

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

STUDIE HISTORICKÉ POVODŇOVÉ VLNY Z KVĚTNA 1908 NA  
ŘECE DOUBRAVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce : Ing. Martin Hanel

Diplomant: Bc. Adam Beran

2010



### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Martina Hanela. Další informace mi poskytl můj konzultant pan Ing. Ladislav Kašpárek, CSc. Uvedl jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 23.4.2011

.....

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Hanelovi, Ph.D. a mému konzultantovi Ing. Ladislavu Kašpárkovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady v průběhu samotné práce a při dotváření formální stránky diplomové práce. Poděkování patří také mým kolegům z Výzkumného ústavu vodohospodářského za pomoc při řešení.

Děkuji své rodině, zejména mým rodičům za podporu v průběhu celé doby studia.

Děkuji mé Lúce.

V Praze dne 23.4.2011

.....

## **Abstrakt**

Jako největší povodeň na řece Doubravě byla podle historických materiálů určena událost z 23. května 1908. Tato diplomová práce seznamuje s postupy a výsledky určování kulminačních průtoků při povodni ve zvolených úsecích řeky Doubravy v obcích Žleby, Ronov nad Doubravou a Spačice. K modelování byl použit hydraulický model říční sítě HEC-RAS. Výsledný kulminační průtok vyšel  $350 \text{ m}^3/\text{s}$ , což potvrdilo domněnku, že vypočtená hodnota průtoků těsně po povodni byla z nějakého důvodu nadhodnocena a to o  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ .

*Klíčová slova: kulminační průtok, model říční sítě HEC-RAS, ustálené nerovnoměrné proudění*

## **Abstract**

The event of May, 23th 1908 was identified as the largest flood on the river Doubrava according to the historical materials. This thesis introduces the procedures and results of determination of peak flows during floods in selected parts of the Doubrava River in Žleby, Ronov nad Doubravou and Spačice. For modelling the HEC-RAS - hydraulic model of river network was used. The estimated peak flow was  $350 \text{ m}^3/\text{s}$ , which confirmed the hypothesis that the calculated flow rate just after the flood has been for some reason overestimated by  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ .

*Keywords: culmination flow, river analysis system HEC-RAS, steady uniform flow*

## **Obsah**

<b>1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY A VYTYČENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE</b>	<b>8</b>
<b>2 REKONSTRUKCE HISTORICKÝCH POVODNÍ – POSTUPY A NÁSTROJE</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Používané postupy</b>	<b>10</b>
2.1.1 Případové studie	10
<b>2.2 Nástroje pro hydraulické modelování</b>	<b>11</b>
2.2.1 Používané modely pro 1D modelování	11
2.2.2 Model říční sítě HEC-RAS	12
2.2.3 Výpočetní postupy pro řešení ustáleného nerovnoměrného proudění	13
2.2.4 Problém splavenin při průchodu povodňové vlny v profilu mostu	17
2.2.5 Volba součinitele drsnosti	19
<b>3 CHARAKTERISTIKA POVODÍ ŘEKY DOUBRAVY S PŘEHLEDEM HISTORICKÝCH POVODNÍ</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Povodí Doubravy</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Povodně na Doubravě</b>	<b>24</b>
<b>4 REKONSTRUKCE POVODNĚ Z 23. KVĚTNA 1908</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Historická data</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Zaměření situace</b>	<b>29</b>
<b>4.3 Hydraulické modelování</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Průtoky povodně ve Spačicích</b>	<b>30</b>
<b>4.5 Průtoky povodně ve Žlebech</b>	<b>33</b>
<b>4.6 Průtoky povodně v Ronově nad Doubravou</b>	<b>38</b>
<b>5 DISKUZE A ZÁVĚR</b>	<b>42</b>
<b>6 PŘEHLED LITERATURY</b>	<b>44</b>
<b>7 SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>47</b>
<b>8 SEZNAM TABULEK</b>	<b>48</b>
<b>9 SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>48</b>
<b>10 PŘÍLOHY</b>	<b>50</b>

# 1 Úvod do problematiky a vytyčení cílů diplomové práce

Studie historické povodňové vlny z května 1908 na řece Doubravě je částí úkolu řešeného ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, veřejné výzkumné instituci (dále jen VÚV TGM, v.v.i.), v roce 2010 pro objednatele Povodí Labe, státní podnik. Byla zpracována jakožto jeden z podkladů pro určení teoretické povodňové vlny se zvolenou dobou opakování 10 000 let pro účely posouzení bezpečnosti vodního díla Pařížov (dále jen VD Pařížov) na řece Doubravě při povodni (Kašpárek a kol., 2010).

Z dochovaných historických materiálů byla jako největší povodeň na řece Doubravě vyhodnocena ta z 23. 5. 1908 (Boháč a kol., 2008). Ve studii ČHMÚ Boháč a kol. (2008) byly upraveny hodnoty průtoků, které byly odvozeny po povodni v roce 1908 na řece Doubravě, neboť ty se zdály poněkud nadhodnocené, což mohlo být následkem např. hrubého zaokrouhlení vodního stavu z vodočtu, špatnou volbou drsnostního součinitele v hydraulických výpočtech nebo nezahrnutím jiných okolností. Podařilo se však nalézt další zdroje informací, zejména pak dva články Stupecký (1914), Pech (1931) a diplomovou práci Frajer (2008), která čerpala i z některých dosud nevyužitých historických publikací.

Předkládaná diplomová práce navazuje na tyto studie a zabývá se utříděním všech dalších dostupných historických podkladů o průběhu povodňové vlny, které v předešlé studii (Boháč a kol., 2008) nebyly zahrnuty. Jde zejména o prostudování kronik obcí, jež byly velkou vodou zasaženy, dále pátrání v archivech po tehdejších článcích, korespondenci, výkresech či fotografiích. Praktická část se zabývá geodetickým zaměřením říčních úseků s povodňovými značkami na Doubravě v obci Žleby, Ronov nad Doubravou a Spačice. V závěru práce je sestaven v programu říční sítě HEC-RAS 1D hydraulický model neustáleného rovnoměrného proudění pro každý zájmový úsek a simulacemi jsou určovány věrohodné kulminační průtoky. Ty budou následně použity pro další analýzy v rámci určování teoretické povodňové vlny, což ale už není předmětem této práce.



Hlavní cíle předkládané diplomové práce jsou:

- nalezení co nejvíce dochovaných historických materiálů vztahujících se k povodni 1908 na řece Doubravě
- geodetické zaměření říčních úseků v obci Žleby, Ronov nad Doubravou a Spačice
- sestavení 1D hydraulického modelu v programu HEC-RAS pro každý úsek
- určení kulminačních průtoků za povodně 1908 pomocí hydraulických simulací

Výsledky diplomové práce byly ústně prezentovány na konferenci Hydrologie malého povodí 2011 a příspěvek byl otištěn ve formě článku (Beran, 2011) ve sborníku z této akce.

## **2 Rekonstrukce historických povodní – postupy a nástroje**

### **2.1 Používané postupy**

Postup při modelování průchodu povodňové vlny zahrnuje dva základní kroky, kterými jsou zaměření říčního úseku společně s povodňovými značkami a dále se data integrují do výpočetního programu, kde je sestaven hydraulický model a simulují se průchody povodňových vln o různé velikosti kulminace. Při samotném modelování se zkoušením různě velkých kulminací hledá taková, aby byl model konzistentní s informacemi o rozlivech a zaměřených výškách hladin za povodně.

Při rekonstrukci historické povodně přibývá počáteční práce se sběrem dat, která je náročná podle toho, kolik informací se dochovalo. Hledají se informace takového typu, které dokáží co nejvíce povodňovou událost přiblížit (např. historické povodňové značky, fotografie přibližující tehdejší charakter koryta, výkresy objektů na toku, informace o osídlení v nejbližší vzdálenosti toku atd.). Hledání nejčastěji probíhá v archivech, obecních kronikách, či od pamětníků.

#### **2.1.1 Případové studie**

Z praxe lze uvést velice podobnou studii Balasch et al. (2010), ve které se autoři pokoušeli o rekonstrukci jedné z největších povodňových událostí v moderní historii v západním středomoří. Byla jí povodeň ve východním Španělsku Santa Tecla z 23. září 1874 na řece Ondara ve městě Taregga (150 km<sup>2</sup>). Dá se říci, že postup práce autorů byl téměř stejný, kdy v archivech z dochovaných historických materiálů identifikovali povodňové značky ve městě a průchod vlny modelovali hydraulickým programem HEC-RAS. Říční úsek byl odvozen za použití digitálního modelu terénu namísto geodetického zaměření. I z jiných prací je vidět, že v hydraulickém a hydrologickém modelování dochází ke stále většímu využívání prostředků GIS nebo snímkování dálkovým průzkumem Země, jak se lze dočíst např. v Néelz (2006), nebo Nunes Correia (1998).

Z rekonstrukcí povodní za pomoci 1D hydraulického modelu HEC-RAS na českém území lze uvést práci (Havlík et al., 2009) který se stejným způsobem zabýval

vyhodnocením kulminačních průtoků při povodních z června a července 2009 v České republice.

## **2.2 Nástroje pro hydraulické modelování**

### **2.2.1 Používané modely pro 1D modelování**

Pro účely jednodimenzionálního modelování proudění v říčním korytě je k dispozici celá řada programů, které se liší uživatelským rozhraním, typem zpracovávaných úloh a svojí cenou. Na ukázkou jsou uvedeny tři programy používané při modelování průchodu povodňové vlny. Program HEC-RAS, aplikovaný na povodeň z roku 1908 na Doubravě je popsán v následující samostatné kapitole.

MIKE 11 ([www.dhi.cz](http://www.dhi.cz))

- komplexní jednorozměrný matematický model pro simulace proudění, kvality vody a pohybu splavenin v otevřených korytech a inundačních území a srážkoodtokových jevů
- slouží jako nástroj pro inženýrskou činnost v oblasti vodních toků a říčních systémů, např. při řešení protipovodňové ochrany, vývoje kvality vody a řízení vodohospodářských objektů vody
- vyvinut v Danish Hydraulic Institute

MIKE FLOOD ([www.dhi.cz](http://www.dhi.cz))

- kombinace 1D modelu MIKE 11 a 2D modelu MIKE 21
- vytvořen pro generování a prezentování výsledků simulací prostředkem MIKE 11
- generování a prohlížení map zátopy, zátopových čar, hloubek vody a výšky hladiny v zájmových územích
- tvorba animací

HYDROCHECK ([www.hydrosoft.eu](http://www.hydrosoft.eu))

- řešení rovnoměrného a nerovnoměrného ustáleného proudění
- alternativa programu HEC-RAS
- přizpůsobení českým uživatelům

- vyvinut firmou Hydrosoft Veleoslavín

LISFLOOD-FP (Horritt, Bates, 2002)

- je raster-based inundation model, speciálně vyvinutý pro využívání topografických dat s vysokým rozlišením
- proudění v otevřených korytech je řešeno pomocí 1D přístupu, který je schopen zachytit růst povodňové vlny a reakci při proudění po svahu, což vysvětluje rovnici kontinuity a momentové rovnice
- vyvinut na University of Bristol

### **2.2.2 Model říční sítě HEC-RAS**

Pro modelování průběhu povodňové vlny na řece Doubravě v roce 1908 byl vybrán model říční sítě HEC-RAS, který je volně stažitelný z internetu. Je to jednorozměrný model, schopný modelovat ustálené i neustálené proudění řešením St. Venantových rovnic. Byl vyvinut v Hydrologic Engineering Center of the U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS je ucelený systém navržený pro interaktivní práci a je schopen souběžně zpracovávat více úloh. Systém je složen z jednotlivých modulů: separátní moduly pro hydraulickou analýzu, modul správy dat a grafický modul. Tyto moduly jsou vzájemně propojeny přehledným graficko-uživatelským rozhraním.

Postup výpočtu v programu říční sítě HEC-RAS je následující. Nejdříve je nutné zadat geometrii koryta toku a přilehlé nivy. Poté je nutné zadat průtoková data a zvolit okrajové podmínky výpočtu. Na závěr se zvolí režim proudění v korytě a provede se výpočet. Výsledky výpočtu se zobrazují v grafické nebo tabulkové podobě.

Geometrická data se zadávají tak, že se nejprve vytvoří schéma říčního systému, což je diagram vzájemného napojení jednotlivých úseků toků. V tomto případě bylo schéma jednoduché, neboť všechny tři modelované říční systémy jsou tvořeny jen jedním úsekem toku bez jakéhokoli větvení, soutoku či vodní nádrže.

Po vytvoření schématu říční sítě se zadává morfologie toku a jeho nivy pomocí příčných profilů. Příčné profily je potřeba zadávat s rozmyslem, např. v místech, kde dochází ke změně průtoku, změně příčného profilu, změně sklonu, nebo třeba

změně drsnosti dna koryta. Dále je nutné definovat příčné profily v místech mostů, propustků, přelivů a dalších hydraulických objektů.

Okrajové podmínky je možné volit z následujících variant

- známá hladina vody pro daný průtok
- kritická hloubka
- „normální hloubka“ v podobě sklonu čáry energie
- konsumpční křivka profilu

Ukládání dat je v modelu HEC-RAS uskutečňováno prostřednictvím tzv. „flat“ souborů, které jsou ve formátu ASCII nebo BINARY, a pomocí souborů formátu HEC-DSS. Vstupní data jsou uložena v „FLAT“ souborech samostatně pro jednotlivé kategorie dat: projekt, geometrie, modul ustáleného proudění a modul neustáleného proudění. Výstupní data jsou převážně ukládána do samostatných binárních souborů. Všechna data mohou být přenášena mezi programem HEC-RAS a jinými programy prostřednictvím souborů typu HEC-DSS. (Hydrologic engineering center, 2008) HEC-RAS je schopen poskytnout mnoho grafických a tabelárních výstupů. Mezi grafické výstupy patří schéma přehledné situace, příčné řezy, podélné profily, konsumpční křivky, hydrogramy a další. Mimo jiné je jako grafický výstup možné zvolit axonometrický pohled na modelovanou lokalitu. V tabelárních výstupech je HEC-RAS schopen poskytnout řadu již předdefinovaných tabulek nebo může uživatel vybírat pro tabelární výstupy libovolné veličiny z 250 veličin, které program v průběhu simulace počítá. Všechny grafické i tabelární výstupy je možné tisknout přímo z programu nebo je prostřednictvím „copy to clipboard“ přenést do jiných textových či tabulkových editorů. (Hydrologic engineering center, 2008)

### **2.2.3 Výpočetní postupy pro řešení ustáleného nerovnoměrného proudění**

Program HEC-RAS je schopný řešit 1-dimensionální výpočty vodní hladiny pro ustálené nerovnoměrné proudění v přírodních nebo uměle vytvořených kanálech. Počítá podkritické, superkritické a smíšené proudění. Základní výpočetní postup je založený na řešení rovnice zachování energie. Energetické ztráty jsou brány jako ztráty třením (Manning) a místní ztráty vlivem náhlého rozšíření, či zúžení.

