



**POVODÍ VLTAVY**

Závod Berounka  
Denisovo nábřeží 14  
301 00 Plzeň

## **Zpracování návrhu pro stanovení záplavového území v oblasti PPO na Litavce v Králově Dvoře v ř. km 2,828 – 5,821**



Sweco Hydroprojekt, a.s.

Táborská 31  
140 16 Praha 4

Červenec 2015

**Zpracování návrhu pro stanovení záplavového území  
v oblasti PPO na Litavce v Králově Dvoře  
v ř. km 2,828 – 5,821**

**Obsah:**

<b>1. Úvod</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Podklady pro řešení</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Geodetické zaměření</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Hydrologické podklady</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Popis řešeného území</b> .....	<b>5</b>
5.1 Model pro stav po výstavbě protipovodňových opatření .....	5
<b>6. Stavba a popis výpočtového modelu</b> .....	<b>7</b>
6.1 Hydrodynamický model v úseku ř. km 2,828 až ř. km 5,821 .....	7
6.1.1 Použité prostředky – MIKE11 .....	7
6.1.2 Tvorba povodňového modelu v prostředí Mike 11 .....	7
6.1.3 Databáze příčných profilů .....	8
6.1.4 Linie toku (branches) .....	8
6.1.5 Objekty na toku .....	9
6.1.6 Okrajové podmínky.....	9
6.1.7 Kalibrace a verifikace .....	9
<b>7. Závěr</b> .....	<b>10</b>

**Zpracování návrhu pro stanovení záplavového území  
v oblasti PPO na Litavce v Králův Dvoře  
v ř. km 2,828 – 5,821**

Název stavby:	Protipovodňová opatření na Litavce – I. etapa Úsek Králův Dvůr, ř. km 2,828 – 5,821
Objednatel dokumentace:	Povodí Vltavy, státní podnik Závod Berounka Denisovo nábřeží 14, 301 00 Plzeň
Tok:	Litavka - ř. km 2,828 – 5,821
Č. hydrologického pořadí:	Litavka 1-11-04-047, 1-11-04-049, 1-11-04-053, 1-11-04-055 Počápeleský potok 1-11-04-048 Dibří potok 1-11-04-052
Místo stavby:	Králův Dvůr
Katastrální území:	Králův Dvůr, Popovice, Počáply, Beroun
Okres:	Beroun
Kraj:	Středočeský
Stupeň dokumentace:	Zpracování návrhu na stavení ZU
Zpracovatel dokumentace:	Sweco Hydroprojekt CZ, a.s., Táborská 31, 140 16 Praha 4 IČ: 26475081
Ředitel divize 131:	Ing. Milan Moravec PD.h
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Petr Holý, zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené ČKAIT pod č. 0007147
Technická kontrola:	Ing. Petr Kaňkovský, zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené ČKAIT pod č. 0010727

## 1. Úvod

Předmětem studie bylo zpracování matematického povodňového modelu Litavky od ř. km 2, 828 až do ř. km 5,821, kde se navazuje na již provedenou úpravu toku.

V rámci prací byl navržen a sestaven jednorozměrný model toku Litavky a jejího záplavového území tak, aby model postihoval výpočet hladin pro zvolené povodňové průtoky. Na základě výpočtů bylo stanoveno záplavové území v zájmové oblasti.

Hlavním cílem byl výpočet hladin velkých vod a stanovení záplavového území po výstavbě navržených protipovodňových opatření.

## 2. Podklady pro řešení

Pro vznik tohoto materiálu byly použity následující podklady:

- Digitální mapa oblasti v měřítku 1 : 10 000
- Geodetické zaměření potřebné pro zpracování výpočtů
- Hydrologická data n- letých průtoků získaná od ČHMU

## 3. Geodetické zaměření

Ke zpracování studie, byly využity geodeticky zaměřené příčné řezy korytem Litavky, včetně řezů zaměřených v objektech (mosty).

Ke stavbě matematického modelu bylo použito celkem 62 příčných profilů (P1 až P62) a 2 příčné profily zaměřené v objektech (2 mosty-SM,NM201).

Geodetické zaměření je zpracováno ve výškovém systému Balt p.v. a souřadnicovém systému JTSK.

## 4. Hydrologické podklady

Hydrologické podklady byly získány od ČHMÚ v průběhu července 2015.

Plocha povodí je cca 560 km<sup>2</sup>.

N (roky)	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>
ústí do Berounky	28,5	55,2	100	142	190	263	327
nad Suchomastským potokem	27,1	52	94,1	134	179	249	310
nad Dibřím potokem	26,3	50,1	90,6	129	173	240	300
nad Počápešským potokem	26	49,4	89,3	127	170	237	296

## 5. Popis řešeného území

Zájmové území se nachází na dolní části toku Litavky těsně před jejím zaústěním do Berounky. Vodoteč protéká převážně v intravilánu na území obcí Králův dvůr a předměstí Berouna, pouze v dolní části je koryto částečně v extravilánu. Koryto je po celé délce upravené, opevněné a ohrázené.

V případě povodní (které jsou zde poměrně časté) a následného rozlivu do inundace by došlo ke škodám na majetku po obou březích toku.

Celkově lze území charakterizovat jako ploché a v případě přelivu hrází, s rozsáhlou inundací a s velkým dopadem na majetek.

### 5.1 Model pro stav po výstavbě protipovodňových opatření

Byl sestaven matematický model, ze zaměřených příčných profilů, dle skutečného provedení stavby. Na ten byly aplikovány shodné kalibrační parametry jako na model zpracovaný návrh protipovodňových opatření tak, aby rozdíl obou modelů byl pouze v příčných řezech – projektovaných a skutečně zaměřených.

Cílem výpočtů bylo získat údaje o hladinách  $n$ -letých ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ) po výstavbě protipovodňových opatření a získat podklady pro návrh záplavového území pro řešenou lokalitu.

#### Hladiny pro $Q_n$ – stav po výstavbě protipovodňových opatření

Příčné řezy	staničení toku	Staničení MIKE11	$Q_{100}$ m.n.m	$Q_{50}$ m.n.m	$Q_{20}$ m.n.m	$Q_{10}$ m.n.m	$Q_5$ m.n.m
P1	2.819	2944	<b>226.64</b>	226.38	225.99	225.71	225.37
P2	2.87	2893	<b>226.87</b>	226.60	226.20	225.90	225.54
P3	2.922	2841	<b>227.03</b>	226.74	226.34	226.00	225.64
P4	2.973	2790	<b>227.20</b>	226.90	226.53	226.15	225.80
P5	3.026	2737	<b>227.35</b>	227.06	226.72	226.30	225.94
P6	3.074	2689	<b>227.37</b>	227.07	226.90	226.32	225.98
P7	3.115	2648	<b>227.50</b>	227.21	227.06	226.50	226.19
P8	3.156	2607	<b>227.70</b>	227.41	227.21	226.70	226.39
P9	3.218	2545	<b>227.95</b>	227.64	227.43	226.93	226.61
P10	3.276	2487	<b>228.26</b>	227.95	227.65	227.23	226.91
P11	3.328	2435	<b>228.49</b>	228.18	227.85	227.45	227.12
P12	3.376	2387	<b>228.65</b>	228.34	228.04	227.60	227.25
P13	3.429	2334	<b>228.89</b>	228.56	228.21	227.81	227.47
P14	3.475	2288	<b>229.09</b>	228.79	228.41	228.06	227.73
P15	3.538	2225	<b>229.40</b>	229.09	228.68	228.34	228.01
P16	3.585	2178	<b>229.50</b>	229.20	228.84	228.46	228.13
P17	3.64	2123	<b>229.75</b>	229.43	229.02	228.67	228.33
P18	3.686	2077	<b>229.97</b>	229.65	229.28	228.87	228.50

