

G<sub>funk</sub> – Funkční vzorek:

## **Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě**

Technická dokumentace



projekt: Dokumentace a prezentace technického kulturního dědictví na Labsko-vltavské vodní cestě

č. projektu: DG18P02OVV004



**MINISTERSTVO  
KULTURY**

**Program na podporu aplikovaného výzkumu a  
experimentálního vývoje národní a kulturní identity  
na léta 2016 až 2022 (NAKI II)**

Praha 2020

## Identifikační údaje:

### G<sub>funk</sub> – Funkční vzorek:

**Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě**

Technická dokumentace

Poskytovatel: **Česká republika – Ministerstvo kultury**

Maltézské náměstí 1

118 11 Praha 1

Program: **Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 (NAKI II)**

Projekt: **Dokumentace a prezentace technického kulturního dědictví na Labsko-vltavské vodní cestě**

Identifikační kód projektu: **DG18P02OVV004**

---

Příjemce: **České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební**

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Autorský tým: doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur

Ing. Martin Hladík, Ing. Martin Horský, Ph.D.,

Ing. Tomáš Kašpar, Ing. Martin Králík, Ph.D.,

Ing. Jitka Kučerová, CSc., Ing. Jan Ouhel, Ing. Lucie Norková,

Ing. Vojtěch Sýs, Ing. Milan Zuka, Ph.D.

Rok uplatnění výsledku: 2020

**Adresa uložení výsledku:** ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Vodohospodářské experimentální centrum

Technická dokumentace:

<https://www.lvvc.cz/hydraulickymodelzdymadla.php>

### **Odkaz na výzkumnou aktivitu:**

Funkční vzorek vznikl na základě podpory řešení projektu č. DG18P02OVV004 s názvem „Dokumentace a prezentace technického kulturního dědictví na Labsko-vltavské vodní cestě“ v rámci programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity financovaného Ministerstvem kultury ČR.