Průběh hladiny při nerovnoměrném proudění je počítán od jednoho příčného profilu k dalšímu aplikací výpočetních postupů iterativním způsobem metodou po úsecích. (Hydrologic Engineering Center, 2008) Pro její správné použití musí být splněny tyto podmínky:

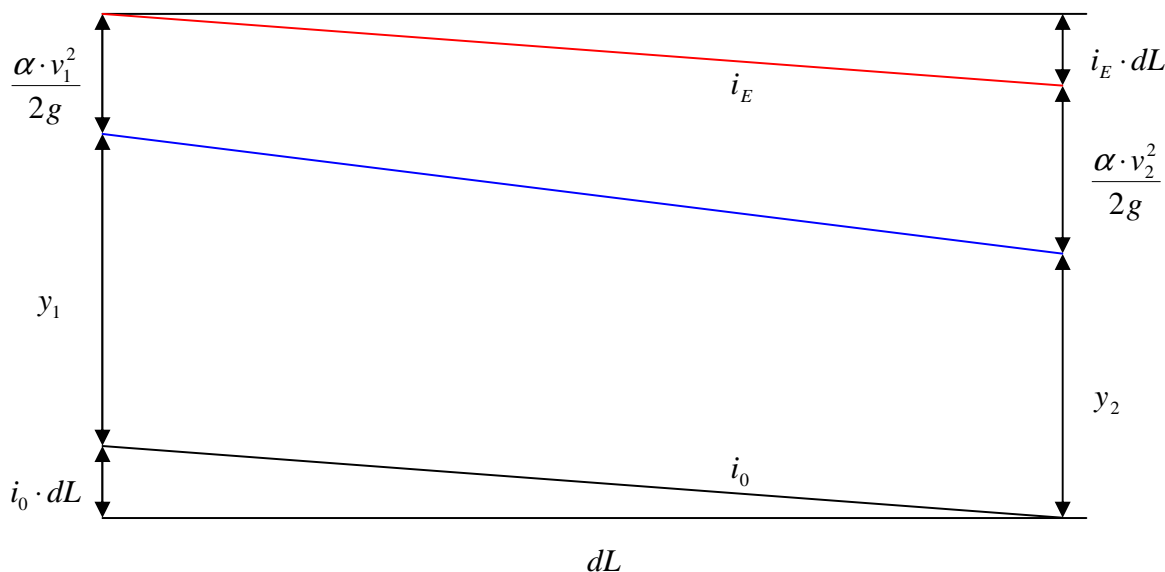
- charakteristiky proudění a koryta jsou neměnné
- rychlost proudění v podélném směru je natolik převažující, že složky rychlosti v příčném a svislém směru mohou být zanedbány
- rozdělení podélných rychlostí v příčném směru proudu je takové, že lze průřezovou rychlost vyjádřit jako poměr průtoku a průtočné plochy
- za předpokladu malých změn mezi 2 sousedními profily se mohou změny hydraulických veličin v podélném směru považovat za tak malé, že lze jejich hodnoty zprůměrovat a v takovém případě lze pro výpočet sklonu čáry energie použít rovnice pro výpočet rovnoměrného proudění
- sklon dna je natolik malý, že nerozhoduje, zda považujeme za hloubku vody svislici, nebo kolmici ke dnu

Níže uvedená teorie je čerpána z práce Havlík et al. (2009)

Bernoulliho rovnice má následující tvar:

$$Y_1 + i_0 \cdot \Delta L + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g} = Y_2 + i_E \cdot \Delta L + \frac{\alpha \cdot v_2^2}{2g} + \xi \left( \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \right)$$

$Y$	... výška hladiny vody v příčném profilu
$i_0$	... sklon dna
$i_E$	... sklon čáry energie
$\Delta L$	... vzdálenost mezi profily
$\alpha$	... rychlostní koeficient
$v$	... průměrná rychlost
$\xi$	... součinitel místní ztráty vlivem náhlého rozšíření nebo zúžení



Obrázek 1 Průběh hladiny při nerovnoměrném proudění mezi 2 profily

Rozdíl úrovní hladin lze potom vypočítat z rovnice:

$$\Delta y = \frac{\alpha \cdot Q^2}{2g} \left( \frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right) + \frac{Q^2}{K_p^2} \cdot \Delta L + \xi \left( \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \right)$$

Při říčním proudění probíhá výpočet proti směru toku. Řešení vychází ze známé hloubky  $y_2$  a úrovně čáry energie  $E_2$  v dolním profilu. V dalším kroku se volí hloubky  $y_1$ , pro kterou vyplyne úroveň hladiny čáry energie  $E_1$ .

$$E_2 = y_2 + \frac{\alpha \cdot v_2^2}{2g}$$

$$E_1 = i_0 \cdot \Delta L + y_1 + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g}$$

Při správném odhadu musí platit

$$\frac{E_1 - E_2}{\Delta L} = i_E = \frac{Q^2}{C_p^2 \cdot S_p^2 \cdot R_p}$$

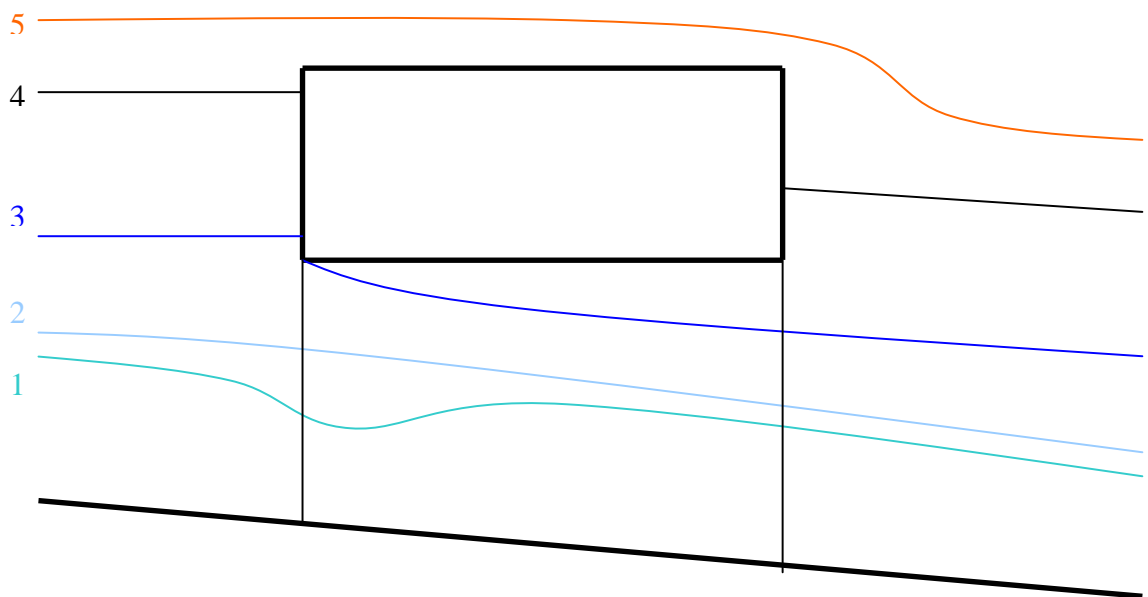
Pokud není tato rovnost splněna, pak to znamená, že byl odhad proveden špatně a je potřeba jej upravit. Tento postup se opakuje do té doby, než je dosaženo

potřebné míry shody. Nezbytnou součástí metody je proto iterační postup, díky kterému se jedná o výpočetně náročnou metodu.

### Výpočet vzdutí hladiny mostním objektem

Způsob výpočtu charakteristik proudění mostním objektem závisí na průběhu hladiny v mostním objektu a nejbližším okolí. Je možné stanovit pět základních režimů proudění (obr. 2):

- proudění s volnou hladinou ovlivněné dolní vodou (1)
- proudění s volnou hladinou neovlivněné dolní vodou (2)
- proudění se zatopeným vtokem a volným výtokem (3)
- proudění se zatopeným vtokem i výtokem (tlakové proudění) (4)
- přelévavý mostní objekt (speciální případ) (5)



Obrázek 2 Charakteristické průběhy hladin při proudění mostním objektem

Pro řešení proudění s volnou hladinou lze použít přístup, který vychází z Bernoulliho rovnice. Za předpokladu zanedbání skonu mezi profily 1 a 2 můžeme napsat

$$E_1 = y_1 + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{\alpha \cdot v_2^2}{2g} + \frac{\xi \cdot v_2^2}{2g} = y_2 + \frac{Q^2}{2g \cdot \varphi^2 \cdot S_M^2}$$



$S_M$  ... průtočná plocha mostního profilu 2

$\varphi$  ... rychlostní součinitel

$\xi$  ... součinitel místní ztráty na vtoku

V případě proudění ovlivněného dolní vodou (1) se doporučuje za hloubku  $y_2$  dosazovat přímo hloubku dolní vody  $y_4$  z profilu těsně za mostem (4).

V případě zatopeného vtoku s volným výtokem je možné použít rovnici

$$E_1 = y_1 + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g} = \frac{H_M}{2} + \frac{Q^2}{C_Z^2 \cdot S_M^2 \cdot 2g}$$

$C_Z$  ... koeficient závisející na míře vzduť hladiny nad spodní líc mostovky

$H_M$  ... vzdálenost mezi dnem a úrovní spodního líce mostovky na jeho horním čele

Za povodňových situací jsou běžné případy, kdy je most zatopený na svém vtoku i výtoku, proudění se potom stává tlakovým. Zde je možné použít tuto rovnici

$$E_1 = y_1 + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g} = y_4 + \frac{Q^2}{\mu_v^2 \cdot S_M^2 \cdot 2g}$$

$\mu_v$  ... součinitel výtoku mostního otvoru

#### 2.2.4 Problém splavenin při průchodu povodňové vlny v profilu mostu

Při průchodu velké vody profilem mostu, který nemá dostatečnou průtočnou plochu, je potřeba počítat s možností ucpání tohoto místa splaveninami z vyšších míst toku. Právě na průchodu povodňových vln těmito místy je závislý rozsah a charakter proudění v inundačním území. Dochází zde ke vzniku bariér, které usměřují proud vody a zvyšují vylévání průtoku do inundačního území. Hlavním zdrojem splávi je vegetace na březích toků. Při průchodu vyšších průtoků jsou odlamovány větve stromů a stromy bývají podemílány a odnášeny do nižších částí toku. V zastavěném území dochází často k odnášení plotů, či menších hospodářských stavení.

Podle Kantora a Sklenáře (2005), zachycené splávi v mostním nebo jinak průtočně méně kapacitním profilu může vést k

- vytvoření málo propustné bariéry a efektu zpětného vzduť a v důsledku snížení kapacity profilu k předčasnému vybřežení z koryta; při podtékání bariéry k morfológickým změnám v korytě
- vytvoření překážky, která usměrňuje proudění uvnitř koryta na některý z břehů a tím způsobuje jeho zvýšenou břehovou erozi; při vysokých vodních stavech, je značná část usměrňována mimo koryto
- vznik záatarasu v místě mostu způsobuje zpětné vzduť, při vysokých vodních stavech usměrnění průtoku mimo koryto; pokud je záataras pouze u jedné strany mostu, vede to ke zvýšené erozi koryta na profilu mostu. Porucha většinou u dna podtékáním záatarasu – tzv. piping efekt, nebo usměrněním proudu na konstrukci mostu (pilíře)

Pro představu je uveden obrázek 3, na kterém je vidět ucpaný profil mostu na řece Odře.



Obrázek 3 Zcela zatarasený mostní profil na Odře v roce 1997 (Kantor, Sklenář, 2005)

## 2.2.5 Volba součinitele drsnosti

Koeficient drsnosti představuje jeden z hlavních klíčů pro realistickou numerickou simulaci proudění v otevřeném korytě. Jeho přesné určení má veliký vliv na výsledek modelování (Ballesteros et al., 2011). Součinitel drsnosti  $n$  musíme zvolit tak, aby skutečně vystihoval odpor proudění v daném korytě. Abychom zvolili správně, měli bychom: (Brachtl, 1962)

- poznat faktory ovlivňující hodnotu  $n$  a zúžit tak oblast volby součinitele
- seznámit se s typickými hodnotami součinitele  $n$  pro různé druhy koryt
- seznámit se s hodnotami několika koryt, ve kterých součinitele drsnosti známe z přímých měření
- požádat o radu staršího a zkušenějšího projektanta

Drsnost povrchu je reprezentovaná tvarem a velikostí zrn materiálu vyplňujícího omočený obvod a způsobujícího odpor proti pohybu vody. Všeobecně se dá říci, že hodnota součinitele  $n$  vzrůstá se zvětšováním se rozměru zrn. Pokud je materiál dna jemný, je hodnota součinitele nízká a nebývá ovlivňována změnou vodního stavu. Hrubá dlažba dna zvyšuje hodnotu  $n$  při nízkých vodních stavech, neboť se uplatňuje více drsnost dna než drsnost svahů koryta. Některé faktory ovlivňující drsnost koryta jsou: vegetace, nepravidelnost koryta, trasa kanálu, zanášení a vymílání koryta, překážky v korytě, hloubka vody a průtok, změny v průběhu roku, pohyb splavenin.

V programu HEC-RAS se zadává drsnost zvlášť pro hlavní koryto a pro levou a pravou inundaci.