Příčné řezy	staničení toku	Staničení MIKE11	Q <sub>100</sub> m.n.m	Q <sub>50</sub> m.n.m	Q <sub>20</sub> m.n.m	Q <sub>10</sub> m.n.m	Q <sub>5</sub> m.n.m
P19	3.735	2028	<b>230.18</b>	229.85	229.54	229.06	228.69
P20	3.777	1986	<b>230.39</b>	230.06	229.75	229.27	228.91
P21	3.827	1936	<b>230.63</b>	230.30	229.98	229.50	229.12
P22	3.876	1887	<b>230.83</b>	230.48	230.20	229.66	229.28
P23	3.916	1847	<b>231.02</b>	230.68	230.39	229.86	229.50
P24	3.971	1792	<b>231.31</b>	230.97	230.67	230.16	229.79
P25	4.019	1744	<b>231.59</b>	231.24	230.85	230.41	230.00
P26	4.068	1695	<b>231.81</b>	231.45	231.03	230.62	230.22
P27	4.115	1648	<b>231.94</b>	231.58	231.26	230.75	230.37
SM		1600	<b>232.24</b>	231.87	231.43	230.97	230.59
P28	4.172	1591	<b>232.37</b>	231.99	231.48	231.10	230.72
P29	4.218	1545	<b>232.39</b>	232.00	231.69	231.14	230.76
P30	4.27	1493	<b>232.52</b>	232.16	231.80	231.34	230.97
P31	4.315	1448	<b>232.75</b>	232.39	231.93	231.59	231.22
P32	4.362	1401	<b>233.01</b>	232.65	232.14	231.80	231.42
P33	4.42	1343	<b>233.20</b>	232.83	232.36	231.97	231.57
P34	4.483	1280	<b>233.43</b>	233.06	232.56	232.19	231.79
P35	4.533	1230	<b>233.56</b>	233.18	232.70	232.31	231.92
P36	4.58	1183	<b>233.77</b>	233.38	232.89	232.49	232.09
P37	4.628	1135	<b>233.95</b>	233.56	233.07	232.65	232.24
P38	4.672	1091	<b>234.02</b>	233.62	233.19	232.70	232.29
P39	4.715	1048	<b>234.12</b>	233.72	233.33	232.82	232.41
P40	4.76	1003	<b>234.31</b>	233.91	233.53	233.00	232.58
P41	4.807	956	<b>234.55</b>	234.13	233.65	233.19	232.77
P42	4.854	909	<b>234.56</b>	234.14	233.74	233.20	232.79
NM201	4.877	887	<b>234.57</b>	234.16	233.80	233.25	232.84
P43	4.891	872	<b>234.61</b>	234.17	233.80	233.25	232.87
P44	4.917	846	<b>234.75</b>	234.33	233.89	233.43	233.02
P45	4.957	806	<b>234.83</b>	234.40	234.04	233.51	233.14
P46	5.001	762	<b>234.98</b>	234.57	234.11	233.70	233.32
P47	5.046	717	<b>235.07</b>	234.67	234.28	233.80	233.41
P48	5.092	671	<b>235.10</b>	234.72	234.45	233.88	233.51
P49	5.137	626	<b>235.32</b>	234.96	234.61	234.15	233.79
P50	5.168	595	<b>235.48</b>	235.14	234.76	234.32	233.95
P51	5.214	549	<b>235.61</b>	235.27	234.88	234.47	234.11
P52	5.262	501	<b>235.79</b>	235.45	235.05	234.66	234.31
P53	5.309	454	<b>235.93</b>	235.59	235.18	234.81	234.46
P54	5.361	402	<b>236.07</b>	235.74	235.36	234.99	234.63
P55	5.408	355	<b>236.16</b>	235.83	235.51	235.09	234.75
P56	5.457	306	<b>236.24</b>	235.92	235.66	235.19	234.83
P57	5.508	255	<b>236.40</b>	236.08	235.85	235.34	234.98
P58	5.558	205	<b>236.52</b>	236.20	235.96	235.46	235.10
P59	5.607	156	<b>236.81</b>	236.48	236.14	235.72	235.35
P60	5.657	106	<b>236.95</b>	236.62	236.35	235.84	235.48
P61	5.707	56	<b>237.04</b>	236.71	236.52	235.93	235.57
P62	5.763	0	<b>237.16</b>	236.83	236.68	236.07	235.72

## 6. Stavba a popis výpočtového modelu

### 6.1 Hydrodynamický model v úseku ř. km 2, 828 až ř. km 5,821

Pro řešení průběhu průtoků pro jednotlivé povodňové stavy byl použit program MIKE11.

#### 6.1.1 Použité prostředky – MIKE11

MIKE11 je programový prostředek pro simulace proudění, kvality vody a pohybu splavenin v přirozených a kanalizovaných tocích. Jedná se o dynamický, jednorozměrný matematický model pro globální i detailní posouzení a řízení jednotlivých toků nebo celého říčního systému. Flexibilita a rychlost řadí MIKE 11 na úroveň komplexního a efektivního nástroje pro inženýrskou činnost v oblasti vodních toků: řešení protipovodňové ochrany, vývoje kvality vody a morfologických změn, řízení systémů vodohospodářských objektů.

HD modul, vycházející ze základních Saint-Venantových rovnic pro popis pomalu se měnícího neustáleného proudění v otevřených korytech, může být použit k popisu jak větvené tak okružné sítě a lze ho aplikovat i na problémy pseudo-dvouřozměrného proudění. Umožňuje výpočty při proudění říčním i bystřinném a řešení proudění přes jezové objekty a skrz propustky pomocí různých typových objektů.

#### 6.1.2 Tvorba povodňového modelu v prostředí Mike 11

Na základě zadání bylo přistoupeno k tvorbě matematického modelu v dolního toku Litavky. Vzhledem k tomu, že cílem modelu je popis chování toku za vyšších vodních stavů, tedy i po vyběžení z vlastního koryta Litavky, jedná se o model povodňový.

Hlavním podkladem pro tvorbu povodňového modelu jsou údolní řezy, příčné řezy korytem a jeho podélný profil.

Tyto topologické podklady jsou vkládány do tzv. databáze příčných profilů tvořících samostatný modul programového prostředku MIKE 11.

Zde se pomocí zabudovaných nástrojů určují hydraulické charakteristiky jednotlivých příčných profilů, případně se provádí jejich editace za účelem sledování změn, např. při úpravě toku (prohrábka dna, rozšíření koryta, výstavba protipovodňové hráze atd.).

Přestože geodetické podklady v zásadě kvalitně popisují problematickou oblast, zpracovatel se nevyhne v řadě případů použití vlastních prostředků pro získání detailnější informace o zpracovávaném území.

Tyto prostředky jsou především mapové podklady, z nichž lze pomocí vrstevnic popsat problematické či zcela chybějící oblasti, dále fotografie pořízené během rekognoskace terénu.

V některých případech je užito analogie, kdy se předpokládá neměnný tvar koryta a konstantní sklon dna.

Dalším krokem je pak vkládání významných hydraulických objektů typu mosty, propustky, jezy, stupně ve dně atd. Tato činnost vyžaduje maximální snahu o co nejpřesnější schematizaci, která je samozřejmě nevyhnutelná a její úroveň může podstatně ovlivnit budoucí výsledky.

Po zadání veškerých topologických dat a hydraulických objektů nastává samotná tvorba linie toku, která v případě složitějšího údolního profilu zahrnuje i další větve (tzv. branches), které v tomto případě popisují náhony, různé obtoky, ale i jiné terénní deformace, které mohou za zvýšených vodních stavů sloužit jako samostatná koryta, byť jsou za běžné situace nevyužitá.