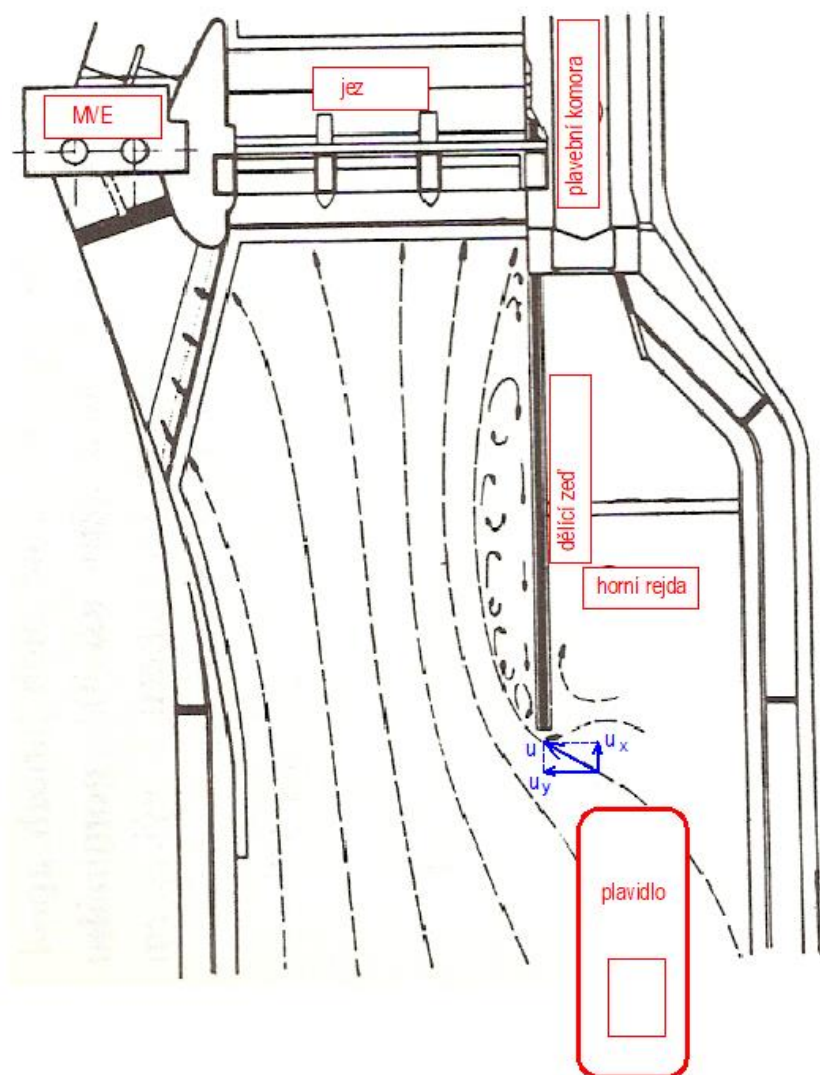
# Obsah

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod a účel funkčního vzorku .....                             | 4  |
| 2. Předchozí výzkumy .....                                        | 6  |
| 3. Popis vstupních dat a podkladů .....                           | 8  |
| 3.1 Analýza nautických problémů zdymadel na LVVC.....             | 8  |
| 3.2 Průtokové poměry .....                                        | 8  |
| 3.3 Konstrukční a manipulační podklady o zdymadlech na LVVC ..... | 11 |
| 4. Technický popis funkčního vzorku .....                         | 12 |
| 5. Ověření funkčního vzorku .....                                 | 16 |
| 6. Návrh využití výsledku.....                                    | 20 |
| 7. Seznam použité související literatury.....                     | 21 |
| 8. Seznam předcházejících publikací.....                          | 21 |
| Poděkování.....                                                   | 22 |
| Příloha .....                                                     | 22 |



# 1. Úvod a účel funkčního vzorku

Cílem výsledku funkčního vzorku ( $G_{\text{funk}}$ ) je v souladu s přihláškou projektu č. DG18P02OVV004 optimalizovat nautické a hydraulické podmínky v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě (LVVC). Problematika vhodných nautických a hydraulických poměrů v okolí historických zdymadel na LVVC je velmi významná s ohledem na zajištění bezpečných plavebních podmínek a zachování jejich kulturně historického významu. Na LVVC je v posledních letech jasně patrný nárůst využívání této vodní cesty pro sportovní a rekreační účely a otázka bezpečných plavebních podmínek je zde velmi aktuální. V rámci etapy projektu č. 1.2 „Identifikace ohroženého technického kulturního dědictví na LVVC“ byla zpracována expertní analýza plavebních podmínek na jednotlivých zdymadlech LVVC. Následně byla pro zpracování funkčního vzorku vybrána ve shodě s přihláškou projektu problematika nautických podmínek v prostoru horní a dolní rejdy plavebních komor. Při zaplouvání a vyplouvání plavidel do plavebních komor je prostor vjezdu vždy chráněn dělicí zdí (pilířem) mezi nadjezím/podjezím a horní/dolní rejdou plavební komory, viz obr. 1.1.



**Obr. 1.1** Rychlostní pole před horní rejdou v okolí zhlaví dělicí zdi.

Na obr. 1.1 je znázorněna typická dispozice nadjezí zdymadel na LVVC. Jednotlivá zdymadla obsahují velmi často kromě jezové konstrukce také objekt malé vodní elektrárny (MVE) a na protilehlém břehu je zpravidla umístěna plavební komora. Prostor před plavební komorou je od nadjezí oddělen pomocí dělicí zdi, která vymezuje prostor tzv. horní rejdy před horními vraty plavební komory. Horní rejda slouží pro bezpečné zastavení plavidla a pro ochranu čekacího stání plavidel čekajících na proplavení. V případě dolní rejdy je situace analogická.

