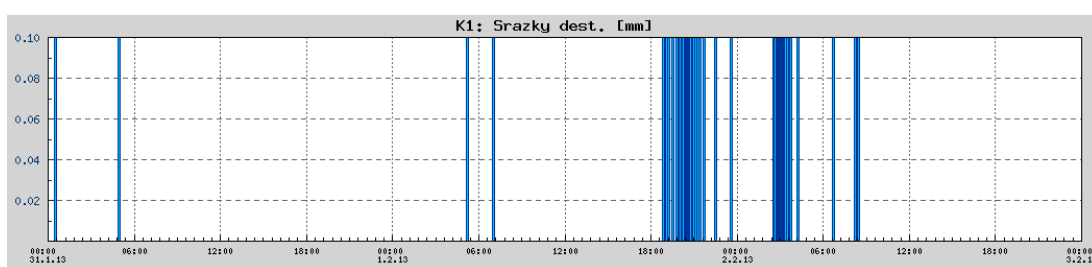
Obrázek 21 Měření srážek v Jamném, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

V městysi Kamenice bylo velmi podobné množství srážek jako v obci Jamné, ale s větší četností (obr. č. 21 a 22).

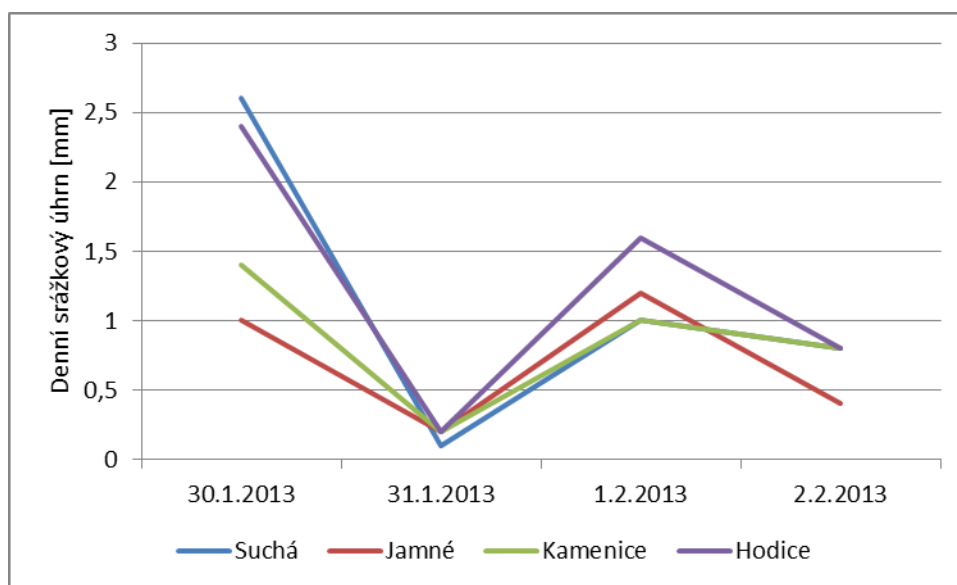


Obrázek 22 Měření srážek v Kamenici, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

V obci Suchá je umístěn srážkoměr na pozemku místního vodojemu (obr. č. 23) a je vyhříváný. Srážkoměr zaznamenal nepravidelný úhrn srážek ve sledovaném období, ale v rozdílném množství než v ostatních sledovaných obcích.



Obrázek 23 Měření srážek v Suché, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013



Obrázek 24 Srovnání měření srážek ve 4 obcích ve stejném období, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