Je na zpracovateli, aby posoudil vhodnou míru schematizace, tj. v jakém případě je vhodné dané větve do modelu implementovat a kdy je naopak možné jejich vliv zanedbat.

Přes veškerou míru schematizace oproti reálnému systému je však možné říci, že programový prostředek MIKE 11 je dostatečně výkonný software s propracovaným systémem moderních hydraulických metod a že výsledky z tohoto hydrodynamického modelu jsou dostatečně reprezentativní pro řešení dalších inženýrských úloh.

### **6.1.3 Databáze příčných profilů**

Jednotlivé příčné profily byly pro použití ve výše uvedeném software zpracovány z geodetického zaměření, které měl zpracovatel k dispozici v digitální formě.

Zaměřené profily byly dvojího charakteru, jednak pro návrhový stav a posléze bylo zaměření dle skutečného provedení stavby. Oba typy profilů byly do modelu zaneseny a výsledky následně porovnány.

Všechny příčné profily byly po úpravách nutných pro MIKE11 (definice relativní drsnosti, X a Y souřadnice proudnice v profilu, určení místa dna a břehů atd.) převedeny do databáze příčných profilů MIKE11.

### **6.1.4 Linie toku (branches)**

Po sestavení katalogu příčných profilů bylo nutno tyto profily spojit tak, aby vytvářely model - matematický obraz reality.

Nejedná se vždy pouze o hlavní koryto, ale také o obtoky, zatrubněné části a povodňové linie, ve kterých za běžných průtoků nedochází k proudění, ale po vyběžení toku za povodňových stavů tyto části vodu provádějí (silnice, příkopy).



### 6.1.5 Objekty na toku

Ovlivnění průtoku vody korytem jednotlivými objekty na toku je nesporné. Z toho důvodu byly do povodňového modelu zapojeny také objekty jako propustky, mostky a podobně.

Propustky, mosty a mostky byly v MIKE11 definovány jako sestava propustků a přeпадů. U všech takto definovaných objektů byla systémem vypočtena závislost průtoku na výšce hladiny (QH křivka) a takto definovaný objekt byl zahrnut do výpočtu jako bod výpočtové mřížky.

### 6.1.6 Okrajové podmínky

Model sestavený podle výše popsaných pravidel by sám o sobě nebyl schopen výpočtu. Dalším faktorem, který je potřeba do modelu zavést, jsou okrajové podmínky. Rozlišujeme horní, vnitřní a dolní okrajové podmínky.

*Horní okrajová podmínka* – představuje hydrogram průtoku (minimálního), kterým je model zatěžován od počátku. Tyto minimální hodnoty  $Q_{\min}$  byly stanoveny v rámci ustalování modelu.

*Dolní okrajová podmínka* – zabezpečuje stabilní chování modelu při výtoku ze systému. Tato podmínka byla stanovena jako QH křivka, která byla určena postupnou iterací, kdy byl systém zatěžován různými průtoky, pro které byla odečítána hladina v profilu nad uzávěrným profilem, a za předpokladu rovnoměrného ustáleného proudění se upravila hladina v uzávěrném profilu. Tento krok se opakoval, dokud nenastala shoda hloubek v obou profilech pro daný průtok.

Tímto postupem se získala QH křivka, která později posloužila jako dolní okrajová podmínka.

*Vnitřní okrajové podmínky* – jsou definovány formou konzumčních křivek v rámci jednotlivých objektů na toku. Ty vycházejí z tvaru objektu (přelivná hrana jezu, průtočný tvar propustky atd.), sousedních profilů, podélného sklonu a dalších hydraulických charakteristik.

### 6.1.7 Kalibrace a verifikace

Kalibrace matematického modelu je založena na vzájemném porovnání informací o měřeném fyzikálním procesu s výsledky simulace provedené za stejných okrajových a počátečních podmínek. V případě, že simulační model nepodává ve sledovaných místech schematizovaného systému stejné výsledky jako měření, je prováděno nastavení některých jeho parametrů na hodnoty, které při opětné simulaci vedou k dostatečné shodě s měřením. Např. v praxi kalibrace procesů transformace povodňové vlny se jedná převážně o nastavení hodnot parametrů drsnosti koryta a inundací (součinitel drsnosti) s přihlédnutím k sezónním

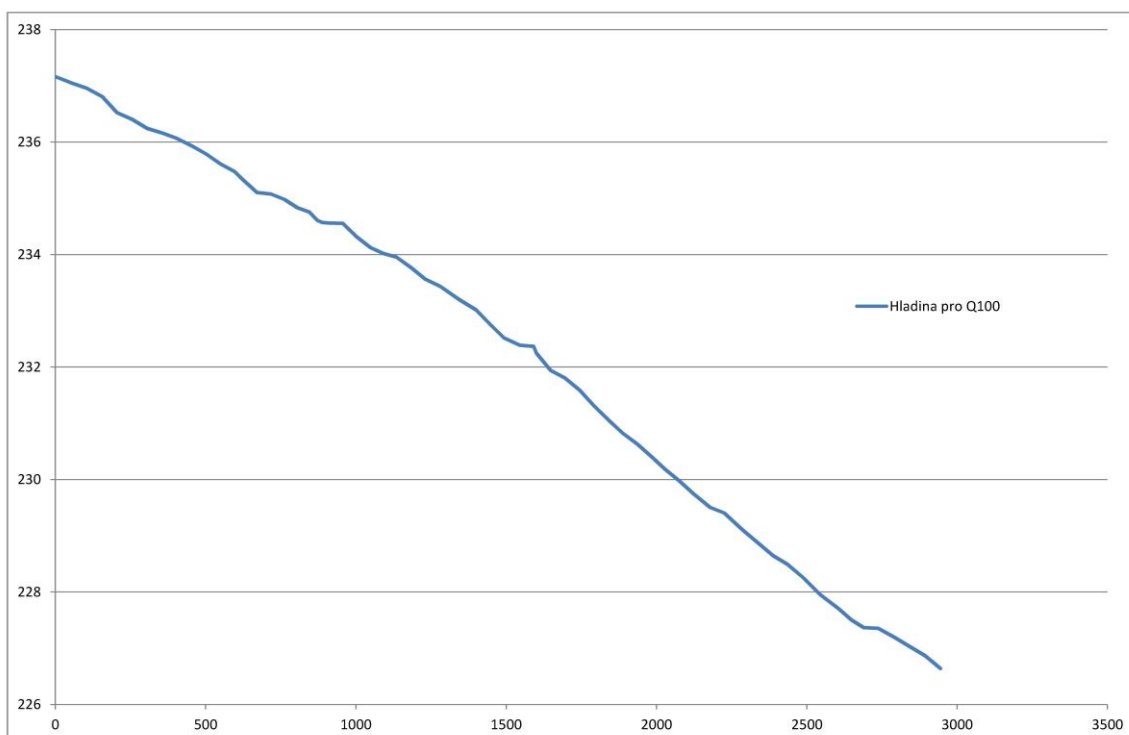
změnám a časové variabilitě těchto parametrů během průchodu povodňové vlny. Jedná se o iterativní proces, při kterém je funkce modelu doladována podle skutečně naměřených hodnot tak dlouho, dokud není zajištěna shoda v celé modelované oblasti a v dostatečném rozsahu průtoků. Je žádoucí, aby byl model rovněž ověřován (často se hovoří o tzv. verifikaci modelu) na základě porovnání dalších nezávislých měřených událostí s výsledky simulací (opět za odpovídajících počátečních a okrajových podmínek). Jinými slovy lze říci, že verifikace je „ověření“ zkalibrovaného modelu pro jiná naměřená data. Shoda mezi simulovanými a naměřenými výsledky musí být dostatečná.