V oblasti zhlaví dělicí zdi je pak klíčové zajištění maximální příčné složky rychlosti do limitu  $0,2 \text{ m.s}^{-1}$  v souladu s požadavkem vyhlášky 222/1995 Sb. (vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí). Tento požadavek vyplývá z potřeby zajištění bezpečných plavebních podmínek v okolí dělicí zdi, neboť v opačném případě (při překročení limitní hodnoty příčné složky rychlosti) reálně hrozí střet plavidla s dělicí zdí s následnou plavební nehodou. Tato situace je v současnosti aktuální na některých zdymadlech na LVVC a vyžaduje technické řešení. V obr. 1.1 jsou schematicky vyneseny proudnice, které v okolí dělicí zdi křížují trajektorii připlouvajícího plavidla. Ve schématu je vyznačena celková rychlost jako  $u$  a jsou také vyznačeny její složky: podélná rychlost  $u_x$  a příčná složka rychlosti  $u_y$ . Situace je v případě dolní rejdy plavební komory obdobná a také zde platí požadavek nepřekročení limitní hodnoty příčné složky rychlosti v okolí dolní dělicí zdi. Velké příčné rychlosti v okolí zhlaví dělicí zdi rovněž často působí vymílání materiálu dna a vzniku hlubokého výmolu, který ohrožuje stabilitu konstrukce zdi podemletím. Z minulosti jsou známé případy destrukce dělicí zdi z těchto příčin.

Uvedená problematika nevhodných proudových poměrů je v rámci jednotlivých existujících nebo nových zdymadel posuzována zpravidla vždy individuálně pomocí samostatného hydraulického výzkumu. Účelem předloženého funkčního vzorku je tento postup zefektivnit s využitím unikátního laboratorního zařízení, které umožňuje velmi pohotově ověřit proudové poměry v okolí libovolného zdymadla na LVVC a následně optimalizovat opatření pro zajištění vhodných hydraulických a plavebních podmínek. Optimalizace zpravidla spočívá v prodloužení dělicí zdi a/nebo v aplikaci ponořených průtočných oken pod hladinou v dělicí zdi, aby nebyl narušen vnější vzhled konstrukcí a kulturně historický charakter zdymadla.

V rámci výzkumu byl sestaven hydraulický fyzikální model - **funkční vzorek** (druh výsledku **G<sub>funk</sub>**), který je koncipován jako unikátní laboratorní zařízení, které umožňuje s využitím připravených dílců vytvořit dispoziční uspořádání libovolného zdymadla na Labsko-vltavské vodní cestě. Dispoziční uspořádání libovolného zdymadla na LVVC je osazováno do předem připraveného laboratorního žlabu o rozměrech 4,0 x 6,0 m s napojením na hydraulický okruh vodohospodářské laboratoře fakulty stavební ČVUT v Praze. Zařízení umožňuje snímání rychlostních poměrů v celém rozsahu zdymadla. Cílem výzkumu je optimalizace plavebních podmínek při zaplouvání a vyplouvání plavidel z plavební komory při různých průtocích ve vodním toku a manipulacích s jezovými uzávěry. Do výzkumu jsou také zapojeni studenti fakulty a výsledky jsou rovněž využívány při praktické výuce specializovaných předmětů fakulty a pro prezentaci projektu.



## 2. Předchozí výzkumy

Dle Čábelky (1976) při vjezdu do horní rejdy proud křížuje plavební dráhu a představuje pro plavidla určité riziko. Také došlo na středním Labi k několika nebezpečným podemletím předního zhlaví horní dělicí zdi rejdy plavební komory, které muselo být sanováno (Kostelec n. L., Kostomlátky, Srnojedy). V roce 1946 se dokonce na zdymadle Klavary zřítla velká část horní dělicí zdi rejdy komory. Z uvedeného důvodu byla dané problematice věnována značná pozornost také při návrhu nových zdymadel na hornovltavské vodní cestě v úseku mezi Českými Budějovicemi a Týnem nad Vltavou. V tomto úseku byla v letech 2011 až 2017 uvedena do provozu nová zdymadla (plavební komory) v lokalitách České Vrbné, Hluboká nad Vltavou, vodní dílo Hněvkovice a Hněvkovice jez. Návrhu těchto nových zdymadel předcházela hydraulický výzkum, který byl realizován formou matematických a fyzikálních modelů (ČVUT, Fakulta stavební, 2008-2012). V roce 2012 byly ověřeny rychlostní a plavební poměry v okolí zdymadel České Vrbné a Hluboká nad Vltavou měřením in situ.