### 3 Charakteristika povodí řeky Doubravy s přehledem historických povodní

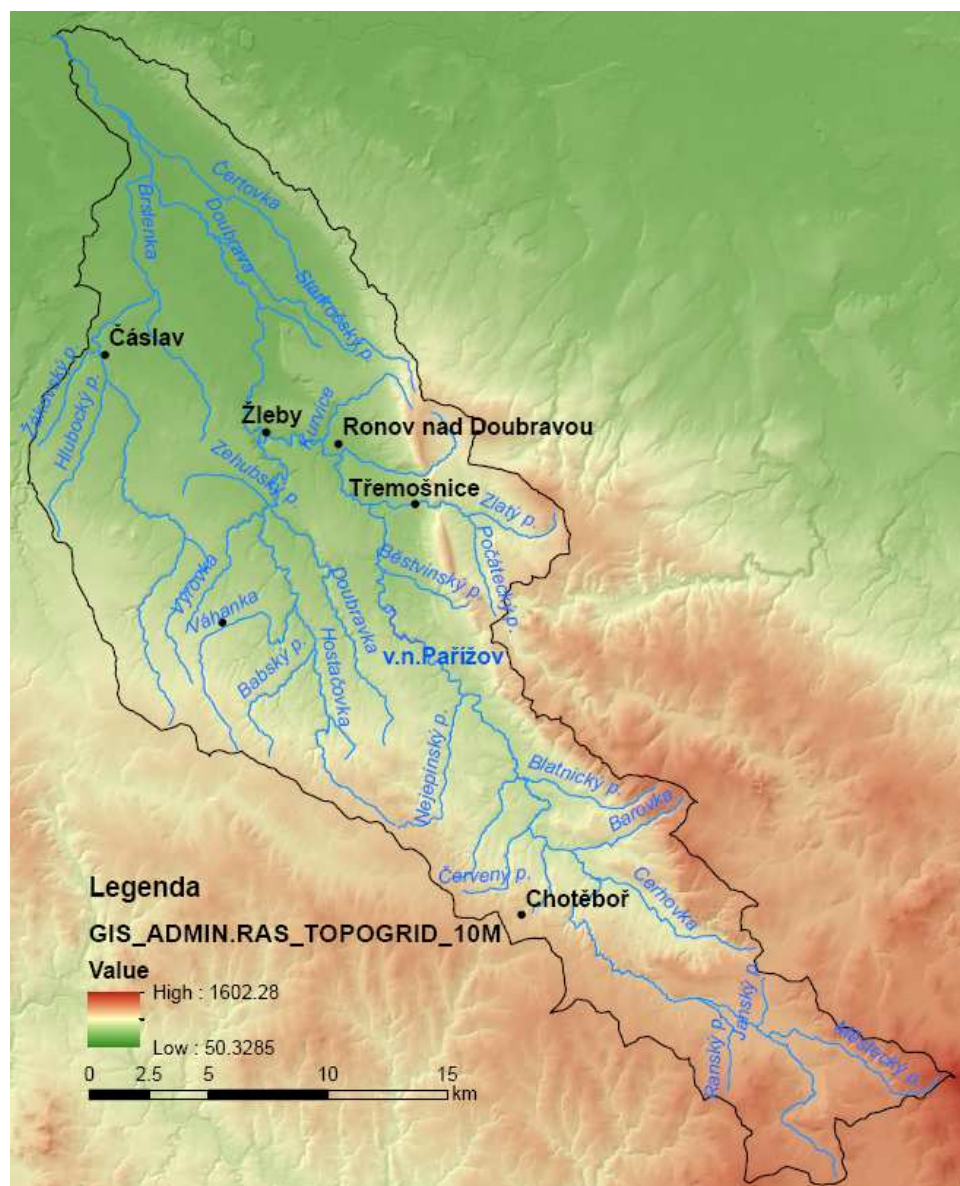
#### 3.1 Povodí Doubravy

Řeka Doubrava<sup>1</sup> pramení v západní části Žďárských vrchů, na západ od rybníka Velké Dářko mezi městy Ždírec nad Doubravou a Žďár nad Sázavou a je tvořena třemi pramenními toky. Směr toku je téměř celou dobu ve směru severozápadním přes Kutnohorskou pahorkatinu až k levostrannému zaústění do Labe v Poděbradském Polabí poblíž Týnce nad Labem v nadmořské výšce 198 m n. m. (Povodí Labe, 2009). Od svého pramene až k vyústění Doubrava mění svůj charakter a přechází ze sevřeného skalnatého masivu žulového, později rulového s mnoha peřejemi a vodopády, přes malebné lesnaté údolí nazývané „Chitussiho údolí“ ve středu toku a nakonec se pod obcí Žleby rozšiřuje v rozsáhlou aluviální nížinu, jež na pravém břehu jde až pod svahy Železných hor a na levém mírně stoupá k Čáslavi. Nejvýznamnějšími přítoky jsou zleva říčky Hostačovka a Brslenka a zprava pak Cerhovka a Zlatý potok.



Obrázek 4 Poloha povodí Doubravy v České republice

<sup>1</sup> V Diplomové práci je používán název Doubrava, avšak Pech (1931) uvádí, že jedině obvyklé u místního obyvatelstva a místních obecních úřadů je označení Doubravka. „Na vojenských mapách rakouských je psáno Doubrava, a odtud přenesen tento název i do spisů úřadů býv. Rakouska a potom i do českých.“



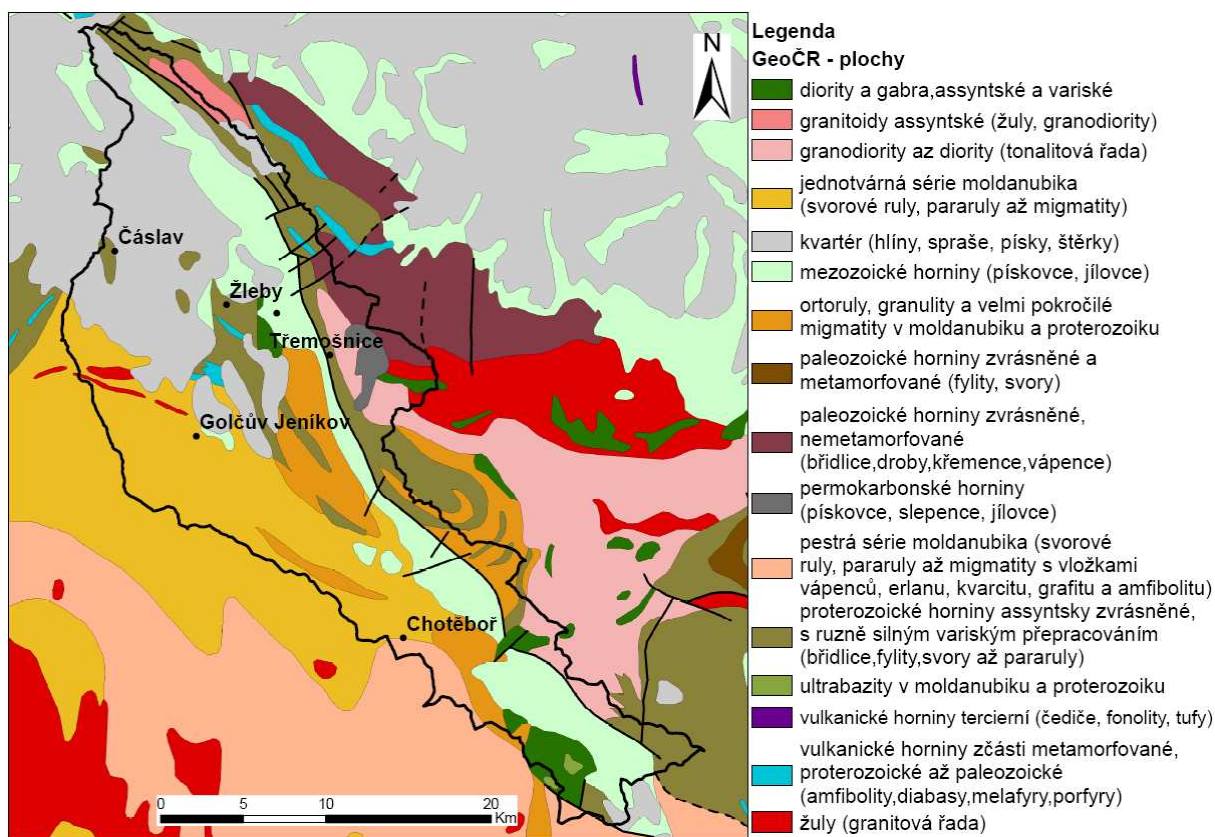
Obrázek 5 Povodí řeky Doubravy

Plocha celého povodí je podle MKOL (2005) 599 m<sup>2</sup>. Na obr. 5 je patrný protáhlý, úzký tvar. Průměrná šířka je pouze okolo 10 km. Tento tvar povodí vysvětluje častý výskyt velkých povodní, jež vznikají většinou v létě z prudkých dešťů. Dešťová voda stéká krátkými prudkými svody rychle do hlavního toku a přepĺňuje jej. (Pech, 1931)

Z geomorfologického hlediska se povodí Doubravy rozkládá na hranici oblastí Českomoravské vrchoviny a Středočeská tabule. Jižní část leží v Hornosázavské pahorkatině a na východě vybíhá také do Železných hor, severní část pak náleží Středolabské tabuli.

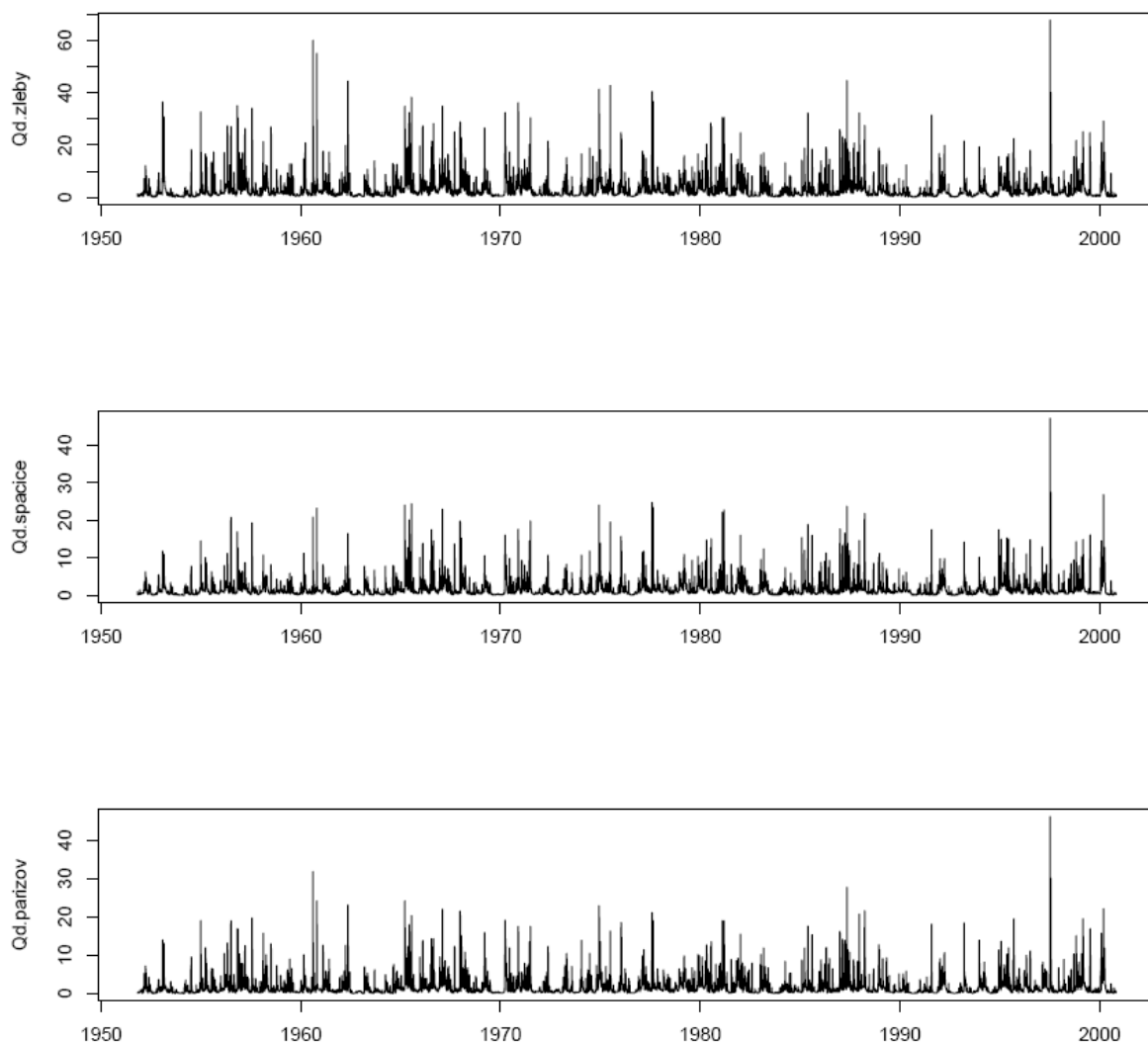
Území povodí se táhne po hranici dvou částí Českého masivu a sice kutnohorsko – svrateckého a moldanubického. Horninové složení je pestré, jak ukazuje obrázek 6. Významnou měrou jsou zde zastoupeny hlíny, spraše a písky kvartérního stáří, svorové ruly, pararuly až migmatity, pískovce, jílovce, břidlice, fylity, svory, ale také diority, gabra, nebo ortoruly a granulity.

V dolní části povodí jsou hlavními půdními typy černozemě a hnědozemě a větší zastoupení je také fluvizemí na místech již plně rozvinuté nivy řeky Doubravy. Na střední a horní části povodí jsou pak rovnoměrně rozprostřeny kambizemě, pseudogleje a gleje.



Obrázek 6 Geologická mapa povodí řeky Doubravy

Průměrné průtoky na řece Doubravě za období 1961 až 1990 byly změřeny pro stanici Spačice 1,758 m<sup>3</sup>/s, pro stanici Pařížov 1,762 m<sup>3</sup>/s a pro stanici Žleby 3,051 m<sup>3</sup>/s. Pro bližší představu o hydrologických poměrech na zájmovém území v letech 1952 až 2000 je uveden obrázek 7 s průměrnými denními průtoky v profilech Žleby, Spačice a Pařížov.



*Obrázek 7 Denní průměrné průtoky ve vodoměrných stanicích Žleby, Spačice a Pařížov za hydrologické roky 1952 – 1999*

Přibližně 5 km jižně od obce Třemošnice se nachází přehrada Pařížov, jedna z nejhezčích přehrad v České republice, zařazená mezi technické památky (obr. 8). Projekt na stavbu VD Pařížov byl schválen již v dubnu 1908, avšak dne 23. května 1908 přišla povodeň historicky největší a vzhledem k tomu musel být projekt předělán (Stupecký, 1914). Účel vodního díla je především částečná ochrana území před povodněmi. Plocha povodí k profilu VD Pařížov je 201,11 km<sup>2</sup> (Boháč, 2008).

Pro modelování povodně na Doubravě v programu HEC-RAS byly vybrány tři úseky, pro které bylo možné sehnat historické informace o tehdejší výšce hladiny. Jsou to

úseky Žleby a Ronov nad Doubravou ležící pod VD Pařížov a poté úsek u osady Spačice, který je umístěn těsně nad vodním dílem.



Obrázek 8 Přepraha Pařížov (<http://foto.mapy.cz/88227-Hraz-prehrady-Parizov>)

### **3.2 Povodně na Doubravě**

Podle Brázdila (2002), je výskyt meteorologických a klimatologických extrémů výsledkem přirozené variability zemské atmosféry. V ní se pod vlivem různých přírodních a antropogenních faktorů odehrává řada složitých a vzájemně se ovlivňujících fyzikálních a chemických procesů, které v interakci s aktivním povrchem mohou vést k výskytu extrémních stavů různého plošného rozsahu a trvání. Zatímco v přírodních ekosystémech jsou takovéto extrémy včetně jejich účinků součástí jejich přirozeného vývoje, v kulturní krajině způsobují při stále složitější infrastruktuře lidské společnosti mnohdy velké materiální škody i ztráty na lidských životech.

V ČR lze v podstatě rozlišit tři hlavní typy povodní podle následujících meteorologických příčin (Kakos 1978):

**krátké intenzivní srážky** (lijáky, průtrže mračen)



Vyskytují se výhradně v letním období v lokálním měřítku a mají často katastrofální lokální důsledky. Vznikají v oblasti studených a zvlněných studených front. Při náhlém plošném odtoku srážkové vody způsobují tzv. bleskové povodně.

### **vydatné trvalé srážky**

Jde o srážky frontálního původu většího plošného rozsahu, trvající řádově desítky hodin. Tyto deště jsou způsobeny přechodem jedné nebo více výraznějších a plošně rozsáhlejších cyklon během několika po sobě následujících dní přes střední Evropu. Pro vznik těchto převážně letních povodní je rozhodující množství srážek, často orograficky zesílených, a stupeň nasycenosti povodí.