## 7. Závěr

Cílem byl výpočet po provedených protipovodňových opatřeních a stanovení průběhu hladin  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  a stanovení AZZU.

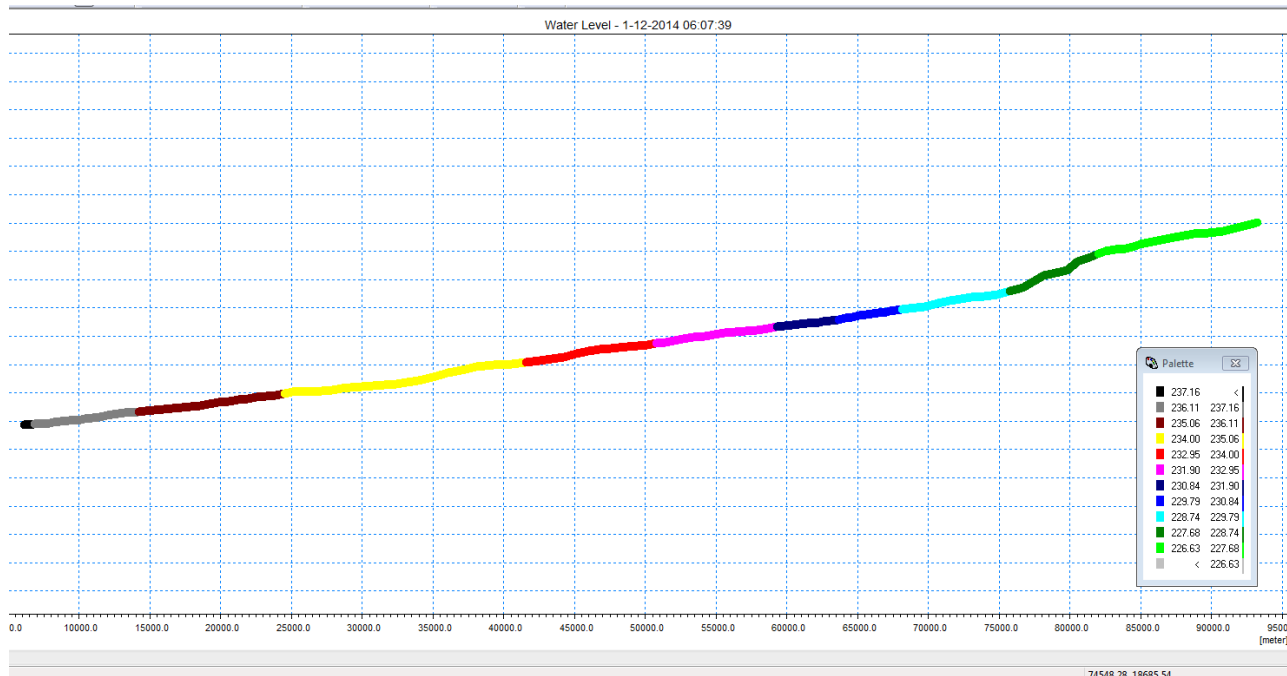
Výpočet prokázal, že v řešeném úseku nedojde k vybřežení z ohrázaného koryta. Výpočet prokázal, že povodňová ochrana navržená na  $Q_{100}$  je dostatečná, nicméně nelze vyloučit, že do budoucna nemůže být stávající hodnota  $Q_{100}$  překročena, jako se to stalo i na jiných tocích. Jako AZZU je navržena hladina  $Q_{20}$ .

### Hladina v podélném profilu řešeného úseku



### Výstupy z modelu

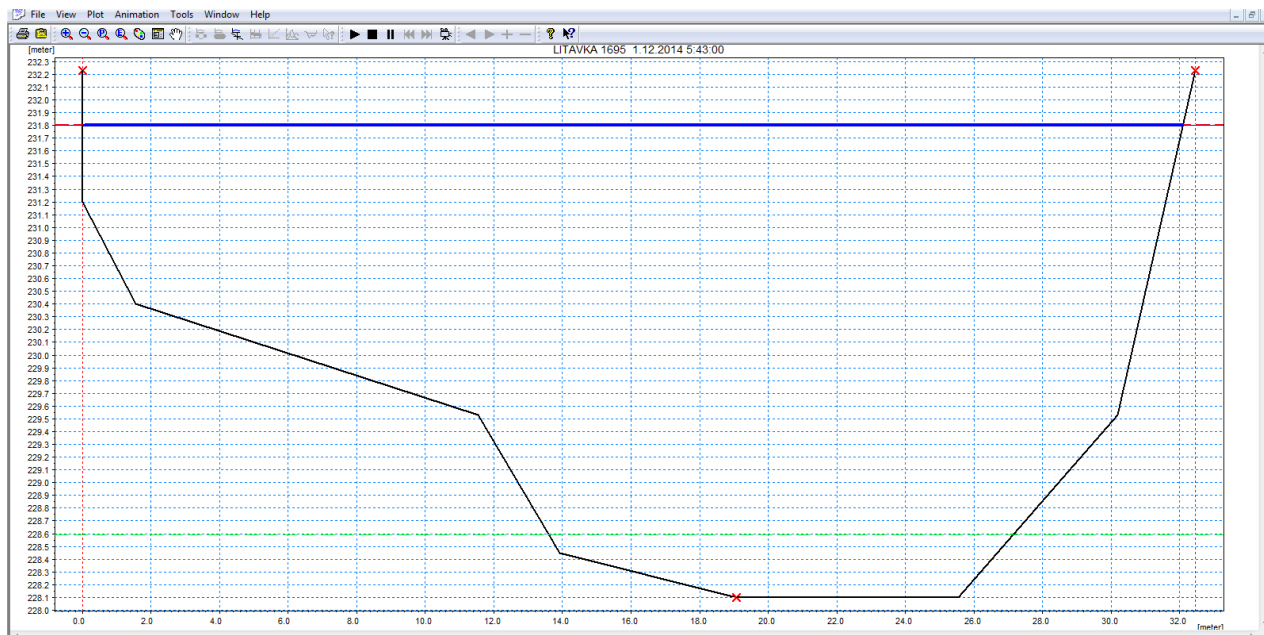
### Barevná škála dle maximální kóty dosažených hladin při Q<sub>100</sub>



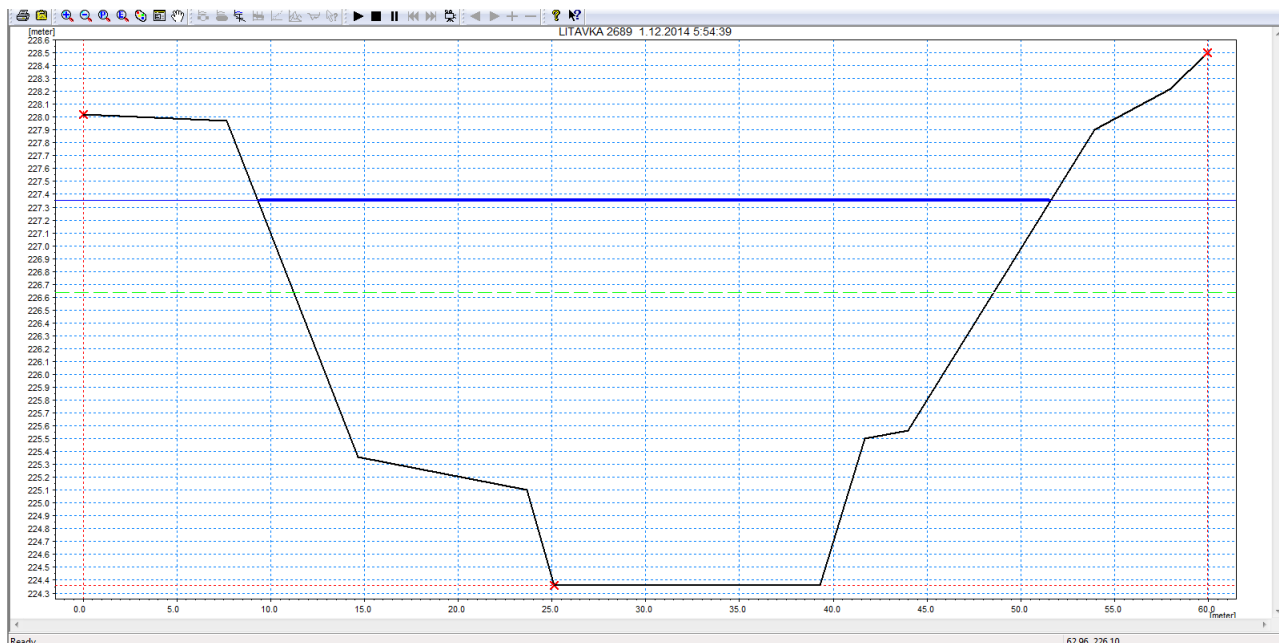
**Ukázka příčného profilu v ř.km.5.00 – hladina pro Q<sub>100</sub>**