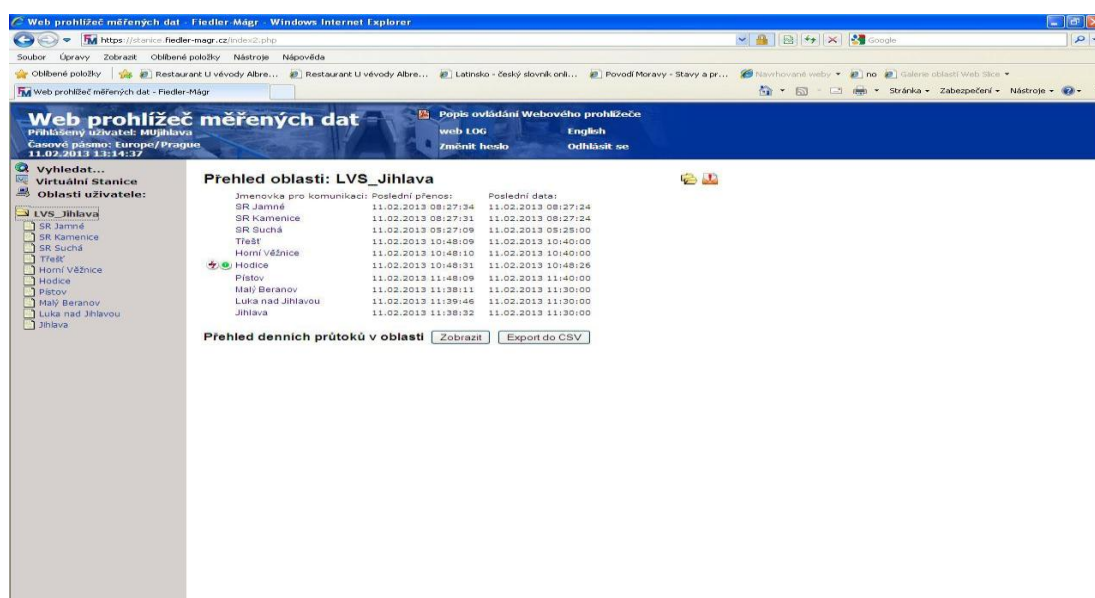
Porovnáním jednotlivých měření srážkových úhrnů srážek v mm [za 60 min] v obcích Hodice, Jamné, Suchá a Kamenice (obr. č. 24) dojdeme k závěru, že umístění srážkoměrů je zvoleno správně v rámci svého území, neboť vypovídá o dané situaci v konkrétní lokalitě a tím se stává aktuální zpráva o průběhu srážek

zásadní informací pro povodňové orgány z hlediska vývoje a průběhu zvýšení hladiny na tocích ve zvoleném území.

## 6.2 Měření hladin

Data z vodoměrných stanic jsou zobrazena na webových stránkách výrobce (obr. č. 25), kde jsou zobrazeny stanice a údaje získané z těchto stanic. Prostřednictvím těchto webových stránek je možné zobrazit vývoj stavu hladiny za jakékoliv vybrané období. Je tedy možné porovnávat údaje z různých období a z různých stanic.

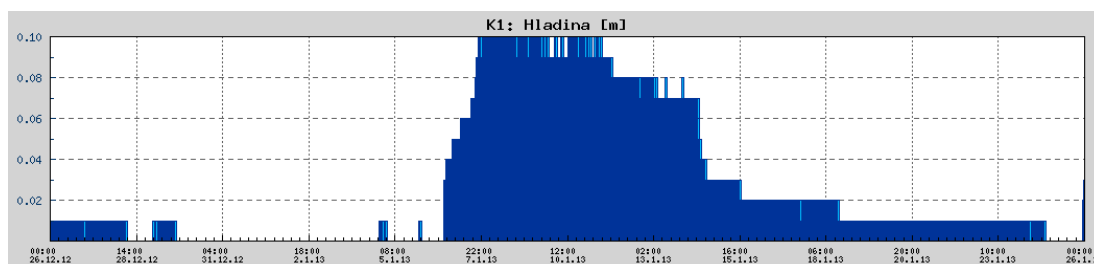
V návaznosti na instalaci stanic je možné sledovat změny výšky hladiny ve vybraném období.