### **tání sněhové pokrývky**

Povodně z tání sněhu závisejí hlavně na množství a vodní hodnotě sněhové pokrývky, stavu půdy, intenzitě oteplení a ledových jevech na řekách. Efekt tání bývá většinou zesilován vypadávajícími srážkami a vyšší rychlostí větru při kladných teplotách. K povodním dochází také při chodu ledu a vytváření ledových zácp. Území ČR leží v těchto případech zpravidla v teplé části cyklon postupujících k východu, a to v teplém proudění ze západního sektoru.

Jiné dělení povodní na území České republiky je výlučně podle roční doby a sice dělí se na letní povodně a zimní.

Letní povodně, vyskytující se mezi dubnem a listopadem jsou téměř výhradně povodně způsobené deštěm. Jsou to tzv. bleskové povodně, které mají původ v intenzivních krátkodobých srážkách, kdy během poměrně krátké doby (několika hodin) spadne na zem množství vody, odpovídající vodnímu sloupci o výšce až několika stovek milimetrů. Tato voda dokáže během několika minut zaplavit rozsáhlá území a díky svému dynamickému účinku strhávají domy, mosty, vyvracejí stromy apod. Bleskové povodně postihují většinou menší území a jejich trvání je v rámci několika hodin. Právě v náhlosti a rychlosti postupu kulminační vlny tkví jejich velké nebezpečí. Opak bleskových povodní jsou povodně, které vznikají následkem vytrvalých i několikadenních dešťových srážek, postihujících rozsáhlá území i celá říční povodí. Celkový objem srážek je zde oproti bleskovým povodním větší, což se odráží ve větším objemu povodňové vlny. Zvláštní nebezpečí představují povodně, které kombinují vlastnosti obou dvou popsaných mechanismů a tím jsou katastrofické následky sčítány. To je případ povodně z roku 1908 na řece Doubravě, jak bude blíže popsáno v následujícím textu (Kozák, 2007).

Zimní povodně se vyskytují na přelomu zimy a jara, kdy ve výše položených partiích povodí taje sněhová pokrývka vlivem oteplování s přicházejícím jarem. Avšak zimní

povodně přicházejí na našem území i v jiném období, obvykle s příchodem náhlého oteplování, při oblevě, v kombinaci s dešťovými srážkami. Rozlišujeme různé druhy zimních povodní, ve kterých se na vodních tocích kombinují dešťové srážky, proces tání sněhu a efekty způsobené ledovými nápěchy. Těmito kombinacemi může vzniknout celá řada variant zimních povodní (Kozák, 2007).

Mezi parametry, které formují konečnou podobu zimních a letních povodní patří také vlastnosti zemského povrchu: stupeň nasycenosti půdy vodou, hloubka zamrznutí půdy, sklon terénu a jeho zeměpisná orientace, vegetační pokryv, atd. (Kozák, 2007).

Jak se píše v dobových Národních listech, tak květen 1908 se před povodňovou událostí vyznačoval vysokými teplotami kolem 30 °C. Již 20. května zasáhly povodí Doubravy nadprůměrné srážky kolem 20 až 40 mm a nasatily tak povodí. Největší srážkový úhrn byl v této oblasti naměřen ve stanici Žáky nedaleko Čáslavi a to 46,3 mm. Právě předběžné nasycení byl jeden ze zhoršujících momentů pro situaci, která nastala o tři dny později. Podle tehdejších článků v Národních listech se teplota 23. 5. 1908 pohybovala ještě kolem poledne cca 30 °C, avšak okolo druhé hodiny odpoledne náhle klesla na 10°C a dostavilo se prudké krupobití a silné přivaly deště.

„Střediskem této živelní pohromy byly Žleby. V krátké době vystoupila tam Doubravka 7 metrů nad normál. V kostele a hrobce knížat Auerspergů stála voda zvýší 1 metru. Veškeré mosty v obvodu města jsou zničeny nebo silně poškozeny; most místní dráhy Čáslav – Závratec jest stržen, betonový most v Třemošnicích silně poškozen.“ (Národní listy 26. 5. 1908) O úhrnu srážek vypovídá obr. 9 na kterém jsou zakresleny isohyety z 23. 5. 1908.



tabulka 1 Přehled největších historických povodní na Doubravě

1714 únor	Vojnův Městec: strženo 20 rybníků (zčásti zřejmě i v povodí Sázavy)
1734 červen	Žleby: kostel 90 cm
1761 únor	Žleby: farská zahrada a hřbitov zaplaveny
1799 únor	Žleby: farská zahrada zpustošena
1804 červen	Žleby: kostel propadá podlaha, hřbitov zaplaven, stržena zeď
1824 červen	Žleby: škody
1829 květen	Žleby: k domu Hradeckého
1845 březen	Žleby: protrženy jezy
1854 květen	Žleby: hráz u vinopalny přetekla, malý park zaplaven, hrázecká hospoda okna
1861 srpen	Žleby: oba parky zaplaveny, lávka mezi nimi odnesena
1862 únor	Kobylnice, Záboří: vybřežení a zátopy
1876 červen	Libice: stržen rybník Pilka, Žleby: protrženy jezy
1883 červen	Bílek: stržen rybník, Žleby: vzestup o 3 m voda u č.p. 79
1886 červen	Žleby: 150 m <sup>3</sup> /s (?)
1890 září	Žleby: 210 cm
1890 listopad	Žleby: >210 cm
1891 březen	Kobylnice: 252 cm značka na mostě uvažované silnice
1897 srpen	Žleby: cca 320 cm?? Kostel k 2. stupni oltáře, knížecí hrobka zaplavena, lávka v parku Odnesena, zaplaven park až k zámeckému svahu
1907 červenec	Žleby: 269 cm
1908 květen	Protrženy rybníky u Ronova (patrně) Žleby: 520 cm – (protokol) Kostel nad oltářní desku, knížecí hrobka ke stropu, domy v parku a Kolem řeky po střechy
1910 září	Žleby: 262 cm - poslední neovlivněná povodeň (protokol)
1913 srpen	Žleby: 222 cm - (protokol)

## **4 Rekonstrukce povodně z 23. května 1908**

### **4.1 Historická data**

Pro splnění prvního dílčího cíle této práce bylo nutné dát dohromady všechny dostupné informace, které mají jakoukoliv spojitost s historickou povodní v roce 1908. Jelikož od povodně uběhlo již 102 let, znamenalo to prozkoumat archivy v regionech řeky Doubravy, zejména pak regionální archivy v Chrudimi a Třemošnici a také Národní archiv ČR a archiv ČHMÚ v Brozanech, ve kterých byla nalezena dobová korespondence městských úřadů obcí zasažených povodní, dále technické výkresy znázorňující tvar tehdejšího koryta řeky i technický výkres toho, kam dosahovala velká voda v obci Žleby s nivelačními značkami. Dále výkresy tehdejších mostů přes Doubravu, které jsou potřebné pro sestavení přesného hydraulického modelu. Další cenné informace byly nalezeny v kronikách obcí Žleby, Ronov nad Doubravou a Kněžice.

### **4.2 Zaměření situace**

K sestavení hydraulických modelů bylo nejprve zapotřebí vytvořit poměrně detailní modely říčních úseků, což znamenalo je zaměřit geodetickým přístrojem. Zaměřovalo se totální stanicí TOPCON. Jelikož bylo složité napojovat se na polohopisné body systému S-JTSK, byly zaměřeny pouze nivelace v relativních souřadnicích. Data z totální stanice byla pak stažena do počítače a dále upravována v prostředí geografického informačního systému ArcGIS.

### **4.3 Hydraulické modelování**

Pro úpravu geodetických dat, která byla v textové formě, byl použit tabulkový procesor Excel, ve kterém byly zobrazeny příčné profily a provedeny potřebné výpočty pro další použití. V další části byl již sestavován hydraulický 1-D model v programu říční sítě HEC-RAS. Pro tyto účely bylo potřeba mít zaměřené příčné profily, vzdálenosti mezi profily a určit drsnostní součinitele koryt. Ty byly určovány podle předchozí rekognoskace terénu ve srovnání s literaturou (Brachtl a Taus,

1962) a po konzultaci s pracovníky VÚV TGM, v.v.i. z oddělení hydrologie a hydrauliky. Po sestavení modelů do nich byly zadány známé výšky hladin při povodni. Poté se v nich modelovala povodeň o různých průtocích a byly hledány ty, které nejlépe vyhovují výškám zaměřených povodňových značek.

#### **4.4 Průtoky povodně ve Spačicích**

##### **Sběr dat**

Při hledání v historických pramenech bylo z článku Stupecký (1914) zjištěno, že ve Spačicích "vodní množství za nejvyššího stavu velké vody z r. 1908 měřeno nebylo, přijal se pro jeho vyšetření maximální odtok z 1 km<sup>2</sup> zahrazeného povodí hodnotou 1.1 m<sup>3</sup>/sek., takže při rozloze tohoto území okrouhlých 209 km<sup>2</sup> vyplývá největší vteřinový přítok 230 m<sup>3</sup>."

Hodnota 230 m<sup>3</sup>/s byla následně Zemským výborem pro úpravu řek v království českém snížena na 218 m<sup>3</sup>/s, což vyplývá z materiálu Protokol (1908) a rukopisu Vogel (1909).

Podle mimořádné zprávy vodoměrné, kterou v květnu 1908 na příslušném formuláři vyhotovil pozorovatel stanice Spačice je patrné, že dvě nejvyšší hodnoty 23. 5. 1908 v 17,00 a 19,00 nebyly odečteny z vodočtu, neboť nejsou udány standardně v centimetrech, ale jen v metrech (4 m, 3 m), jak je vidět na jeho kopii v příloze 2. To navozuje domněnku, že skutečná výška hladiny byla odečtena s nezanedbatelnou chybou.

Informace o charakteru řečiště ve Spačicích v roce 1908 nebyly nalezeny. Není pravděpodobné, že by bylo upravené jako dnes. V úseku cca 180 m po toku od profilu mostu bylo nejspíš v roce 1908 řečiště neupravené, avšak břehy méně zarostlé. Podle článku Pech (1931) byla menší úprava koryta ve Spačicích provedena v „současné“ době, z poznámky ve výpisu minimálních vodních stavů z archivu ČHMÚ vyplývá, že se úprava uskutečnila v roce 1931. V následujícím úseku cca 200 m je a patrně byla již část povodňového řečiště pokryta stromy. Poté řeka vtéká do lesa (obr. 10), který zasahuje až těsně k břehům, takže za povodně se podstatná část průtočného profilu vyznačuje vysokým drsnostním součinitelem. Podle mapy z II. vojenského mapování, byl rozsah zalesnění v tomto úseku obdobný, jako je v současnosti. (obr. 11)



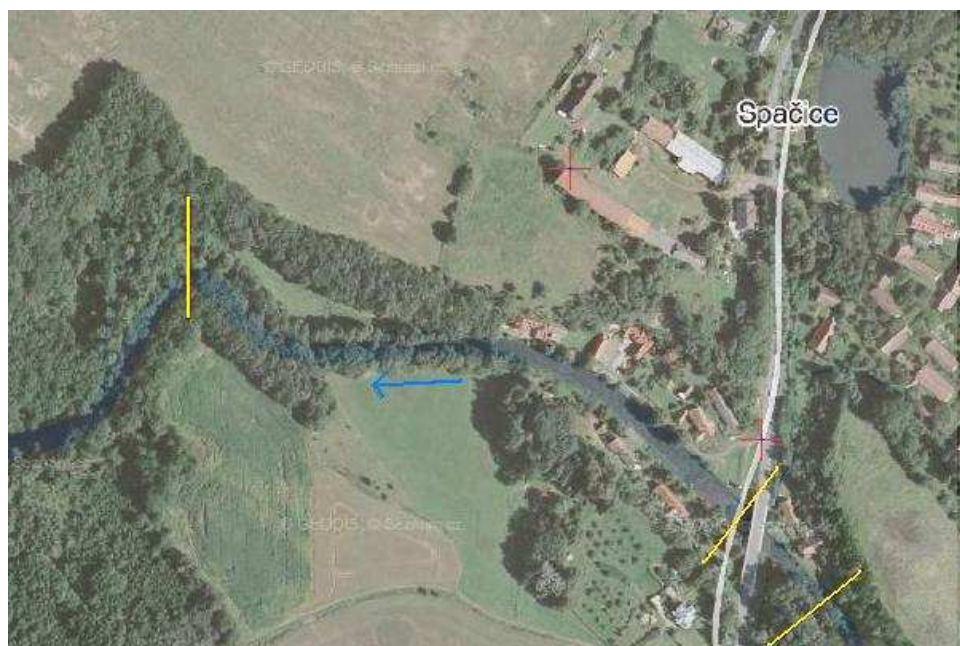
Obrázek 10 Doubrava v dolní části úseku Spačice (foto Ladislav Kašpárek)



Obrázek 11 II. vojenské mapování – Spačice ([www.oldmaps.geolab.cz](http://www.oldmaps.geolab.cz))

## Zaměření situace a aplikace 1D modelu

Zaměřený úsek ve Spačicích začíná přibližně 50 m nad profilem mostu a končí 460 m po směru toku v lese, kde se tok mírně zužuje a drsnost je kvůli stromům větší, což mohlo způsobovat zvýšení hladiny v oblasti mostu. Ve Spačicích byl měřen úsek 460 m se začátkem nad limnigrafem, kde byla zaznamenána výška hladiny a koncem dále po proudu, kde se tok v lese zužuje. Na tento úsek stačily tři příčné profily (obr. 12). Dále byl nivelačním přístrojem změřen podélný profil hladiny na tomto úseku. Nivelačním přístrojem byl zaměřen také podélný sklon hladiny. Známa výška hladiny z povodně 1908 byla pouze jedna a sice 4 m na vodočtu, který se nacházel v profilu mostu. Tvar tehdejšího mostu byl vzat z dobového nákresu. Z těchto údajů byl sestaven 1-D model ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HEC-RAS. Ten však předpokládaný vliv větší drsnosti na zvýšení hladiny v horní části úseku neprokázal. Vzhledem k tomu, že není známo více o dřívějším charakteru koryta a jeho okolí, nepřinesla aplikace tohoto modelu žádné zpřesnění odhadu maximálního průtoku.



Obrázek 12 Zaměřovaný úsek na řece Doubravě ve Spačicích  
([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

Výpočet průtoku za pomoci Chézyho rovnice pro historicky zaměřený profil mostu s průtočnou plochou  $81,16 \text{ m}^2$  a se změřeným sklonem hladiny  $0,00326$  vede k hodnotě  $192 \text{ m}^3/\text{s}$  při zvoleném koeficientu drsnosti  $0,049$ .



## 4.5 Průtoky povodně ve Žlebech

### Sběr dat

Očividně i v úseku Žleby byl průtok po roce 1908 vypočten z téměř stejné velikosti specifického kulminačního průtoku jako tomu bylo pro Spačice. Pro plochu povodí byla zvolena hodnota  $383 \text{ km}^2$  a průtok tak vyšel  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , tj. pro specifický kulminační průtok  $1,04 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ . O velikosti vyhodnoceného průtoku patrně panovaly pochybnosti.