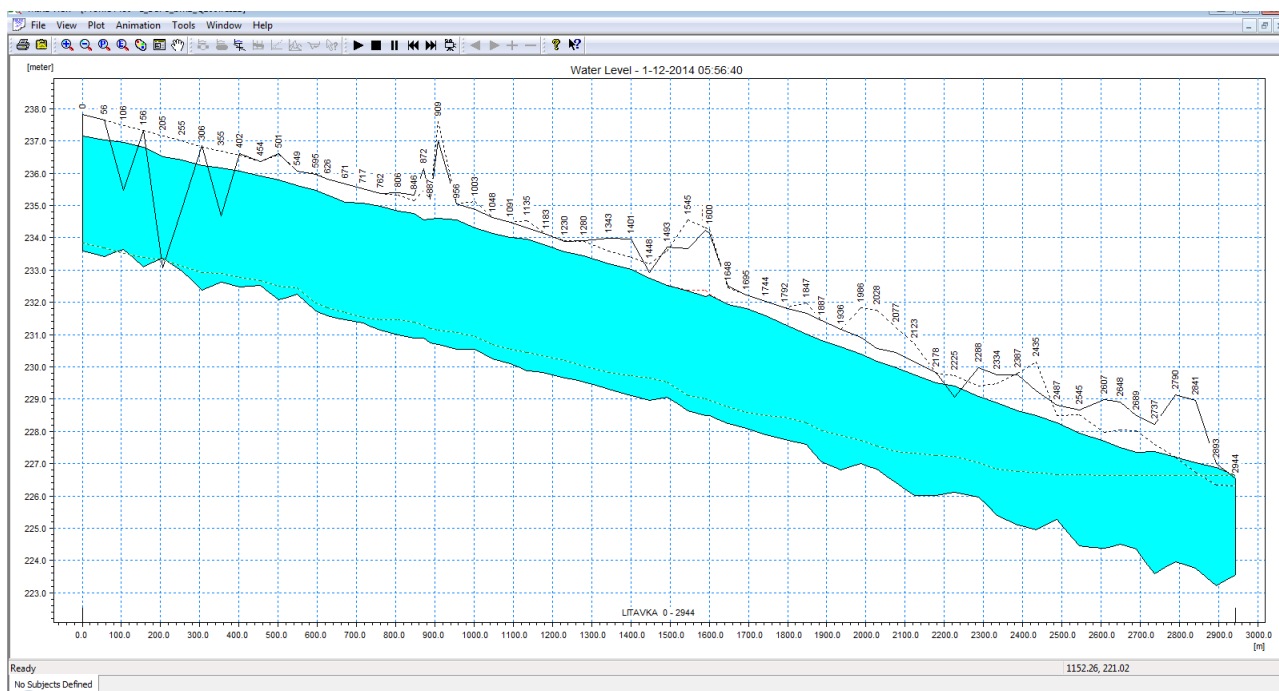
**Ukázka příčného profilu v ř.km.4.06 – hladina pro Q<sub>100</sub>**

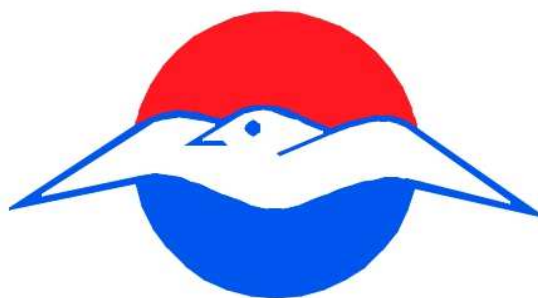


### Ukázka příčného profilu v ř.km.3.07 – hladina pro Q100




### Podélný profil ve vybraném úseku





# POVODÍ VLTAVY

		<b>Povodí Vltavy, státní podnik</b> Holečkova 8, 150 24 PRAHA 5		PRACOVISTĚ : Oddělení projektových činností Litvínovická 709/5 371 21 České Budějovice tel.: 387 683 111		
VYPRACOVAL : Ing. Pavel FILIP		HL. INŽ. PROJEKTU : Ing. Pavel FILIP		VED. PRACOVISTĚ : Ing. Pavel FILIP		
AKCE : <b>Litavka - od silničního mostu v Popovicích po hráz VD Láz (ř.km 5,875 - 51,570)</b> <b>Záplavová území</b>						
PRILOHA : TECHNICKÁ ZPRÁVA				CISLO PRILOHY :		
STUPEN : PPS ZÚ		OBJEDNATEL : Povodí Vltavy, státní podnik - závod Horní Vltava				<b>A</b>
KRAJ : STŘEDOČESKÝ		DATUM : ČERVENEC 2015		CISLO ZAK. : 720/2235/15		

# A - TECHNICKÁ ZPRÁVA

## OBSAH

1.	Základní údaje .....	2
2.	Podklady .....	3
2.1.	Geodetické podklady .....	3
2.2.	Mapové podklady .....	3
2.3.	Hydrologické podklady .....	3
3.	Popis toku .....	3
3.1.	Povodí toku .....	3
3.2.	Hydrologické poměry .....	3
3.3.	Trasa toku .....	4
3.4.	Podélný profil .....	4
3.5.	Osídlení .....	5
3.6.	Objekty na toku .....	5
3.6.1.	Mosty a lávky .....	6
3.6.2.	Jezy, stupně a hráze .....	7
4.	Záplavová území toku .....	7
4.1.	Základní pojmy .....	7
4.2.	Výpočet hladin velkých vod .....	8
4.2.1.	Použitý software .....	8
4.2.2.	Výpočet .....	8
4.2.3.	Výsledky .....	8
4.3.	Stanovení aktivní zóny záplavového území .....	9
4.4.	Situace záplavy - ortofoto .....	9
4.5.	Nejvyšší zaznamenaná přirozená povodeň .....	9
4.6.	Přílohové CD .....	10