Obrázek 25 Webový prohlížeč měřených dat pro území ORP Jihlava, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

Vzhledem k tomu, že byla na umístěných vodoměrných stanicích zjištěna technická závada, bylo pro zobrazení dat zvoleno období 26. 12. 2012 - 25. 1. 2013, kdy systém řádně fungoval a je na zobrazených grafech zřejmý vzestup hladiny na vodních tocích způsobený srážkovou činností. Záměrně nejsou uvedena všechna měření, protože bylo zjištěno, že nebyl správně nainstalován hladinoměr s ultrazvukovou sondou na řece Jihlávce. Sonda vykazovala chybu a neprováděla odpovídající měření. Proto, aby byl systém funkční, bylo nutné získat informace o chování objektu, na kterém bylo zařízení umístěno a informace o toku, hlavně za povodňových jevů. Muselo být odborně posouzeno koryto a břehové části toku a

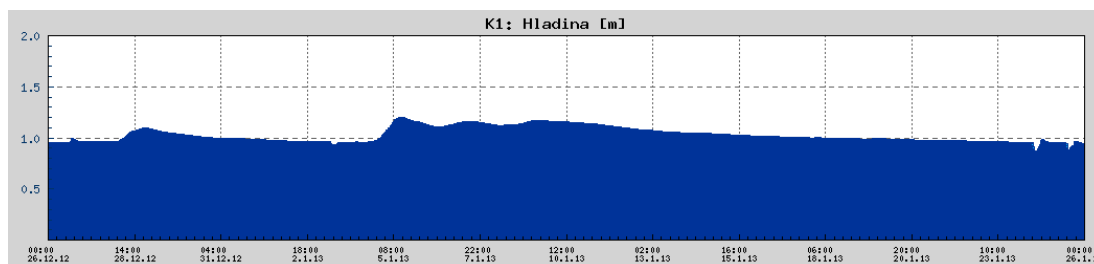
následně provedena kalibrace zařízení. Níže uvedené grafy zřetelně vypovídají o situaci na toku.



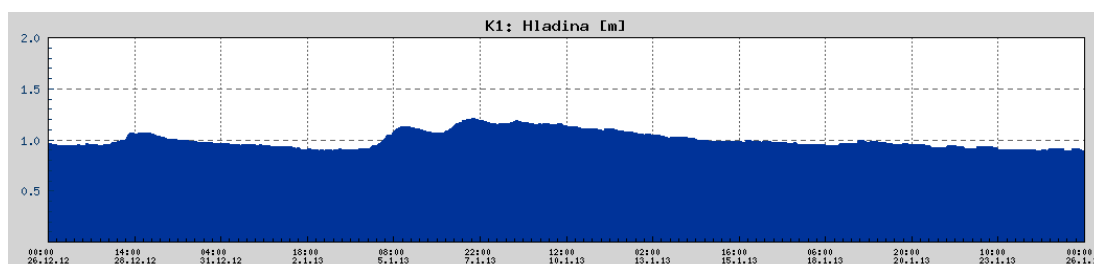
Obrázek 26 Měření hladiny na Koželužském potoce Pístov, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

Vzestup a pokles hladiny na Koželužském potoce v Pístově (obr. č. 26) měl velmi rozdílný průběh než jiné monitorované toky v území. Koželužský potok je mimo povodňové stavy téměř suchý, jeho průtok je minimální.

Hladina řeky Šlapanky (obr. č. 27) měla jiný vývoj oproti Koželužskému potoku a řece Jihlavě (obr. č. 28), protože se nachází v horní části zvoleného území, kde byl rovnoměrný výskyt srážek.

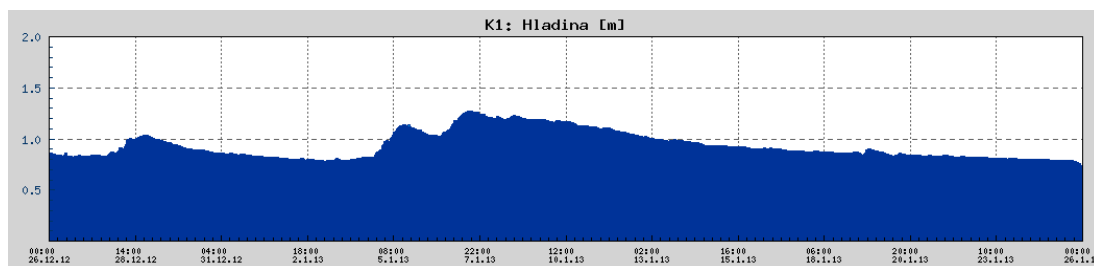


Obrázek 27 Měření hladiny na Šlapance v obci Věžnice, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.