Pech (1934) se sice o této povodni zmiňuje, jako rozsah 4 maximálních průtoků ve Žlebech z období desetiletí 1904 – 1913 uvádí  $76 - 122 \text{ m}^3/\text{s}$ , přičemž úplně největší průtok před rokem 1913 byl  $152 \text{ m}^3/\text{s}$  bez určení data. Patrně jde o povodeň z roku 1897.

V Článku Pech (1934) jsou uvedeny kulminační průtoky ve vodoměrné stanici Kobylnice (ta se nacházela cca 4,4 km nad ústím Doubravy do Labe, tj. cca o 19 km po toku od Žleb) z období 1900 – 1930, ve Žlebech z období 1913 – 1928. Z porovnání kulminačních průtoků Pech vyvodil, že „u největších vod ve všech případech nastává značnější snížení průtoků (asi 20 %) při přechodu povodňové vlny ze Žleb do Kobylnice. Snížení to vzniká rozlitím těchto největších vod do rozsáhlých inundačních prostor mimo břehy.“ Avšak snížení ze  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  na  $78 \text{ m}^3/\text{s}$  pro povodeň z roku 1908 se při porovnání s ostatními povodněmi jeví jako nepravděpodobné, i když se na větším transformačním účinku jistě podílel strmější vzestup i pokles průtoků a relativně menší objem odtoku za této povodně.

Porovnání objemu povodňové vlny ve Žlebech, kde je hodinový záznam vodních stavů a rekonstrukce průtoků z denních čtení vodočtu v Kobylnici ukazuje, že za předpokladu měrné křivky průtoků ve stanici Žleby směřující pro stav 520 cm do průtoku  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  je objem vlny ve Žlebech cca o 30 % ( $3,8 \text{ mil. m}^3$ ) větší než v Kobylnici. Není pravděpodobné, že by tak velké množství vody vsáklo do údolní nivy.

V historických materiálech byl nalezen výkres příčného profilu i údaj o sklonu hladiny, podle kterých byl maximální průtok ve Žlebech vypočten. V rukopisu Vogel (1909) se zachoval i výpočet podle vzorce Gaungilleta a Kuttera. Avšak se dá polemizovat o hodnotě tehdy zvoleného koeficientu drsnosti pro vlastní řečiště 0,025 a pro inundace 0,030 zda nejsou příliš nízké. Stav řečiště v roce 1908 a 2010 je

vidět na fotografiích na obr. 13 a 14. Na levém břehu byla původní kamenná dlažba se zástavbou, na pravém jsou pak vidět zbytky keřů.



*Obrázek 13 Úsek Doubravy u nádraží ve Žlebech po povodni 1908*



*Obrázek 14 Úsek Doubravy u nádraží ve Žlebech 2010 (foto Adam Beran)*

V článku v Národních listech z 26. 5.1908 se píše, že „most místní dráhy Čáslav – Závratec jest stržen“, což může vyvracet dosud uvažovanou hodnotu kulminačního průtoku  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tento most se nachází cca 300 m pod místem, kde byl zaměřen

příčný profil použitý pro výpočet kulminačního průtoku. Je velmi pravděpodobné, že příhradová mostní konstrukce spolu se zachycenými předměty odnesenými z výše ležících míst (například dva mosty ze Žleb) vytvářela překážku pro proudění a vzdouvala hladinu v úseku nad mostem. Tuto domněnku potvrzuje i Protokol (1908) z jednání o vypracování projektu na definitivní přestavbu mostu, v kterém zástupce čáslavského okresu žádal, „aby nový železniční most zřízen byl tak, aby voda při velkých srážkách měla náležitý odtok a nebyla mostem nikterak vzdouvána a aby tak stále se opakující škody zamezeny byly“. V protokolu se také konstatuje, že „na místě samém nadevší pochybnost zjištěno bylo, byl při povodni dne 23. května 1908 ve Žlebech panovší podemlet levý pilíř železničního mostu a byl taras, pokud se týče břehu na levé straně Doubravy před mostem tím stržen a valně poškozen. Totéž v míře poněkud menší stalo se i za povodně r. 1897 a i za povodně dřívější a nutno hledati příčinu toho v tom, že most železniční byl nešťastně položen a situován jmenovitě v tom, že levý pilíř železničního mostu postaven byl přímo proti proudnici vody a že průtoční plocha železničního mostu byla nepřiměřeně malá, následkem čehož katastrofální vodu pojmouti nemohla“.

V národním archivu ČR se podařilo nalézt výkresy původního železničního mostu, stavu jeho profilu po povodni 1908 obsahující i návrh jeho změn včetně úprav přilehlého říčního koryta i mapu zaplaveného území ve Žlebech s vyznačenými nadmořskými výškami maximální hladiny (příloha 1).

### **Zaměření situace a aplikace 1D modelu**

V obci Žleby bylo zaměřeno 6 příčných profilů na 1200 m dlouhém říčním úseku (obr. 15). Začátek byl u silničního mostu u kostela a konec u železničního mostu, kde jsou obavy, že most byl zanesen splavenými předměty z horní části toku, tedy pravděpodobně ucpán vytvořil překážku, která vzdouvala vodu v obci. Z tohoto důvodu se podle hladiny vody mohl zdát průtok vyšší, než ve skutečnosti byl, tuto skutečnost se budeme snažit potvrdit, anebo vyvrátit.

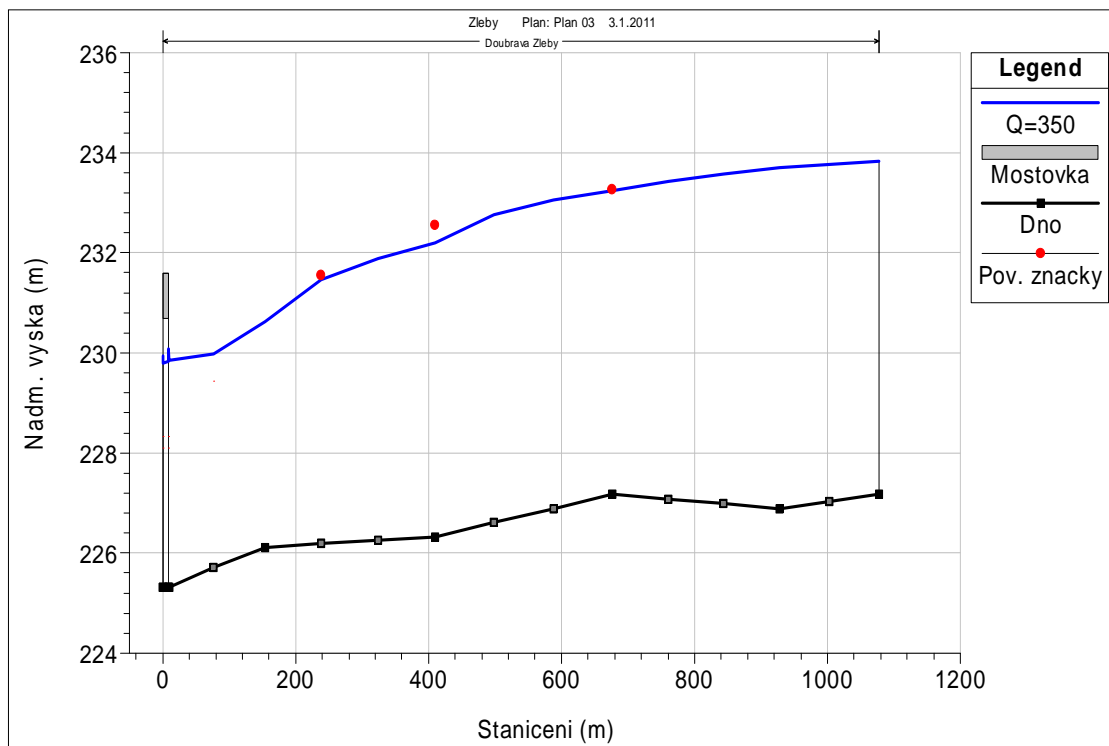
Změřena byla dochovaná povodňová značka na nábřeží K. Marxe (staničení 763). Další výšky hladiny byly pak vzaty z dokumentu Lageplan des Inundationsgebietes am Doubrava Flusse in der Gemeinde Žleb für den Stand des Hochwassers am 23. 5. 1908 (příloha 1), jehož kopie byla získána z fondu Generální inspekce Rakouských drah a České místodržitelství z Národního archivu České republiky. Doubrava ve Žlebech protéká zařízeným korytem se zástavbou po obou březích. V současné době je přibližně polovina úseku upravena do obdélníkového tvaru.

Podle obr. 13 bylo koryto již v roce 1908 v menším rozsahu opevněno podél levého břehu. Koeficient drsnosti hlavního koryta byl zvolen 0,045 a pro inundaci pak hodnota 0,1.

Při aplikaci 1-D modelu ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HEC-RAS zjištěným stopám nejlépe odpovídal průtok  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ . Průběh namodelované hladiny s vyznačením stop z povodně je vykreslen na obr. 16.



Obrázek 15 Zaměřovaný úsek na řece Doubravě ve Žlebech ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



Obrázek 16 Podélný profil hladiny pro průtok  $Q=350 \text{ m}^3/\text{s}$  na úseku Žleby s vyznačením povodňových značek z května 1908

tabulka 2 Průběh hladiny při průtoku  $Q=350 \text{ m}^3/\text{s}$  na úseku Žleby

Staničení	$H_d$	$H_0$	$H_{1908}$	$H_e$	$ie$	$vk$	$S$	$B$	$Fr$
[m]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m/m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[-]
1299	227.18	233.82		234.07	0.001497	2.41	232.55	83.47	0.34
1157.5*	227.04	233.77		233.97	0.001144	2.21	259.63	83.66	0.3
1016	226.89	233.69		233.89	0.001027	2.16	261.63	82.89	0.28
931.666*	226.98	233.58		233.79	0.001177	2.24	241.18	77.22	0.3
847.333*	227.08	233.44		233.68	0.001425	2.35	216.17	70.59	0.32
763	227.17	233.25	<b>233.27</b>	233.54	0.00184	2.51	186.05	63.96	0.34
651.*	226.89	233.05		233.37	0.00188	2.67	176.6	50.52	0.36
539.*	226.61	232.76		233.18	0.00228	3.02	151.13	37.08	0.4
427	226.33	232.19	<b>232.54</b>	232.89	0.003754	3.81	108.94	23.64	0.52
339.333*	226.26	231.87		232.56	0.00398	3.76	110.18	26.43	0.52
251.666*	226.19	231.46	<b>231.55</b>	232.18	0.004742	3.86	104.99	29.21	0.56
164	226.12	230.62		231.63	0.008393	4.5	84.08	25.21	0.71
87.*	225.72	229.99		230.96	0.008688	4.44	88.63	46.47	0.75
10	225.32	229.85		230.4	0.004897	3.49	150.1	90	0.59
8	225.32	230.09		230.3	0.001596	2.02	174.76	51.09	0.34
4	<b>Železniční most</b>								
0	225.32	229.94		230.17	0.001823	2.11	167.43	50.76	0.36

## **4.6 Průtoky povodně v Ronově nad Doubravou**

### **Sběr dat**

V regionálním časopise Ronov nad Doubravou – Městečko (2007) byla nalezena citace zápisu z hasičské kroniky z roku 1908: „V den 23. května přehnaly se mraky zlověstné, spojené s bouří, která se rozpoutala s průtrží mračen, voda v řece rychle stoupala a protržením horních rybníků dostoupila takové míry, že zatopila obydli poblíž řeky, že dobytek musel býti vyváděn a i vynášen. Zatopeny byly statky na obci p. Pospíšila a p. Davida, přes most dále k pivovaru který zatopila že nebylo k němu přístupu a obyvatelé se museli utéci do vyšších míst. Nejhuře řádila ve mlýně „Podzámeckém“ kdež vnikla do všech místností, stájí, odplavila veškeré dříví a prkna, zničila a pokazila mlýnské zařízení i stroje a pilu. Sbor zúčastnil se všude pracích záchranných kde mohl, bohužel proti rozpoutanému živlu byly síly slabé“.

V informaci z hasičské kroniky je uvedena informace o protržení horních rybníků, bohužel bez dalších upřesňujících informací.

Při průzkumu uvedených míst bylo shledáno, že Podzámecký mlýn již neexistuje, avšak jez, který pro něj vzdouval vodu je zachován v původním stavu, což vyplývá z porovnání fotografie z roku 1903 s nynějším pozorovaným stavem.

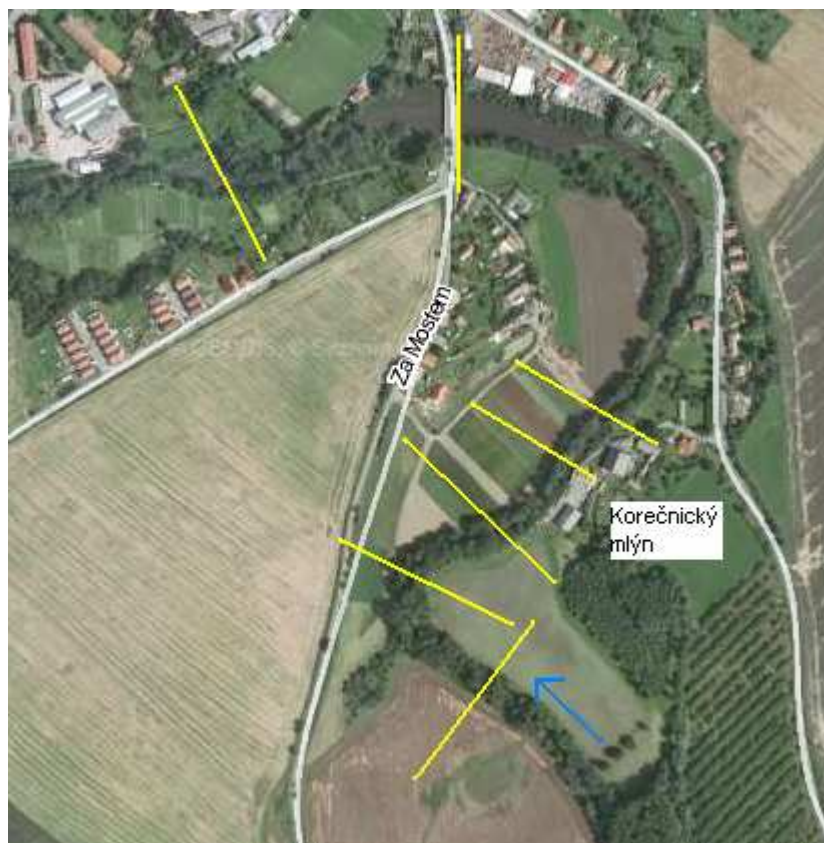
Nicméně jsme v knize Hrušková a Turek (1999) našli konkrétnější informace a sice o zatopení Korečnického mlýna, který se nachází v místech kde Doubrava vtéká do Ronova a který byl údajně založen již roku 1306. Informace pochází z rodinné kroniky majitelů mlýna: „Když průtrže mračen na horním toku Doubravy způsobily v květnu 1908 velkou povodeň, zaplavila řeka „amerikána“ do prvního patra a u českého mlýna sahala až k oknům šalandy“. „Amerikán“ je typ mlýna a šalanda je místnost, kde čekali zákazníci na semletí obilí. Obě budovy, „amerikán“ i starší český mlýn jsou zachovány a současní majitelé nám byli schopni ukázat okna šalandy, takže výška hladiny povodně je zde známa. Korečnický mlýn je cca 900 m nad profilem jezu Podzámeckého mlýna.