## 1. Základní údaje

<b>Název toku :</b>	Litavka
<b>Úsek toku :</b>	silniční most Popovice – hráz VD Láz ř.km 5,875 – 51,570
<b>Řád toku :</b>	IV.
<b>ČHP :</b>	1 - 11 - 04 – 001 až 047
<b>Správce toku :</b>	Povodí Vltavy, státní podnik Holečkova 8, 150 24 Praha 5  závod Berounka Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň  Provozní středisko 6 - Beroun Hněvkovského 290, 266 01 Beroun
<b>Kraj :</b>	Středočeský
<b>Okres :</b>	Beroun, Příbram
<b>ORP :</b>	Beroun, Hořovice, Příbram
<b>Katastrální území :</b>	ORP Beroun – Počaply, Popovice u Králova Dvora, Levín u Berouna, Lounín, Zdice, Chodouň ORP Hořovice – Libomyšl, Lochovice, Lhotka u Hořovic ORP Příbram – Rejkovice, Jince, Běřín, Čenkov u Příbramě, Hluboš, Dominikální Paseky, Bratkovice, Kardavec, Trhové Dušníky, Lhota u Příbramě, Příbram, Podlesí nad Litavkou, Březové Hory, Lazec, Kozičín, Zdaboř, Vysoká Pec u Bohutína, Tisová u Bohutína, Bohutín, Láz, Záběhlá, Baština
<b>Zpracovatel :</b>	Povodí Vltavy, státní podnik Oddělení projektových činností Litvínovická 5, 371 21 České Budějovice hlavní inženýr projektu : Ing. Pavel Filip autorizovaný inženýr v oboru vodohospodářské stavby ČKAIT - 0008170
<b>Datum zpracování :</b>	červenec 2015



## 2. Podklady

### 2.1. Geodetické podklady

Pro zpracování dokumentace pro vyhlášení záplavových území Litavky bylo použito geodetické zaměření toku prováděné v rámci zpracování TPE. Byly zaměřeny příčné profily koryta s přiléhajícím inundačním územím toku včetně všech objektů na toku, které zasahují do průtočného profilu, jako jsou mosty, jezy apod. Zaměření bylo provedeno v roce 2006 firmou Hrdlička a.s. Výškopis terénu inundace byl převzat z digitálního modelu reliéfu ČR 4. generace (DMR4G). Ten představuje zobrazení přirozeného, nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v pravidelné síti (5x5 m) bodů o souřadnicích X,Y,Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. Tato data pochází z roku 2011.

### 2.2. Mapové podklady

- rastrová základní mapa ČR v měřítku 1 : 10 000
- ortofotomapa ČR z roku 2012
- rastrová vodohospodářská mapa 1 : 50 000

### 2.3. Hydrologické podklady

Pro zpracování TPE Litavky byly použity základní hydrologické údaje ČHMÚ v pěti profilech. Údaje poskytl ČHMÚ pod č.j. 90/06/V ze dne 16.2. 2006. Jedná se o profily :

<b>PROFIL</b>	<b>ř.km</b>
- ústí do Berounky	0,000
- nad Červeným potokem	8,925
- nad Ohrazenickým potokem	25,887
- nad Obecnickým potokem	39,945
- VD Láz	51,570

## 3. Popis toku

### 3.1. Povodí toku

Povodí Litavky je součástí povodí Berounky, které náleží hydrologicky k povodí Vltavy, resp. Labe.

Celková plocha povodí je 629,744 km<sup>2</sup>, délka údolí je 55,8 km, charakteristika tvaru povodí P/L<sup>2</sup> je 0,20 a lesnatost povodí je 40 %. Nejvyšší místa v povodí dosahují výšky kolem 800 m n.m., nejnižší místo (ústí do Berounky) dosahuje výšky 214 m n.m.

Geomorfologicky se povodí Litavky nachází v Hořovické pahorkatině a Brdské vrchovině.

### 3.2. Hydrologické poměry

Litavka se řadí mezi vodní toky dešťovo - sněhového typu. Hydrologické poměry povodí se vyvíjejí v závislosti na hlavních činitelích utvářejících vodní poměry, tj. na srážkách, geomorfologii, geologické skladbě a půdním krytu.

Průměrný roční úhrn srážek v povodí je 570 mm, odtokový součinitel je 0,24 a specifický odtok z povodí je  $4,31 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ .

Pro výpočet velkých vod v celé délce toku byly údaje ČHMÚ rozděleny do dílčích úseků definovaných hlavními povodími toku podle atlasu hydrologických poměrů ČR a v horní části pak podle významnějších přítoků. Rozdělení průtoků do dílčích úseků bylo provedeno v závislosti na ploše povodí lineární a mocninou interpolací mezi sousedními profily s údaji ČHMÚ. Průtoky v dílčích úsecích toku jsou uvedeny v následující příloze :

Litavka – n-leté průtoky

Profil	Staničení	Plocha	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>
	[km]	[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
ústí do Berounky	0.000	629.744	28.5	55.2	100	142	190	263	327
nad Suchomastským p.	3.586	590.393	27.1	52.0	94.1	134	179	249	310
nad Dibří	4.000	566.837	26.3	50.1	90.6	129	173	240	300
nad Počápešským p.	5.000	558.292	26.0	49.4	89.3	127	170	237	296
nad Červeným p.	8.925	325.120	17.7	30.5	54.3	77.7	106	152	194
nad Chumavou	14.409	234.545	13.7	23.2	40.7	58.6	81.0	119	154
nad Podlužským p.	18.775	204.530	12.3	20.7	36.2	52.2	72.7	108	141
nad Ohrazenickým p.	25.887	166.297	10.6	18.3	32.6	46.6	63.7	91.4	116
nad Hlubošským p.	30.500	144.026	9.5	16.4	29.3	41.9	57.3	82.2	104
nad Drahlínským p.	34.551	127.442	8.7	15.1	26.8	38.4	52.5	75.4	95.8
nad Příbramským p.	37.956	86.209	6.7	11.6	20.7	29.7	40.7	58.4	74.4
nad Obecnickým p.	39.945	50.880	5.0	8.7	15.5	22.3	30.5	43.8	56.0
nad Vokačovským p.	44.101	38.088	4.2	7.3	13.0	18.7	25.5	36.8	47.0
nad Kozičinským p.	46.196	31.762	3.8	6.5	11.6	16.7	22.9	32.9	42.1
nad Pilským p.	47.731	16.655	2.5	4.3	7.8	11.3	15.4	22.3	28.4
	48.330	12.407	2.1	3.6	6.5	9.4	12.8	18.6	23.8
	50.925	7.853	1.6	2.7	4.9	7.1	9.7	14.1	18.0
VD Láz	51.570	7.840	1.6	2.7	4.9	7.1	9.7	14.1	18.0

### 3.3. Trasa toku

Litavka je pravostranným přítokem Berounky. Pramení ve vojenském výcvikovém prostoru Brdy, kde se nachází i VD Láz. Od hráze VD Láz prochází tok zalesněným územím téměř až k obci Láz, kterou protéká. Mezi obcemi Láz a Bohutín prochází tok v upraveném korytě zemědělsky obhospodařovanou oblastí v široké údolní nivě. Od ř.km 48 až po ř.km 37 prochází Litavka zastavěným územím obcí Bohutín, Vysoká Pec, Březové Hory, Příbram a Trhové Dušníky. Koryto je zde upraveno. Ve Vysoké Peci prochází Vysokopeckým rybníkem. Pod Trhovými dušňíky tok meandruje v široké zatravněné údolní nivě. Od Bratkovic je pak koryto opět upraveno v podstatě až k ústí do Berounky, do které se vlévá v Berouně v ř.km 34,44.