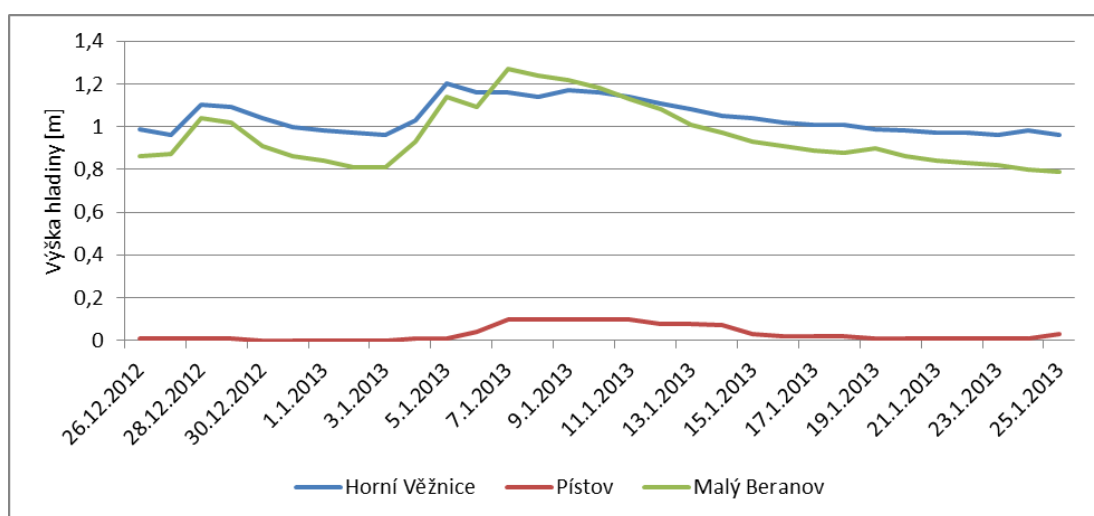
Obrázek 28 Měření hladiny na řece Jihlavě v obci Luka nad Jihlavou, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

Řeka Jihlava jak v obci Luka nad Jihlavou (obr. č. 28), tak v obci Malý Beranov (obr. č. 29) vykazovala velmi podobný průběh vzestupu a poklesu hladiny. S ohledem na znalost této lokality lze konstatovat, že nezanedbatelný vliv na vzestup hladiny měly ledové jevy.



Obrázek 29 Měření hladiny na řece Jihlavě v obci Malý Beranov, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013

Z měření výšky hladiny vodního toku [m] v období 26. 12. 2012 - 25. 1. 2013 na vodoměrných stanicích umístěných na řece Jihlavě, Koželužském potoce a řece Šlapance (obr. č. 30) vyplývá, že umístění měrných bodů na výše uvedených tocích je zvoleno správně. Informace o vzestupu hladiny na Koželužském potoce v Pístově je zásadní pro město Jihlavu, příměstské části a další obce na toku. Stav hladiny řeky Šlapanky v obci Věžnice má značný význam pro níže položené obce na toku. Jakékoliv zvýšení hladiny řeky Jihlavy v Malém Beranově je cennou informací pro obce Luka nad Jihlavou a Bítovčice, které jsou každoročně zaplaveny a nemají v současnosti aktuální informace o vývoji na toku.



Obrázek 30 Srovnání měření výšky hladiny na řece Jihlavě, Šlapance a Koželužském potoce, zdroj: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, únor 2013.

### 6.3 Shrnutí

Navržený lokální varovný systém vychází z potřeby řešení povodňových situací ve sledovaném území a zohledňuje stávající měrné body jiných provozovatelů. Umožňuje zapojení prvků varování a vyzoomění (bezdrátový rozhlas a siréna) a využití informací pro zpracování povodňových plánů. Systém respektuje místní odlišnosti lokality hlavně přírodního charakteru a lidské činnosti. V systému byly

zohledněny geografická a hydrologická charakteristika zájmového území, výskyt typů povodní v daném území, kritická místa v ochraně před povodněmi, hlásné profily A, B, ostatní provozované lokální varovné systémy v blízkém okolí a zkušenosti povodňových orgánů obcí a místních obyvatel v zájmovém území.