### **Zaměření situace a aplikace 1D modelu**

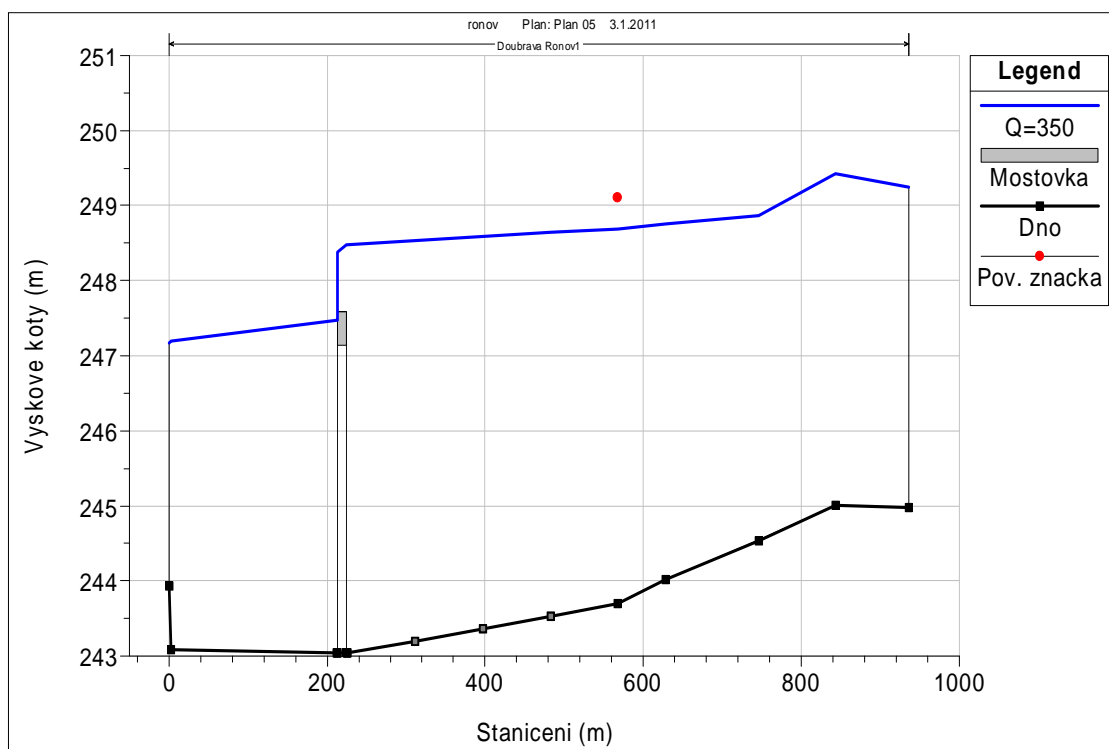
Začátek zaměřovaného úseku v Ronově nad Doubravou byl asi 100 m nad Korečnickým mlýnem, kde byly díky obecní kronice známy výšky hladiny při povodni. Konec byl pak v koruně jezu, který vzdouval vodu pro Podzámecký mlýn. Celý úsek je dlouhý cca 1200 m a bylo na něm zaměřeno sedm příčných profilů, jak

ukazuje obr. 17. Řečiště v těchto místech je s malým sklonem, s vyvinutou nivou, která z podstatné části nebyla v roce 1908 zastavěna. Avšak asi 200 m nad jezem se nachází silniční most, o jehož tehdejší charakteru a pravděpodobné míře zacpání nemáme žádné upřesňující informace, takže pokus na základě geodetického zaměření úseku od Korečnického mlýna po uvedený jez aplikovat model ustáleného nerovnoměrného proudění HEC-RAS nelze brát jako důvěryhodné určení průtoku, ale jen jako zjištění, zda se průtok blíží namodelovanému průtoku ve Žlebech, které se nacházejí jen pár kilometrů pod Ronovem.

V programu HEC-RAS byl most namodelován podle nynějšího stavu a jako okrajová podmínka pro výpočet byl zadán podélný profil koryta, který byl změřen 0,002137. Drsnost koryta byla zvolena 0,04 pro hlavní koryto a 0,1 pro inundaci. Za těchto podmínek by řečištěm protékal průtok o dost vyšší, než byl namodelován v úseku Žleby, který se nachází pod Ronovem, což není možné. Proto je nejvíce pravděpodobné, že most byl splaveným materiálem z horní části toku částečně ucpán a vzdouval hladinu. Na obr. 18 je uveden průběh hladiny při průtoku  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  pro nynější stav mostu. Na obr. 20 byla úroveň mostovky snížena o 1 metr a na obr. 19 je vyznačen průběh hladiny pro průtok  $295 \text{ m}^3/\text{s}$ . Z těchto výsledků je patrné, že kulminační průtok se 23. května 1908 pohyboval kolem  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Přesná hodnota se bohužel kvůli nedostatku informací nedá určit.

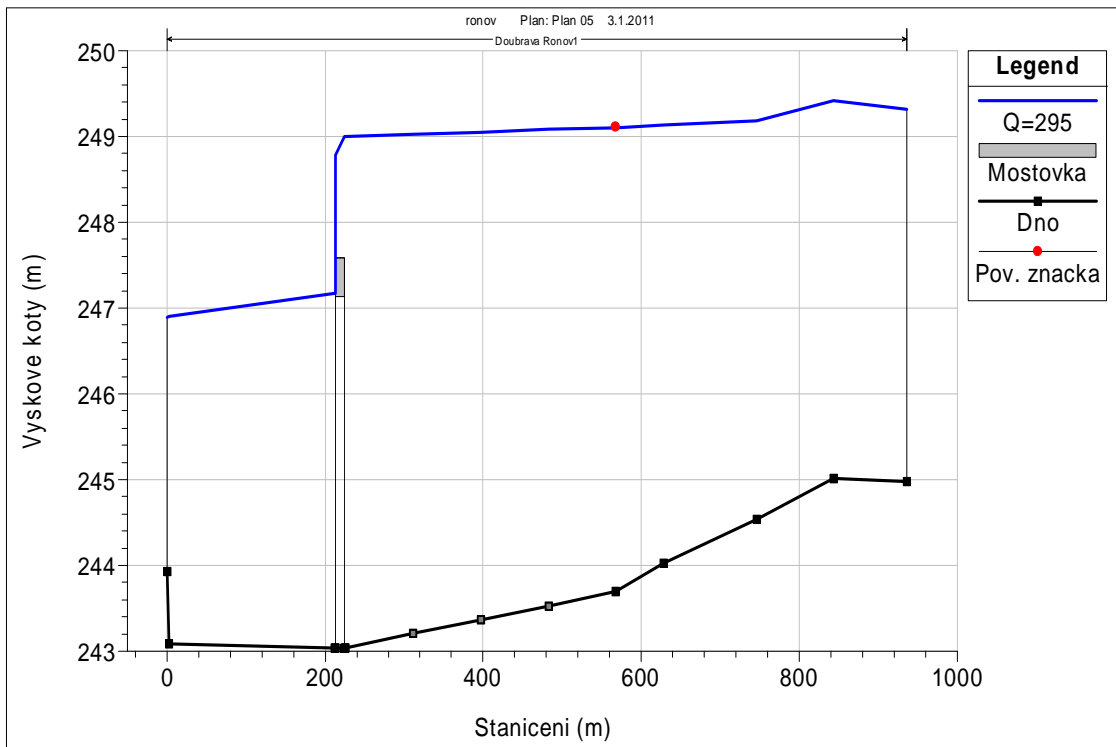


Obrázek 17 Zaměřovaný úsek na řece Doubravě v Ronově nad Doubravou (www.mapy.cz)

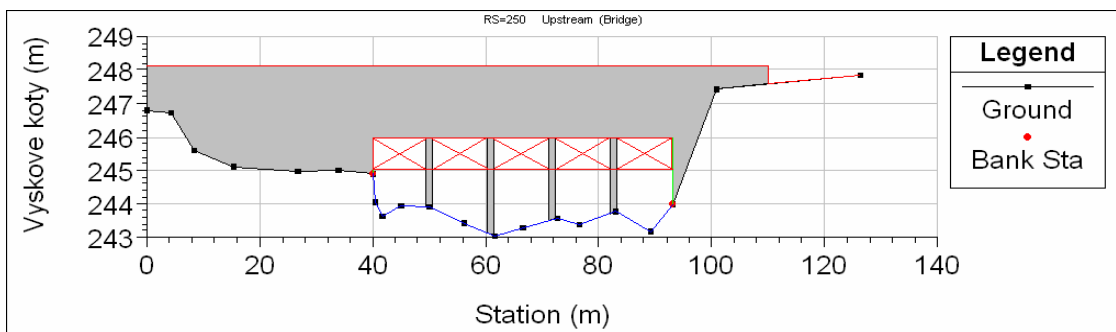


Obrázek 18 Podélný profil hladiny pro průtok  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$  v úseku Ronov nad Doubravou s vyznačením mostu a úrovně zaměřené hladiny (okno šalandy)-mostovka v původním stavu





Obrázek 19 Podélný profil hladiny pro průtok  $Q = 295 \text{ m}^3/\text{s}$  v úseku Ronov nad Doubravou s vyznačením mostu a úrovně zaměřené hladiny (okno šalandy)- mostovka snížena o 1 metr



Obrázek 20 Příčný profil v místě silničního mostu s vyznačením snížení mostovky o 1 metr

## 5 Diskuze a závěr

Hodnota kulminačního průtoku odvozená přímo po povodni ve Žlebech byla  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Jelikož se dříve používali odlišné výpočetní postupy pro jeho určení a znalosti o dané problematice nebyly takové, byly zde pochybnosti o nadhodnocení odvozeného průtoku, které práce potvrdila. Již v práci Boháč a kol. (2008) se autoři snaží určit teoretickou povodňovou vlnu, avšak nepouští se do hydraulického modelování, ke kterému ještě nemají dostatek materiálů. Při tvoření této diplomové práce došlo k utřídění dostatečného množství informací a materiálů, které hydraulické modelování dovolují a namodelovaný průtok vyšel o  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  nižší, než uváděly historické prameny. Vzhledem k tomu, že průměrný roční průtok v obci Žleby je cca  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ , byl tento rozdíl značný a nezanedbatelný.

Zpřesnění velikosti kulminačního průtoku v obci Žleby se podařilo díky nalezení důležitých dobových materiálů. Byly jím zejména plán obce žleby s půdorysným zakreslením povodně z 23. května a s nivelačními značkami a plán tehdejšího železničního mostu, který byl povodní stržen. Dále byla v obci Žleby nalezena historická povodňová značka na fasádě domu. Bez těchto informací by nebylo možné sestavit přesný hydraulický model situace. Simulováním povodně z 23. května 1908 byla vypočtena velikost kulminačního průtoku  $350 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Modelování úseku v Ronově nad Doubravou přesnou hodnotu průtoku nepřineslo, neboť byla nalezena pouze jedna povodňová značka a o stavu koryta a vzhledu silničního mostu v roce 1908 nebylo nic zjištěno, tedy nemohl být sestaven plnohodnotný hydraulický model. Byla však provedena simulace se zacpaným mostem a ta potvrdila, že průtok kolem  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  Ronovem protékat mohl. Došlo tedy k potvrzení vypočteného průtoku ve Žlebech, jelikož Ronov nad Doubravou se nachází proti směru toku.

Ve Spačicích se bohužel nepodařilo provést rekonstrukci průchodu povodňové vlny, neboť nebylo zjištěno nic o charakteru koryta ani o míře případného ucpání koryta. Průtok byl tedy nakonec pouze vypočten z Chézyho rovnice na  $192 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Velikosti průtoků vypočítaných 1D modelem říční sítě HEC-RAS nelze brát jako přesné hodnoty kulminačních průtoků. Modelování průtoků je ovlivněno řadou nejistot. V jednodimenzionálním modelu je nutné interpolovat mezi zaměřenými příčnými profily, čímž může dojít k opomenutí významnějších charakterů toku

v těchto místech. Významný vliv na výsledek má také zvolená hodnota drsnosti koryta, která při změnách v řádech tisícín dokáže měnit celkový průtok o desítky metrů krychlových za sekundu. Vytvoření co nejpřesnější kopie koryta řeky stěžoval navíc fakt, že letos uběhne od povodně již 103 let a charakter toku se za tuto dobu zajisté změnil a všechny změny nebylo možné postihnout.

Namodelované hodnoty průtoků potvrdily domněnku o nadhodnocení průtoků, ke kterému došlo těsně po povodni. Nové hodnoty byly použity k určení teoretické povodňové vlny s dobou opakování 10 000 let, Kašpárek (2010), kterou si vyžádalo Povodí Labe, s.p. pro posouzení bezpečnosti VD Pařížov na řece Doubravě.

## 6 Přehled literatury

Balasz et al. (2010) Reconstructing the 1874 Santa Tecla flash flood in the Ondara River (Ebro Basin, NE Spain). *Advances in Geosciences*, s. 45 – 48, 26, 2010. doi: 10.5194/adgeo-26-45-2010.

Ballesteros, J.A., Bodoque, J.M., Díez-Herrero, A., Sanchez-Silva, M., Stoffel, M. (2011), Calibration of floodplain roughness and estimation of flood discharge based on tree-ring evidence and hydraulic modelling, *Journal of Hydrology*(In press). doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.03.045

Beran, A. (2011) Rekonstrukce historické povodně z 23. května 1908 na řece Doubravě. In: *Hydrologie malého povodí 2011* (ed. Šír, M. & Tesař, M.), s. 15 – 20. Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v.v.i., Praha, 2011. ISBN 978-80-02-02290-9.

Boháč, M a kol. (2008) *Hydrologická studie pro VD Pařížov*. Praha: ČHMÚ, 24 s.

Brachtl, I. & Taus, K. (1962) *Súčinitele drsnosti otvorených kanálov*. Veda výskum praxi 8, Výskumný ústav vodohospodársky v Bratislave, Slovenské vydavateľstvo technickej literatury.

Brázdil, R. (2002) Meteorologické extrémny a povodně v České republice – přirozený trend nebo následek globálního oteplování? In: *Sborník české geografické společnosti*, roč. 107, č.4, 2002.

Horritt, M.S., Bates, P.D. (2002) Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. *Journal of Hydrology*, Elsevier, s. 87 - 99, 268(2002).

Hydrologic Engineering Center (2008) *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic reference manual*. US Army Corps of engineers. Davis, CA.

Elleder, L. & Tyl, R. (2008) *Katastrofální povodeň 23. května v povodí Doubravy*. In: *Workshop A. Patery*, Praha: ČVTHS.