### 3.4. Podélný profil

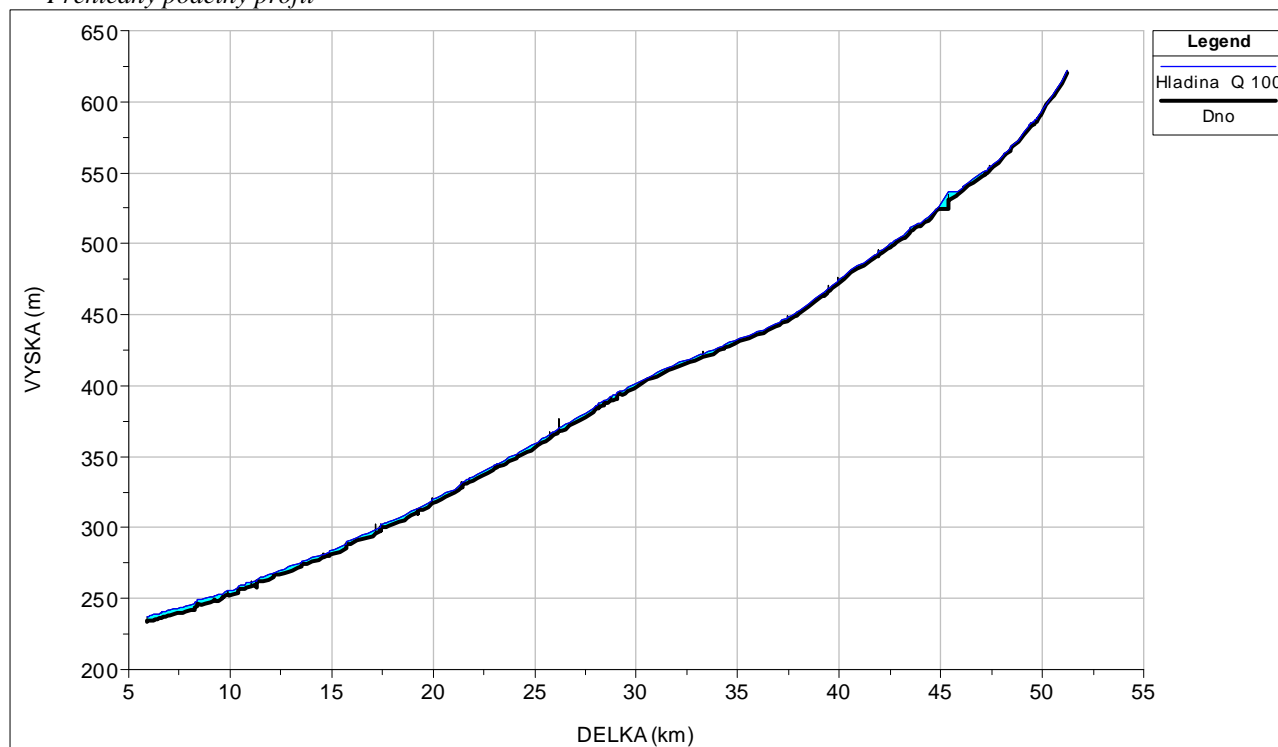
Charakterem území, kterým Litavka protéká, jsou dány i jeho sklonové poměry. Absolutnímu spádu 405 m odpovídá průměrný podélný sklon 0,8 %. Podle průběhu podélného sklonu je Litavku možné rozdělit do těchto úseků :

- ř.km 0 – 17 ..... 0,5 %
- ř.km 17 – 31 ..... 0,8 %
- ř.km 31 – 37 ..... 0,6 %
- ř.km 37 – 47 ..... 1,0 %

- ř.km 47 – 51 ..... 1,8 %

Průběh podélného profilu je patrný z následujícího obrázku.

Přehledný podélný profil



### 3.5. Osídlení

Litavka v zájmovém úseku prochází nebo se dotýká intravilánu obcí :

OBEC	ř.km
Popovice	5,4 – 6,8
Zdice	9,7 – 10,2
Chodouň	10,7 – 11,6
Libomyšl	13,9 – 15,2
Lochovice	16,8 – 17,8
Rejkovice	23,0 – 24,2
Jince	25,3 – 26,9
Čenkov	28,0 – 29,4
Trhové Dušníky	36,9 – 38,0
Nové Podlesí	39,6 – 40,7
Příbram	41,0 – 44,0
Vysoká Pec	44,3 – 46,3
Bohutín	46,3 – 47,7
Láz	49,4 – 50,1

### 3.6. Objekty na toku

Na toku Litavky je v zájmovém úseku celkem 56 objektů, které významněji ovlivňují průběh velkých vod. Jedná se o 43 mostů a lávek a 13 jezů, stupňů a hrází. Seznam těchto objektů je uveden v následujících odstavcích. U mostů a lávek je v seznamu uvedeno převýšení spodní hrany mos-

tovky nad hladinou  $Q_{100}$  (záporné znaménko u hodnoty převýšení mostovky nad hladinou  $Q_{100}$  značí zatopení dolní hrany mostovky). U jezů je uvedena výška a délka vzduť za normálního stavu vody.

### 3.6.1. Mosty a lávky

Profil	ř.km	převýšení mostovky nad $Q_{100}$ [m]
silniční most Popovice	5,875	1,5
železniční most Zdice	9,671	2,2
silniční most Zdice	9,894	-0,1
silniční most Chodouň	11,046	0,6
silniční most Libomyšl	14,605	0,6
železniční most Lochovice	17,196	3,1
silniční most Lochovice	17,448	1,0
lávka pro pěší Lochovice	17,708	0,6
železniční most Lochovice	19,977	0,5
silniční most Rejkovice	21,447	-1,0
silniční most Rejkovice	21,798	-0,5
silniční most Rejkovice	23,024	0,2
silniční most Rejkovice	23,670	-0,1
silniční most Jince	24,270	-0,5
silniční most Jince	25,412	0,1
silniční most Jince	25,814	0,5
železniční most Jince	26,269	3,5
silniční most Čenkov	28,169	-1,3
silniční most Čenkov	28,813	-0,7
lávka pro pěší Čenkov	29,380	-0,6
silniční most Čenkov	29,562	0,7
silniční most Bratkovice	33,333	0,0
silniční most Hluboš	33,877	-1,7
silniční most Trhové Dušníky	37,537	0,8
železniční most Trhové Dušníky	38,019	2,4
silniční most Příbram	39,564	0,5
železniční most Příbram	39,992	0,6
silniční klenutý most Příbram	40,010	-0,1
silniční most Příbram	42,007	0,8
silniční most Lazec	43,600	-1,3
lávka pro pěší Lazec	43,824	-1,0
lávka pro pěší Lazec	43,942	-0,7
lávka pro pěší Lazec	44,470	-0,5
lávka pro pěší Lazec	44,902	-0,3
silniční most Bohutín	46,169	0,0
silniční most Bohutín	47,279	-0,6
silniční most Bohutín	47,508	-0,5
silniční most Láz	49,440	-0,5
silniční most Láz	49,527	-0,8
lávka pro pěší Láz	49,572	-0,7
lávka pro pěší Láz	49,603	-0,4
silniční most Láz	49,665	-0,4
silniční most Láz	49,792	-0,4

### 3.6.2. Jezy, stupně a hráze

Název	ř.km	výška vzdutí [m]
pevný jez Zdice	8,395	2,4
pevný jez Zdice	9,631	1,2
pevný jez Chodouň	10,384	2,3
pevný jez Chodouň	11,283	2,2
pevný jez Chodouň	12,155	1,2
pevný jez Libomyšl	13,528	1,3
pevný jez Libomyšl	14,906	0,7
pevný jez Libomyšl	15,749	1,8
pevný jez Lochovice	17,471	2,1
pevný jez Lochovice	19,295	1,3
pevný jez Rejkovice	21,500	1,4
pevný jez Rejkovice	23,153	0,9
pevný jez Jince	25,867	1,7
pevný jez Čenkov	28,070	1,0
pevný jez Čenkov	28,469	1,0
pevný jez Čenkov	29,105	1,4
pevný jez Trhové Dušníky	34,394	1,6
pevný jez Příbram	39,363	0,5
stavidlo u fotbalového stadionu	43,703	0,7
Vysokopecký rybník	45,463	
stupeň ve dně Bohutín	48,522	0,9
VD Láz	51,570	

## 4. Záplavová území toku

### 4.1. Základní pojmy

**záplavová čára** - křivka odpovídající průsečnici hladiny vody se zemským povrchem při záplavení území povodní

**záplavové území** - území vymezené záplavovou čarou

**aktivní zóna záplavového území (AZZÚ)** – území jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí

**periodicita povodně  $n$  let** – výskyt povodně, který je dosažen nebo překročen průměrně jedenkrát za  $n$  let

**inundační území** – území přilehlé k vodnímu toku, které je zaplavováno při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku

Způsob a rozsah zpracování záplavových území odpovídá vyhlášce MŽP č. 236, která toto stanovuje podle § 66 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách.