Z uvedeného měření srážek a hladin vodních toků (kap. č. 5.1 a 5.2) vyplývá, že systém je nastaven správně a vypovídá o dané situaci ve všech oblastech zájmového území. Srážkoměry doplňují systém zejména v oblastech, kde byly v minulosti obce ohroženy přívalovými dešti. Srážkové měření je včasnou výstrahou před extrémní povodní. V kombinaci s měřením hladin je dostatečně zohledněno zájmové území. Výstupy měřených dat z vodoměrných a srážkoměrných stanic budou zdrojem informací nejen pro provozovatele systému ale i pro povodňové orgány obcí po toku a obce v nedalekém okolí, které byly zasaženy přívalovým deštěm.

Jedná se o systém, který je ucelený, produkující dynamické získávání informací zejména v začátku povodňové situace a velmi usnadní práci při krizových situacích především při včasném varování před vznikající povodňovou situací.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo na základě současného stavu a zkušeností z historických povodní navrhnout systém protipovodňové ochrany v území ORP Jihlava.

Výstupem této práce je návrh systému, který monitoruje stav hladin a průběh srážek v celém území. Systém je navržen formou webové aplikace, která bude využívat data z nově navržených lokálních výstražných systémů a ze stávajících hlásných profilů. Aplikace bude provedena v grafické podobě a integrovaná do mapy, která bude zobrazovat všechny informace na jednom místě ze všech zařízení zapojených do systému.

Navržený systém je určen hlavně pro povodňové orgány obcí a obce s rozšířenou působností ale může i posloužit veřejnosti a dalším subjektům zabývajícím se protipovodňovou ochranou. Na základě měření bylo potvrzeno, že návrh systému je zcela funkční a je přínosem z hlediska aktuálních informací o srážkové činnosti a vzestupu a poklesu hladin na vodních tocích v zájmovém území.

V této práci bylo hlavně využito znalostí jak z hlediska geografického tak z hydrologického, kritických míst v ochraně před povodněmi, výskytu typů povodní, stávajících měrných profilů, sítě srážkoměrných stanic a zkušeností povodňových orgánů obcí, ORP a místních obyvatel v daném území.

Závěrem je nutné připomenout, že umístění vodoměrných a srážkoměrných stanic v rámci systému je navrženo a zaměřeno hlavně na území, kde se již vyskytly přívalové deště, a na vodních tocích, kde byly již v minulosti povodně, proto je nutné brát na zřetel, že systém jako takový nebude vypovídat celkovou situaci o území, pokud se nebude dále rozvíjet a doplňovat o nové zkušenosti a znalosti z povodňových situací v následujících letech v zájmovém území.



## **Přehled použitých zdrojů:**

Bukáček R., Bukáčková P., Culek M., Matějka P., Chroust P. et Rusňák J., 2008: Strategie ochrany krajinného rázu kraje Vysočina. Studio BaM, Žďár nad Sázavou, Praha.

Čamrová L. et Hromádka P., 2006: Lokální bleskové povodně v ČR- příčiny, následky a možnosti řešení z pozice samosprávních obcí. In: Čamrová L., Jílková J. a kol., Povodně v území – institucionální a ekonomické souvislosti. Eurolex Bohemia, Praha: 65-102.

ČHMÚ, 2006. Hlásná a předpovědní povodňová služba. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>, cit. 1. 12 .2012.

ČHMÚ, 2007: Měrná křivka průtoků na řece Brtnice. Český hydrometeorologický ústav, Brno.

Daňhelka J., 2010: Přívalové povodně v červnu a červenci 2009. Vodní hospodářství 11: 300-303.

FIEDLER-MÁGR, 2010: Ing. Jindřich Fiedler – elektronika pro ekologii, České Budějovice, online: <http://stanice.fiedler-magr.cz>, cit. 2 .2. 2013.