Dobrozdání (1909) *Dobrozdání c.k. hydrografického oddělení zemského o množství katastrofálního odtoku z povodí rybníků v obci Ostružné a Spačicích z 25. května 1909*. Rukopis z archivu ČHMÚ v Brozanech.

Farnost Žleby, kostel Narození panny Marie Žleby, historie. Dostupný z WWW: <http://www.farnostzleby.cz>

- Frajer, J. (2008) Vývoj vodního hospodářství na Čáslavsku. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Olomouc, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie, 136 s.
- Havlík, A. et al. (2009) Vyhodnocení kulminačních průtoků povodně z června a července 2009 s využitím hydraulických výpočetních postupů. Příloha studie ČHMÚ: Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky. ČHMÚ, Praha.
- Hrušková, M. & Turek, J. (1999) Tam, kde teče Doubravka, střední podoubraví. Vydáno vlastním nákladem, Praha, s 113 – 115.
- Kakos, V. (1978) Hydrometeorologická charakteristika povodní ČSR. VTEI, č. 4, s. 127 – 131.
- Kantor, M., Sklenář, P. (2005) Modelování průchodu povodňových průtoků mostními objekty a inundačním územím v povodí Odry a Opavy. In: konference Vodní toky 2005.
- Kašpárek a kol. (2010) Stanovení teoretické povodňové vlny s dobou opakování 10000 let pro vodní dílo Pařížov na Doubravě. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha.
- Korespondence (1913) Dopis zemského výboru království českého c.k. hydrografickému zemskému oddělení a jeho vyřízení z 13. září 1913. Materiál z archivu ČHMÚ v Brozanech.
- Kozák, J. T., Státníková, P., Munzar, J., Janata, J., Hančil, V. (2007) Povodně v českých zemích. Kamil Mařík – Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-39-9
- Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) (2005) Labe a jeho povodí. Geografický, hydrologický a vodohospodářský přehled. MKOL, Magdeburg, Německo.
- Néelz, S., Pender, G. (2006) Using remotely sensed data to support flood modelling. Proceedings of the ICE – Water Management, s. 35 – 43, 159/1. ISSN: 1741-7589.
- Nunes Correia, F., et al. (1998) Coupling GIS with Hydrologic and Hydraulic Flood Modelling. Water resources management, s. 229 – 249, 12/3. doi: 10.1023/A:1008068426567.
- Pech, F. A. (1931) Řeka Doubravka a její úprava. Technický obzor, Časopis československých inženýrů. R. XXXIX, č. 23 s. 453 – 458 a č. 24 s. 469 – 471.

Povodí Labe (2009) Plán oblasti povodí Horního a středního Labe – Zpráva VIII: - Souhrn klíčových informací plánu. Povodí Labe s. p., GARAMON s.r.o. Hradec Králové.

Program Hydrocheck – základní charakteristika. Dostupný z WWW: [http://www.hydrosoft.eu/html/prg/hydrocheck\\_new.shtml](http://www.hydrosoft.eu/html/prg/hydrocheck_new.shtml) Navštíveno: 10.4.2011.

Protokol (1908) Protokol z jednání o vypracování projektu na definitivní přestavbu mostu. Žleby, 21 s. rukopisu. Materiál z archivu ČHMÚ v Brozanech.

Ronov nad Doubravou – Městečko č. 1 (2007) Dostupný z WWW: <http://www.ronovnd.cz/soubory/19> Navštíveno 10.1.2011.

Říční hydraulika a vodní zdroje. Dostupný z WWW: <http://www.dhi.cz/software/river.php> Navštíveno: 10.4.2011.

Stupecký, F. (1914) O stavbě vodní nádrže na Doubravě u Pařížova. Technický obzor, 1914, č. 26 – 28 s. 169 – 171, č. 29 – 31 s. 175 – 181, č. 32 – 33 s. 183 – 188.

Vogel (1909) Účinek nádrží na Hostačovce u Pařížova. Materiál z archivu ČHMÚ v Brozanech.

## **7 Seznam obrázků**

<b>OBRÁZEK 1 PRŮBĚH HLADINY PŘI NEROVNOMĚRNÉM PROUDĚNÍ MEZI 2 PROFILY.....</b>	<b>15</b>
<b>OBRÁZEK 2 CHARAKTERISTICKÉ PRŮBĚHY HLADIN PŘI PROUDĚNÍ MOSTNÍM OBJEKTEM .....</b>	<b>16</b>
<b>OBRÁZEK 3 ZCELA ZATARASENÝ MOSTNÍ PROFIL NA ODŘE V ROCE 1997 (KANTOR, SKLENÁŘ, 2005) .....</b>	<b>18</b>
<b>OBRÁZEK 4 POLOHA POVODÍ DOUBRAVY V ČESKÉ REPUBLICE ....</b>	<b>20</b>
<b>OBRÁZEK 5 POVODÍ ŘEKY DOUBRAVY .....</b>	<b>21</b>
<b>OBRÁZEK 6 GEOLOGICKÁ MAPA POVODÍ ŘEKY DOUBRAVY .....</b>	<b>22</b>
<b>OBRÁZEK 7 DENNÍ PRŮMĚRNÉ PRŮTOKY VE VODOMĚRNÝCH STANICÍCH ŽLEBY, SPAČICE A PAŘÍŽOV ZA HYDROLOGICKÉ ROKY 1952 – 1999 .....</b>	<b>23</b>
<b>OBRÁZEK 8 PŘEHRADA PAŘÍŽOV (<a href="http://foto.mapy.cz/88227-hraz-prehrady-parizov">HTTP://FOTO.MAPY.CZ/88227-HRAZ-PREHRADY-PARIZOV</a>).....</b>	<b>24</b>
<b>OBRÁZEK 9 MAPA ISOHYET ZE DNE 23. KVĚTNA 1908 NA POVODÍ DOUBRAVY.....</b>	<b>27</b>
<b>OBRÁZEK 10 DOUBRAVA V DOLNÍ ČÁSTI ÚSEKU SPAČICE (FOTO LADISLAV KAŠPÁREK) .....</b>	<b>31</b>
<b>OBRÁZEK 11 II. VOJENSKÉ MAPOVÁNÍ – SPAČICE (<a href="http://www.oldmaps.geolab.cz">WWW.OLDMAPS.GEOLAB.CZ</a>) .....</b>	<b>31</b>
<b>OBRÁZEK 12 ZAMĚŘOVANÝ ÚSEK NA ŘECE DOUBRAVĚ VE SPAČICÍCH (<a href="http://www.mapy.cz">WWW.MAPY.CZ</a>) .....</b>	<b>32</b>
<b>OBRÁZEK 13 ÚSEK DOUBRAVY U NÁDRAŽÍ VE ŽLEBECH PO POVODNI 1908 .....</b>	<b>34</b>
<b>OBRÁZEK 14 ÚSEK DOUBRAVY U NÁDRAŽÍ VE ŽLEBECH 2010 (FOTO ADAM BERAN) .....</b>	<b>34</b>

OBRÁZEK 15 ZAMĚŘOVANÝ ÚSEK NA ŘECE DOUBRAVĚ VE ŽLEBECH (WWW.MAPY.CZ) .....	36
--	----

OBRÁZEK 16 PODÉLNÝ PROFIL HLADINY PRO PRŮTOK Q=350 M3/S NA ÚSEKU ŽLEBY S VYZNAČENÍM POVODŇOVÝCH ZNAČEK Z KVĚTNA 1908 .....	37
--	----

OBRÁZEK 17 ZAMĚŘOVANÝ ÚSEK NA ŘECE DOUBRAVĚ V RONOVĚ NAD DOUBRAVOU (WWW.MAPY.CZ).....	40
---	----

OBRÁZEK 18 PODÉLNÝ PROFIL HLADINY PRO PRŮTOK Q = 350 M3/S V ÚSEKU RONOVS NAD DOUBRAVOU S VYZNAČENÍM MOSTU A ÚROVNĚ ZAMĚŘENÉ HLADINY (OKNO ŠALANDY)-MOSTOVKA V PŮVODNÍM STAVU .....	40
--	----

OBRÁZEK 19 PODÉLNÝ PROFIL HLADINY PRO PRŮTOK Q = 295 M3/S V ÚSEKU RONOVS NAD DOUBRAVOU S VYZNAČENÍM MOSTU A ÚROVNĚ ZAMĚŘENÉ HLADINY (OKNO ŠALANDY)-MOSTOVKA SNÍŽENA O 1 METR.....	41
---	----

OBRÁZEK 20 PŘÍČNÝ PROFIL V MÍSTĚ SILNIČNÍHO MOSTU S VYZNAČENÍM SNÍŽENÍ MOSTOVKY O 1 METR.....	41
---	----

## **8 Seznam tabulek**

TABULKA 1 PŘEHLED NEJVĚTŠÍCH HISTORICKÝCH POVODNÍ NA DOUBRAVĚ.....	28
TABULKA 2 PRŮBĚH HLADINY PŘI PRŮTOKU Q=350 M3/S NA ÚSEKU ŽLEBY .....	37

## **9 Seznam příloh**

PŘÍLOHA 1 LAGEPLAN DES INUNDATIONSGBIETES AM DOUBRAWA FLUSSE IN DER GEMEINDE ŽLEB. FÜR DEN STANDT DES HOCHWASSERS AM 23/5 1908, 6 STRAN .....	51
PŘÍLOHA 2 VODOMĚRNÁ ZPRÁVA ZE STANICE SPAČICE ZA KVĚTEN 1908.....	57
PŘÍLOHA 3 MIMOŘÁDNÁ ZPRÁVA VODOMĚRNÁ PRO DNY 22. AŽ 26. KVĚTNA 1908 ZE STANICE ŽLEBY.....	58
PŘÍLOHA 4 DOPIS C.K. HYDROGRAFICKÉMU ODDĚLENÍ ZE DNE 20. ČERVENCE 1910 .....	59