## 4.2. Výpočet hladin velkých vod

### 4.2.1. Použitý software

#### HEC-RAS

Jedná se o programový prostředek vyvinutý US Army Corps of Engineers. Řeší ustálené i neustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Použitý výpočtový aparát umožňuje průtočný profil rozdělit do několika dílčích částí (např. koryto a inundace), které algoritmus výpočtu propočítává odděleně a teprve potom jejich dílčí hodnoty slučuje do celkových výsledků. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. Vliv objektů je v programu počítán podle energetické popř. momentové rovnice.

### 4.2.2. Výpočet

Zpracováním podkladů byl vytvořen 1D matematický model zájmového území.

Pochůzkou na místě a vyhodnocením topografických podkladů byl stanoven účinný průtočný profil. To znamená, že z příčných profilů byly odstraněny části, které se přímo nepodílí na provedení průtoku. Drsnost byla do výpočtu zavedena ve formě Manningova součinitele drsnosti  $n$ . Jeho velikost byla stanovena pro jednotlivé části příčných profilů na základě prohlídky terénu. Drsnostní součinitel byl uvažován pro koryto v rozmezí 0,03 - 0,06 a pro inundace v rozmezí 0,04 - 0,2.

Výpočetní model byl převzat ze zpracování záplavových území Litavky v roce 2010. Vstupní hladiny v profilu silničního mostu v Popovicích byly převzaty z výpočtu prováděného po realizaci protipovodňových opatření v Králově Dvoře. Tento výpočet byl proveden firmou Sweco Hydroprojekt CZ, a.s., na podkladě skutečného zaměření stavby.

### 4.2.3. Výsledky

Kóty hladin příslušné průtokům  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  v místech příčných profilů a objektů jsou uvedeny tabelárně v příloze B - PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL.

Záplavové čáry příslušné průtokům  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  jsou uvedeny v příloze C - SITUACE ZÁPLAVY, která je vypracována na podkladě rastrové základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000 a výškopisných údajů z DMR4G. Zakreslení záplavových čar zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Při posouzení konkrétního místa je rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým výpočtem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvlněná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech.

Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu toku.

### 4.3. Stanovení aktivní zóny záplavového území

Podle vyhlášky MŽP č. 236, § 2, odst. e se jedná o území jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí. Podle § 66, odst. 2 vodního zákona se vymezuje v současně zastavěných územích obcí a v územích určených k zástavbě podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby v dalších územích.

Návrh AZZÚ byl proveden v celé délce toku podle metodiky Ministerstva zemědělství.

Základní princip této metodiky vychází ze čtyřech kroků :

1. definice primárních území AZZÚ
2. rozšíření primárních AZZÚ vhodnou metodou
3. revize AZZÚ
4. definice rozsahu AZZÚ vykreslením do mapy

ad 1) definice primárních území AZZÚ

Sem patří vlastní koryto hlavního toku v šířce definované břehovými hranami a všechny vedlejší paralelní permanentní vodní toky, derivační, či jiné kanály a přítoky hlavního toku také v šířce definované břehovými hranami. Dále v případě, že se jedná o tok ohrázený příbřežními hrázemi, případně mobilním hrazením, které chrání před povodněmi a je dimenzované na  $Q_{100}$ , jsou tyto hráze, či hrazení současně hranicí AZZÚ.

ad 2) rozšíření primárních AZZÚ vhodnou metodou

Rozšíření primární zóny je podle metodiky možné jednou ze čtyř metod :

- podle záplavových území
- podle parametrů proudění
- podle rozdělení měrných průtoků
- detailní 2D studií

V této dokumentaci bylo stanovení rozšíření AZZÚ provedeno mimo zastavěné území podle záplavového území dvacetileté vody. V zastavěném území bylo rozšíření AZZÚ provedeno podle rozdělení měrných průtoků, tj. za aktivní zónu je považována ta část příčného profilu, která provede 80 % celkového průtoku).

ad 3) revize AZZÚ

- do AZZÚ jsou zahrnuty „ostrovy“, které jsou sice svou výškovou úrovní mimo AZZÚ, ale v případě průchodu povodní by nebylo možno takováto území evakuovat

ad 4) definice rozsahu AZZÚ vykreslením do mapy

AZZÚ je zakreslena v příloze D – AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ, která je vypracována na podkladě rastrové základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000 a výškopisných údajů z DMR4G.

### 4.4. Situace záplavy - ortofoto

Situace záplavy byla vykreslena i v příloze E - SITUACE ZÁPLAVY - ortofoto. Záplavové čáry v této příloze jsou vykresleny na podkladě geodetického zaměření situace toku, DMR4G a ortofotomapy v měřítku 1 : 5 000.

### 4.5. Nejvyšší zaznamenaná přirozená povodeň

V zájmovém území nejsou k dispozici žádné zdokumentované údaje o přirozených povodních.

## 4.6. Přílohové CD

Na přiloženém CD je celá tato dokumentace ve formátu pdf u situací s možností zobrazování libovolné kombinace jednotlivých vrstev výkresu, jako jsou záplavové čáry, staničení, profily, apod.

Dalším obsahem jsou jednotlivé záplavové čáry v originálním dwg formátu a exporty do formátů dxf a shp. Jedná se o záplavové čáry vykreslené na podkladě geodetického zaměření situace toku a DMR4G.



Český hydrometeorologický ústav  
Pobočka Praha  
Na Šabatce 17  
143 06 Praha 4 – Komořany

**POVODÍ VLTAVY**  
státní podnik  
B. Němcové 10  
370 01 ČESKÉ BUDĚJOVICE

Vaše zn. 2006/04364/732

Naše č.j. 90/06/V

Praha dne 16.2.2006

Na Vaši žádost ze dne 24.1.2006 Vám zasíláme základní hydrologické údaje  
podle ČSN 75 14 00 pro

Tok : **L i t a v k a**

Hydrologické číslo povodí : 1) 1 - 11 - 04 - 055 2) 1 - 11 - 04 - 025  
3) 1 - 11 - 04 - 013 4) 1 - 11 - 04 - 003 5) 1 - 11 - 04 - 001

V profilu : 1) ústí do Berounky 2) nad Červeným potokem  
3) nad Ohrazenickým potokem 4) nad Obecnickým potokem 5) VD Láz

Plocha povodí (A) v km<sup>2</sup>: 1) 629,744 2) 325,12 3) 166,297 4) 50,88 5) 7,84

N - leté průtoky ( $Q_N$ ) v m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>:

N	1	2	5	10	20	50	100	Tř.
$Q_N$ 1)	28,5	55,2	100	142	190	263	327	II.
2)	17,7	30,5	54,3	77,7	106	152	194	II.
3)	10,6	18,3	32,6	46,6	63,7	91,4	116	II.
4)	5,0	8,7	15,5	22,3	30,5	43,8	56,0	III.
5)	1,6	2,7	4,9	7,1	9,7	14,1	18,0	III.