### Soupis realizovaných výzkumných prací:

- 2008 Hydraulický výzkum plnění a prázdnění plavební komory České Vrbné
- 2008 Optimalizace provozního režimu plavební komory České Vrbné
- 2009 Hydraulický výzkum plavebního stupně České Vrbné
- 2009 Hydraulický výzkum vlivu MVE Sokolský ostrov v Českých Budějovicích na plavební poměry v obratišti pod Jiráskovým jezem
- 2010 Zajištění plavebních hloubek ve zdrži jezu České Vrbné  
– vybavení obratiště úvaznými prvky
- 2010 Modelový výzkum plavebního stupně Hněvkovice
- 2010 Modelový hydraulický výzkum vjezdového objektu přístavu Hluboká nad Vltavou
- 2011 Optimalizace provozního režimu plavebního stupně Hněvkovice  
na hydraulickém modelu
- 2012 Verifikace a optimalizace provozních parametrů zdymadla Hluboká nad Vltavou  
ve vazbě na navazující vodní cestu

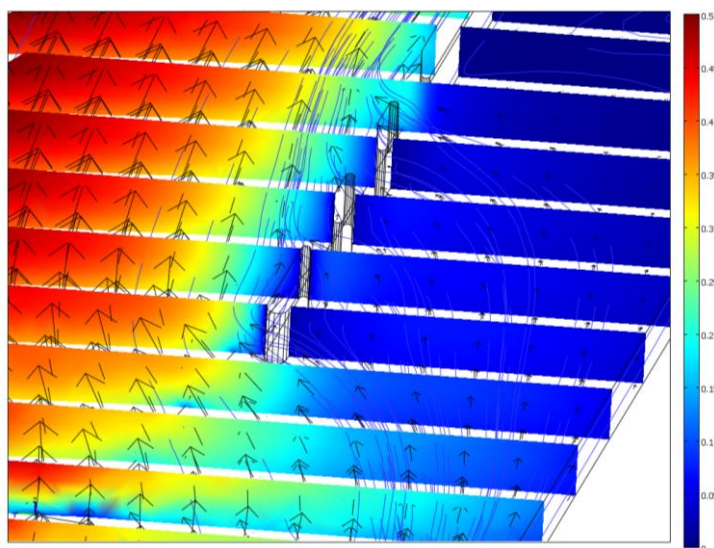
V případě všech zdymadel byly optimalizovány plavební podmínky také pomocí hledání optimálního uspořádání dělicí zdi mezi rejdami plavební komory a nadjezím, resp. podjezím. Na základě výzkumu bylo rozhodnuto realizovat úpravu předního zhlaví dělicí zdi průtočnými otvory. Ty jsou tvořeny pilířky upravenými jako hydraulicky vhodné usměrňovací stěny. Na následujícím obr. 2.1 je znázorněna simulace obtékání zhlaví dělicí zdi pomocí průtočných oken tvořených pilířky.

Navržená koncepce dělicích zdí rejdy plavební komory byla následně testována pro soubor průtokových scénářů na hydraulickém modelu v měřítku 1:50 (viz obr. 2.2). Na obr. 2.3 je fotografie z realizace horní dělicí zdi z dubna 2010 v lokalitě České Vrbné. Navržené technické řešení nenarušuje vzhled konstrukcí nad hladinou vody a je tudíž citlivé k celkovému vyznění vodního díla. Tento aspekt je zejména důležitý u historických zdymadel a u zdymadel nacházejících se v blízkosti památkových zón a historických objektů. Podobně tomu bylo také v případě optimalizace dělicích zdí u rejdy plavební komory Hluboká nad Vltavou. Na obr. 2.4 vlevo je znázorněn letecký snímek nadjezí vodního díla společně s horní





rejdy a dělicí zdí (původně se zde nacházela vorová propust). Vpravo je zařazen snímek z měření rychlostních polí in situ v listopadu 2012 (ČVUT, Fakulta stavební).