Kocman T., Kubát J. et Musil P., 2011: Lokální výstražné a varovné systémy v ochraně před povodněmi. Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Konvička M., Bíza P., Dráb A., Grauová M., Gregorčík J., Holý A., Hubáček P., Kocián J., Kolejka J., Kopáček G., Kubík M., Kynčl M., Lhotáková Z., Malý M., Milerski R., Navrátilová A., Pavlovský L., Polešáková M., Prikryl Z., Říha J., Simpson M., Schmeidler K., Sklenář V., Šterba O., Vaishar A., Wittman M., Zapletal R. et Zimová J., 2002: Město a povodeň, strategie rozvoje měst po povodních. ERA group. Spol. s.r.o., Brno: 21-25.

Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2002: Předběžná zpráva o povodňové situaci v povodí Dyje ve dnech 7. 8. - 20 .8. 2002. Magistrát města Jihlavy, Jihlava.

Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005: Zpráva z povodni – březen 2005. Magistrát města Jihlavy, Jihlava.

Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2009: Zpráva o povodni ve správním území Statutárního města Jihlavy ORP v březnu 2008. Magistrát města Jihlavy, Jihlava.

MZE, 1999-2009: Vodohospodářský informační portál. Ministerstvo zemědělství, Praha, online: <http://voda.gov.cz/portal/cz>, cit. 1. 12. 2012.

MŽP, 2006: TNV 75 2931 Povodňové plány. HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha.

MŽP, 2011: Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha. Věstník MŽP IX/částka 12: 1-15.

Povodí Moravy s.p., 2000: Zpráva a hodnocení zvýšených průtoků a chodů ledů na tocích ve správě provozu Jihlava. Povodí Moravy s.p., Jihlava.

Povodí Moravy s.p., 2002: Vývoj průtoků na řece Jihlavě ve dnech 28. 1. - 30. 1. 2002. Povodí Moravy s.p., Jihlava.

Povodí Moravy s.p., 2003: Celková zpráva o extrémních lokálních srážkách v měsíci květnu 2003 v povodí toku Brtnice a Jihlávka. Povodí Moravy s.p., Jihlava.

Povodí Moravy s.p., 2004: Operativní zpráva o situaci na tocích v povodí Moravy a Dyje dne 4. 2. 2004 k 7.00hod. Povodí Moravy s.p., Brno.

Povodí Moravy s.p., 2006: Souhrnná zpráva o povodňové situaci v povodí Moravy a Dyje ve dnech 26.3. - 20. 4. 2006. Povodí Moravy s.p., Brno.

Povodí Moravy s.p., 2008: Ledové jevy- zpráva od 5. 1. do 10. 1. 2008. Povodí Moravy s.p., Jihlava.

PÖYRY enviroment a.s., 2007: Studie ochrany před povodněmi na území kraje Vysočina. PÖYRY enviroment a.s., Brno.

Statutární město Jihlava, 2010: Digitální povodňový plán ORP Jihlava a varovný vyrozumívací systém ORP Jihlava. Statutární město Jihlava.

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, v platném znění. Sbírka zákonů ČR.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění. Sbírka zákonů ČR.

**Přílohy:**

Příloha č. 1: Fotodokumentace - Povodně

Příloha 1 Fotodokumentace



Obrázek 31 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, v rekreační oblasti Dvorce, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 32 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, u jezu v Malém Beranově, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 33 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, v zahrádkářské kolonii v Jihlavě, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 34 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, v centru města Jihlava, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 35 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, na dvoře areálu Povodí Moravy s.p., foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 36 Povodeň na řece Jihlavě v roce 2006, na Polenské ulici v Jihlavě, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 37 Povodeň na vodní nádrži Valcha v roce 2006, na Polenské ulici v Jihlavě, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 18 Rozvodnění Jihlávky ve městě Jihlava, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.



Obrázek 39 Povodeň v obci Bítovčice, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.



Obrázek 40 Povodeň v obci Bítovčice, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.





Obrázek 41 Povodeň na „Pile“ před obcí Bítovčice, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.



Obrázek 42 Povodeň v chatařské oblasti u Dvorců, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.



*Obrázek 4319 Povodeň na železniční trati do obce Kostelec, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.*



*Obrázek 44 Povodeň v obci Luka nad Jihlavou, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2005.*



*Obrázek 45 Povodeň na Koželužském potoce v Jihlavě, foto: Magistrát města Jihlavy, vodoprávní úřad, 2006.*