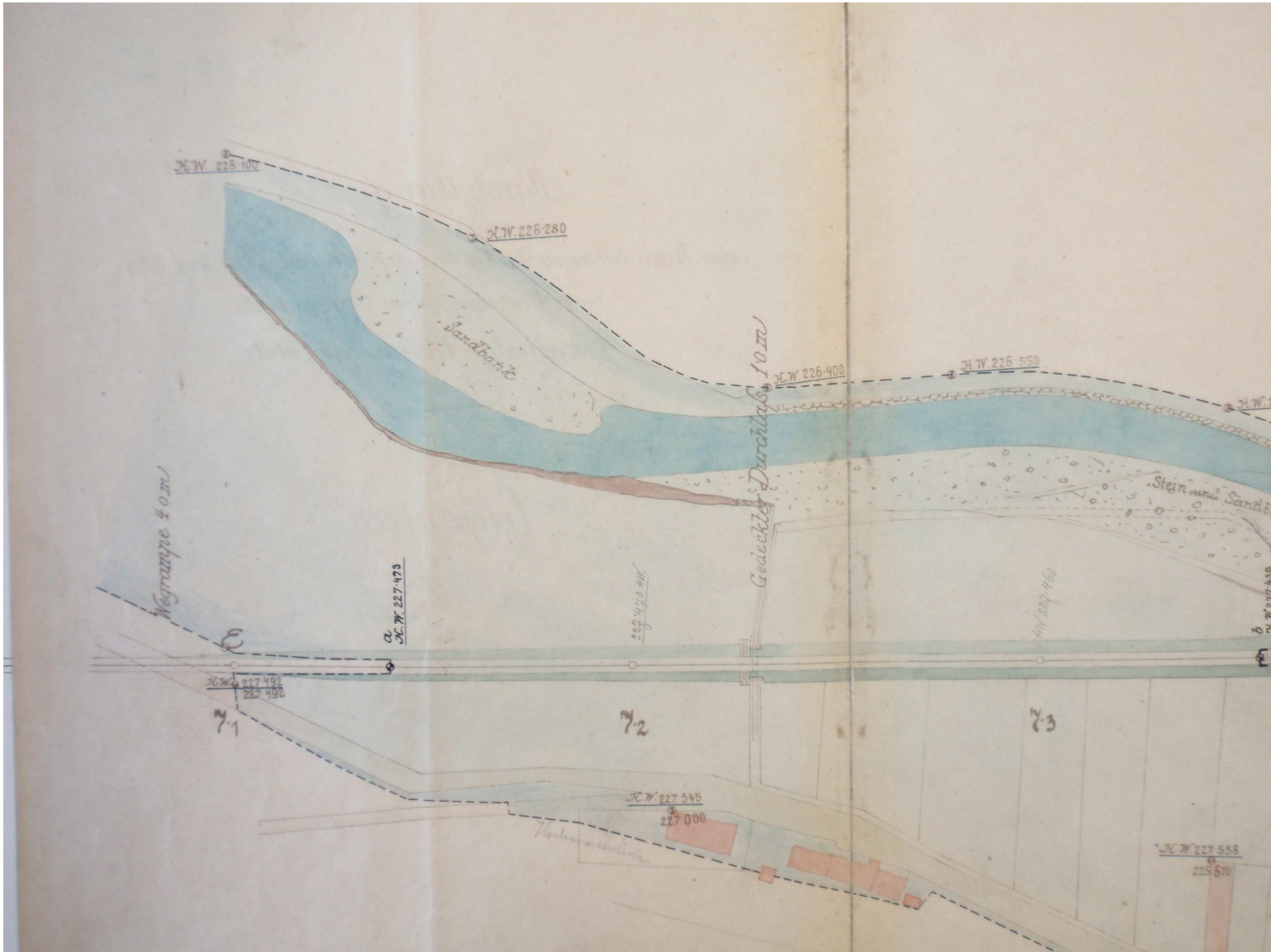


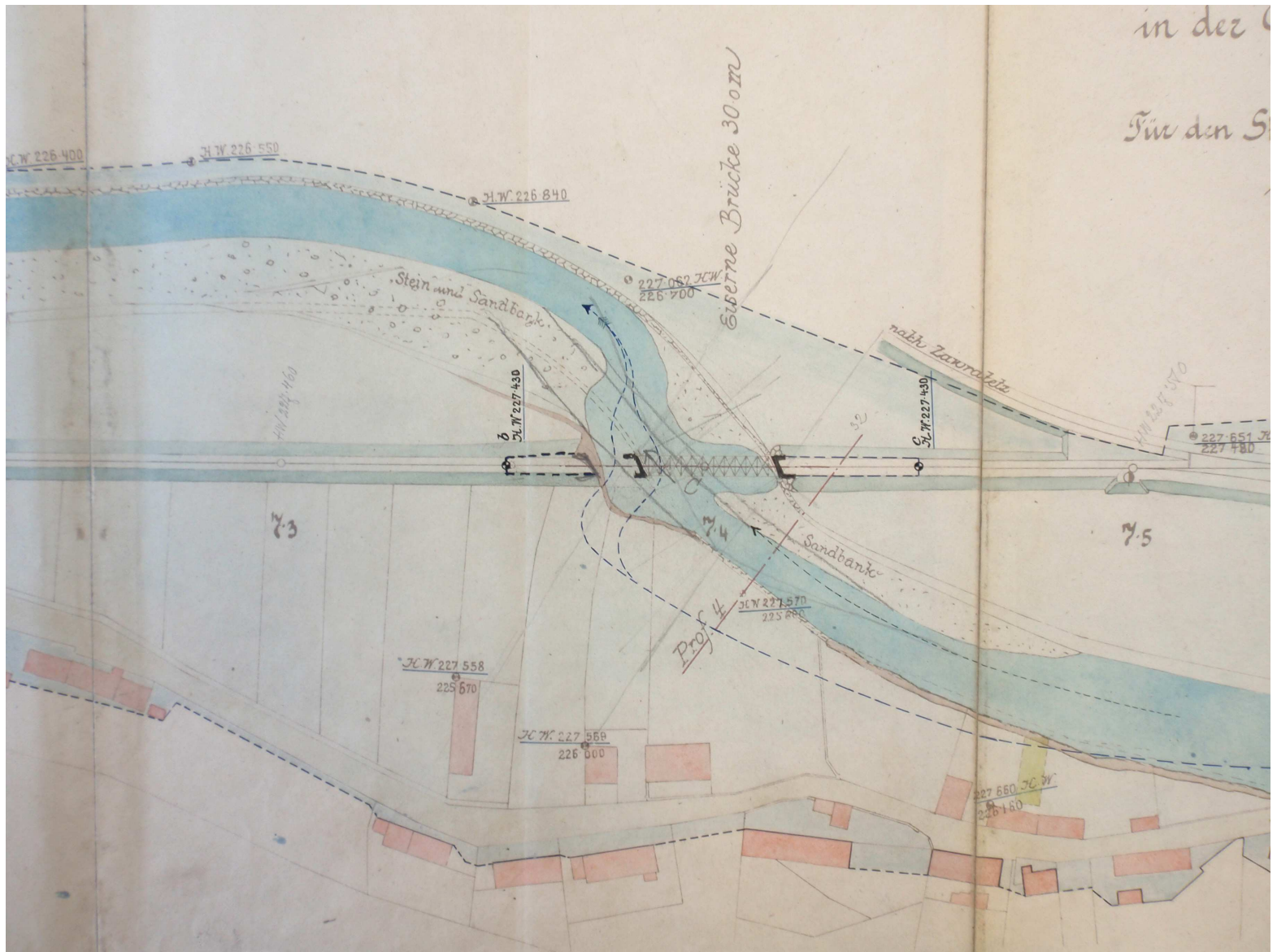
<b>PŘÍLOHA 5 ODPOVĚĎ C.K. HYDROGRAFICKÉHO ODDĚLENÍ ZE DNE 26. ČERVENCE 1910 .....</b>	<b>60</b>
---	-----------

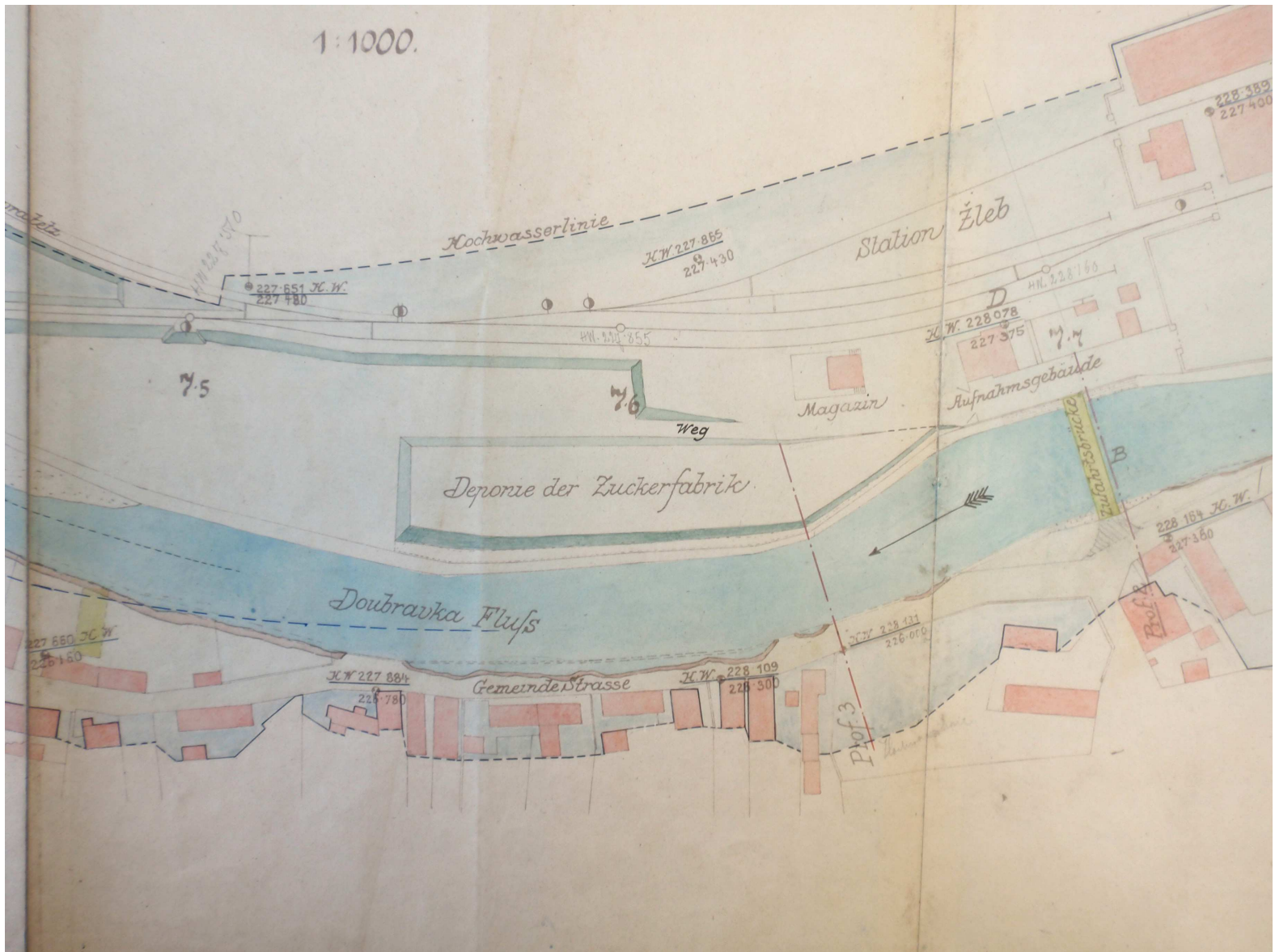
## 10 Přílohy

*Příloha 1 Lageplan des inundationsgebietes am Doubrawa flusse in der gemeinde  
Žleb. Fur den standt des hochwassers am 23/5 1908, 6 stran*

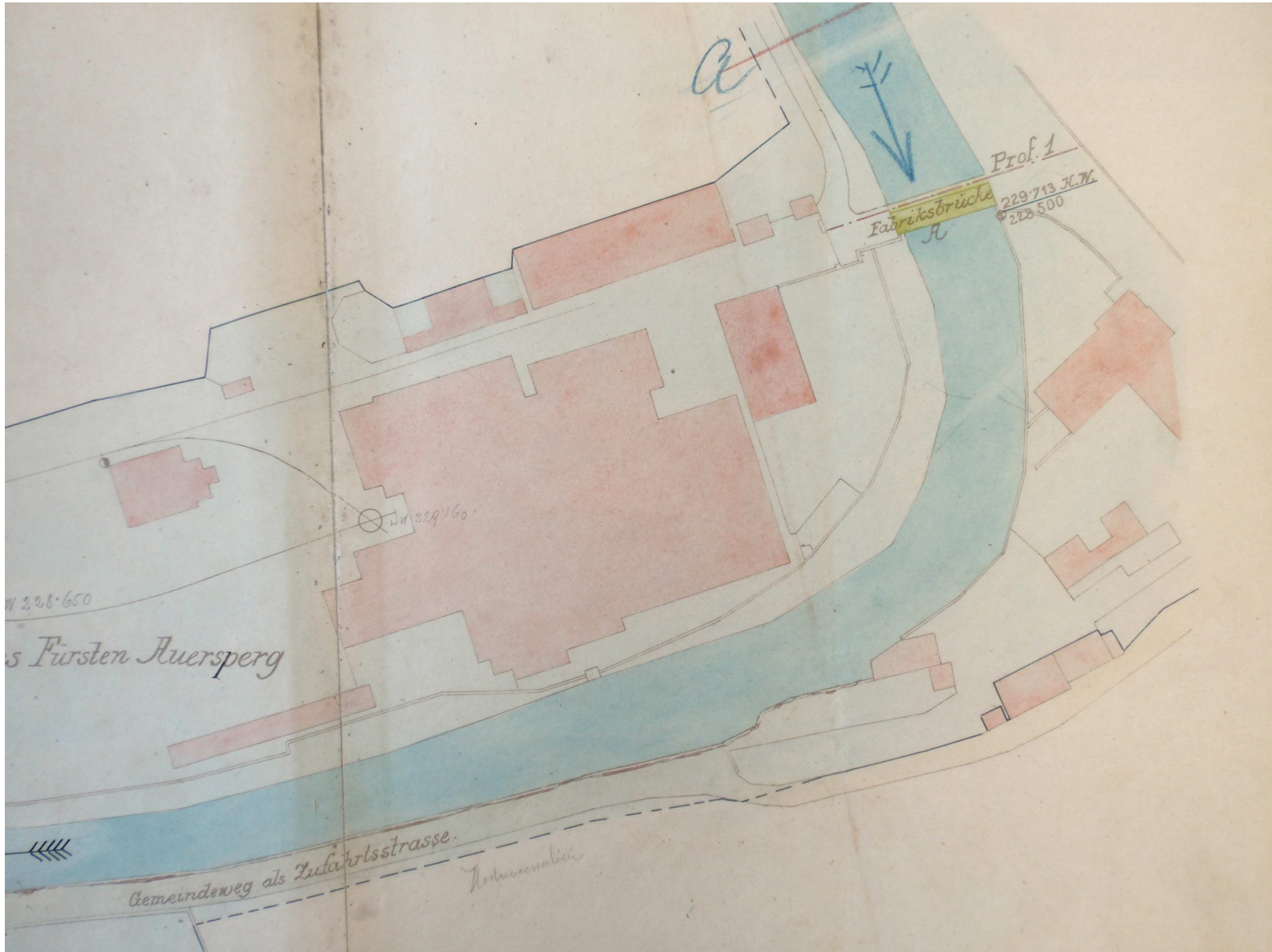
Z fondu Generální inspekce Rakouských drah a České místodržitelství z Národního archivu České republiky.













Jméno tam: *Pombrava*  
 Stanice: *Spačice*

Město: *Kojetín* 10. 08  
 Čís. měřítka:  
 Čís. kolonětek:

**Zpráva vodoměrná.**

1. Datum	2. Stav vody v jednotlivých			3. Číslo měřítka a jeho číslo	4. Poznámky pozorovatele. Měření pro tabulku 2. : <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Arbitr. měř.:</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Číslo měřítka:</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Číslo měřítka:</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Číslo kolonětek:</td> </tr> </table>	Arbitr. měř.:	Číslo měřítka:	Číslo měřítka:	Číslo kolonětek:
	Arbitr. měř.:	Číslo měřítka:							
Číslo měřítka:	Číslo kolonětek:								
hodin v ráno	hodin v poledne	hodin večer	hodin ráno						
1.	-21		-19						
2.	-20		-22						
3.	-21		-19						
4.	-22		-23						
5.	-23		-12						
6.	-15		-14						
7.	-11		-15						
8.	-12		-16						
9.	-15		-11						
10.	-14		-16						
11.	-15		-14						
12.	-21		-20						
13.	-23		-21						
14.	-24		-21						
15.	-23		-24						
16.	-20		-17						
17.	-21		-20						
18.	-23		-21						
19.	-23		-23						
20.	-25	+24	+19	*) ve 3 1/4 hod. upraveno.					
21.	-1		-12						
22.	-20	+000	+23	8. v. c. c. c.					
23.	-25	+30	+30	*) ve 3 1/4 hod. upraveno v 5 hodin 4 minuty					
24.	+13	+42	+38						
25.	+26	+22	+19						
26.	+18	+17	+16						
27.	+15	+13	+13						
28.	+12	+11	+10						
29.	+11	+10	+11						
30.	+13	+12	+10						
31.	+10	+8	+7						

Revidoval dne 17.

Příloha 2 Vodoměrná zpráva ze stanice Spačice za květen 1908

Jméno toku: *Dulava*  
 Země: *král. Česká*  
 Stanice: *Žleby*

Pozorování počíná a se uzavírá při stavu vody *+7 - +52*

**Mimořádná zpráva vodoměrná**

o pozorování v době od *22.* až do *26. května* 190*8*

Dobu, 1	2												3												
	Stav vody v centimetrech v hodin																								Poznámky pozorovatele
Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
22.	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	<i>max +520</i> Nejvyšší stav vody v 3 1/2 hodin ve večer +550 - +600. Průměr proudění byl 50 cm výše než okraje p. Všechny lisokopisy, včetně vsy, papírů a praci materiálů, které den zaplavila, nemohl jsem sáti zprávu, dříve zastlali, až lisokopisy vyschly a ostatní předměty zachráněny byly.
23.	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	20	52	98	130	260	500	550	470	420	380	
24.	330	290	250	200	170	140	130	120	115	105	105	102	100	97	94	90	85	78	70	66	66	66	66	66	
25.	65	65	64	63	62	62	61	60	60	60	59	58	57	56	55	54	54	54	53	52	50	48	46	46	
26.	44	43	41	40	39	38	37	36	36	36	36	34	34	34	33	32	32	32	32	32	32	32	32	32	

Podpis pozorovatele:  
*Josef Hlíz*

Příloha 3 Mimořádná zpráva vodoměrná pro dny 22. až 26. května 1908 ze stanice Žleby

Slavnému

c. k. hydrografickému oddělení zemskému

v P r a z e III/ 377.

Dovolujeme sobě žádati co nejzdvořileji  
za laskavé sdělení následujících dat, a děkujeme předem  
za prokázanou ochotu co nejzávažněji.

Jaké množství vody proběhne u našeho cukro-  
varu řekou Doubravkou / litrů za vteřinu /  
a/ při středním stavu vody ,  
b/ při povodni r. 1908.

Žleby, dne 20. července 1910.

Ředitelství cukrovarů ve Žlebech a Slatinanech  
knížete F. J. z Auerspergů.

1107/JP

Ředitelství úbrování

Květu F. J. a stacionární

III se Žlebeč

Doubrava

Ve dotazu ze dne 26. července

1910, dovoluji si sdělit následující:  
a) při předním stavu vody, tj.  
při + 7, při na vodní úrovni,  
proteče řekou Doubravkou  
ca. 2400 l/sec.

b) při povodni v roce 1908, která  
vystoupila až na 100 cm nad  
povodňovou, proběhlo jmenovanou  
řekou téměř maximální množství  
400 m<sup>3</sup>/sec.

Prague, dne 26. července 1910

Moud. 26. 7. 10 - C. K. vodní stav. p. odd.

JP  
26. 7. 10  
JP

Rechtý

Moravce 29

Příloha 5 Odpověď C.K. hydrografického oddělení ze dne 26. července 1910