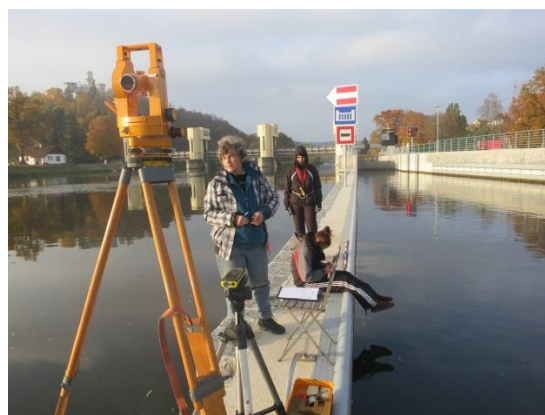
**Obr. 2.1** Matematická simulace proudění u zhlaví zdi horní rejdy.



**Obr. 2.2** Hydraulický model dělicí zdi horní rejdy.



**Obr. 2.3** Realizace dělicí zdi horní rejdy (duben 2010).



**Obr. 2.4** Zdymadlo Hluboká nad Vltavou: a) pohled na horní zdrž jezu, b) měření rychlostních poměrů v okolí horní dělicí zdi in situ v roce 2012.

Další příklady optimalizace rejd plavebních komor z pohledu zajištění vhodných plavebních podmínek jsou:

- zdymadlo Štvanice (Fošumpaur, 2013),
- zdymadlo Dolní Beřkovice (Fošumpaur, 2014),
- zdymadlo Modřany (Fošumpaur, 2018).

Velká pozornost je problematice také dlouhodobě věnována v rámci projektové přípravy plánovaného plavebního stupně Děčín (Gabriel, Libý, Fošumpaur, 2007).

### 3. Popis vstupních dat a podkladů

#### 3.1 Analýza nautických problémů zdymadel na LVVC

V první fázi výzkumu byla v rámci etapy č. 1.2 „Identifikace ohroženého technického kulturního dědictví na LVVC“ zpracována důkladná analýza nautických podmínek v okolí všech zdymadel na LVVC. Tato analýza byla připravena ve spolupráci se SPS Praha a výsledkem je identifikace nautických problémů, souhrnně shrnutá v příloze.

#### 3.2 Průtokové poměry

K nautickým problémům dochází zpravidla při maximálních plavebních průtocích. Tyto průtoky definuje vyhláška č. 67/2015 Sb. (o pravidlech plavebního provozu). V rámci § 5 jsou formulovány v jednotlivých úsecích LVVC vodní stavy ohrožující bezpečnost plavby následujícím způsobem.

##### Labe:

- a) Labe Kunětice ř. km 973,50 až Přelouč ř. km 951,20 na vodočtu v Přelouči 240 cm a vyšší,
- b) Labe Přelouč ř. km 951,20 až Toušeň ř. km 869,14 na vodočtu v Přelouči 280 cm a vyšší,
- c) Labe Toušeň ř. km 869,14 až Mělník ř. km 837,38 na vodočtu v Kostelci nad Labem 560 cm a vyšší,
- d) Labe Obříství ř. km 843,50 až Lovosice ř. km 787,76 na vodočtu v Mělníku 450 cm a vyšší,
- e) Labe Lovosice ř. km 787,76 až Ústí nad Labem-Střekov ř. km 767,32 na vodočtu v Ústí nad Labem 520 cm a vyšší,
- f) Ústí nad Labem-Střekov ř. km 767,32 až Hřensko ř. km 726,60 na vodočtu v Ústí nad Labem 540 cm a vyšší.

##### Vltava:

- a) Vltavy České Budějovice-Jiráskův jez ř. km 239,50 až Hněvkovice ř. km 210,40 při vodním průtoku v profilu vodočtu České Budějovice  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- b) Vltavy Hněvkovice ř. km 210,40 až soutok s Lužnicí ř. km 202,10 při vodním průtoku v profilu vodočtu Hněvkovice  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- c) Vltavy od soutoku s Lužnicí ř. km 202,10 až Rejsíkov ř. km 193,00 při vodním průtoku v profilu vodočtu Kořensko  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,





- d) Vltavy Kořensko ř. km 200,40 až Rejsíkov ř. km 193,00; současně platí zastavení plavby při dosažení hladiny 351,20 m n. m. a vyšší na vodočtu Orlík,
- e) Vltavy Slapy-Třebenice ř. km 91,60 až Praha-Velká Chuchle ř. km 61,70 při vodním průtoku v profilu vodočtu Praha-Velká Chuchle  $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- f) Vltavy přes plavební komoru Praha-Modřany při vodním průtoku v profilu vodočtu Praha-Velká Chuchle  $450 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- g) Vltavy Praha-Velká Chuchle ř. km 61,70 až Praha-Jiráskův most ř. km 54,30 při vodním průtoku v profilu vodočtu Praha-Velká Chuchle  $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- h) Vltavy Praha-Jiráskův most ř. km 54,30 až Praha-Holešovice ř. km 46,00 při vodním průtoku v profilu vodočtu Praha-Velká Chuchle  $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším,
- i) Vltavy Praha-Holešovice ř. km 46,00 až Mělník ř. km 0,00 při vodním průtoku v profilu vodočtu Praha-Velká Chuchle  $450 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a vyšším.

Dle výčtu uvedeného výše vyplývá, že v případě Labe jsou maximální plavební průtoky udány vodními stavy na řídicích vodočtech. V případě Vltavy jsou uvedeny většinou přímo průtoky. Na základě měrných křivek řídicích vodočtů na Labi byly odvozeny maximální plavební průtoky takto:

| Vodočty            | Q <sub>maxplav</sub> |                                    |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|
|                    | [cm]                 | [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] |
| Přelouč            | 240                  | 227                                |
| Přelouč            | 280                  | 287                                |
| Kostelec nad Labem | 560                  | 445                                |
| Mělník             | 450                  | 991                                |
| Ústí nad Labem     | 520                  | 1020                               |
| Ústí nad Labem     | 540                  | 1080                               |

V dalším kroku bylo určeno měřítko hydraulického modelu (funkčního vzorku). Modelová podobnost vychází z podrobně rozpracované teorie Čábelky a Gabriela (1987). Pro konstrukci hydraulického modelu plavebního stupně je zvoleno geometrické měřítko 1:50, které platí jednotně pro délku, šířku a hloubku  $M_l = M_B = M_h = 50$ . Měřítko modelu bylo určeno na základě mezních podmínek modelové podobnosti, možností laboratoře, konstrukčních možností a podmínek reprezentativního výzkumu. Při výpočtu měřítek modelu bylo využito těchto základních vztahů modelové podobnosti (Čábelka, Gabriel, 1987):

a) měřítko průtoků

$$M_Q = M_B \cdot M_h^{3/2} \quad (3.1)$$

b) měřítko rychlostí

$$M_v = M_h^{1/2} \quad (3.2)$$

c) měřítko časů při proudění vody



$$M_t = \frac{M_l}{M_h^{1/2}} \quad (3.3)$$

Uvedené podmínky byly odvozeny za předpokladu platnosti Froudova zákona mechanické podobnosti, u kterého jsou podmínky dynamické podobnosti hydrodynamických jevů vyjádřeny za výhradního působení gravitačních sil. Při modelování jevů proudění podle Froudova zákona se může uplatnit povrchové napětí vody, kdy kapilární síly mohou bránit tvoření povrchových vln vlivem gravitačních sil. Tento jev může vznikat zejména na objektových modelech. Hloubka vodního proudu u říčních modelů by měla být  $h \geq 15$  mm. Na modelu je nutné zachovat stejný režim proudění jako na skutečném díle.

Na základě rozboru maximálních plavebních průtoků v jednotlivých úsecích LVVC a zvoleného měřítka mechanické podobnosti vyplývá potřeba zajistit možnost simulovat na funkčním vzorku průtoky dle tab. 3.1.

**Tab. 3.1** Hodnoty maximálních plavebních průtoků na zdymadlech LVVC a potřebné průtoky v laboratorních podmínkách v měřítku 1:50.

| č. | VD                 | řídící vodočet | Hmaxplav<br>[cm] | SKUTEČNOST<br>Qmax plav<br>[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] | MODEL 1:50<br>Qmax plav<br>[l.s <sup>-1</sup> ] |
|----|--------------------|----------------|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|    |                    |                |                  |                                                               |                                                 |
| 1  | Pardubice          | Přelouč        | 240              | 227                                                           | 12.8                                            |
| 2  | Srnojedy           |                |                  |                                                               |                                                 |
| 3  | Přelouč            |                |                  |                                                               |                                                 |
| 4  | Týnec nad Labem    |                |                  |                                                               |                                                 |
| 5  | Veletov            |                |                  |                                                               |                                                 |
| 6  | Kolín              |                |                  |                                                               |                                                 |
| 7  | Klavary            |                |                  |                                                               |                                                 |
| 8  | Velký Osek         |                | 280              | 287                                                           | 16.2                                            |
| 9  | Poděbrady          |                |                  |                                                               |                                                 |
| 10 | Nymburk            |                |                  |                                                               |                                                 |
| 11 | Kostomlátky        |                |                  |                                                               |                                                 |
| 12 | Hradištko          |                |                  |                                                               |                                                 |
| 13 | Lysá nad Labem     | Kostelec n/L   |                  |                                                               |                                                 |
| 14 | Čelákovice         |                |                  |                                                               |                                                 |
| 15 | Brandýs nad Labem  |                | 560              | 445                                                           | 25.2                                            |
| 16 | Kostelec nad Labem |                |                  |                                                               |                                                 |
| 17 | Lobkovice          | Mělník         |                  |                                                               |                                                 |
| 18 | Obříství           |                |                  |                                                               |                                                 |
| 19 | Dolní Beřkovice    |                | 450              | 991                                                           | 56.1                                            |
| 20 | Štětí              |                |                  |                                                               |                                                 |
| 21 | Roudnice nad Labem | Ústí n/L       |                  |                                                               |                                                 |
| 22 | České Kopisty      |                |                  |                                                               |                                                 |
| 23 | Lovosice           |                | 520              | 1020                                                          | 57.7                                            |

Gfunk – funkční vzorek:

Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě



|    |                   |  |  |     |      |
|----|-------------------|--|--|-----|------|
| 24 | Střekov           |  |  |     |      |
| 25 | Štěchovice        |  |  | 600 | 33.9 |
| 26 | Vrané nad Vltavou |  |  | 600 | 33.9 |
| 27 | Modřany           |  |  | 450 | 25.5 |
| 28 | Smíchov           |  |  | 800 | 45.3 |
|    |                   |  |  |     |      |
| 30 | Štvanice          |  |  | 600 | 33.9 |
| 31 | Trója - Podbaba   |  |  | 450 | 25.5 |
| 32 | Klečany           |  |  | 450 | 25.5 |
| 33 | Libčice - Dolany  |  |  | 450 | 25.5 |
| 34 | Miřejovice        |  |  | 450 | 25.5 |
| 35 | Vraňany - Hořín   |  |  | 450 | 25.5 |

Z uvedené tab. 3.1 vyplývá, že je třeba zajistit, aby bylo možné na funkčním vzorku simulovat průtoky do cca 60 l.s<sup>-1</sup>. Zajištění tohoto průtoku v podmínkách VH laboratoře Fakulty stavební ČVUT není problém, neboť čerpací technika disponuje řádově vyšší kapacitou.

### ***3.3 Konstrukční a manipulační podklady o zdymadlech na LVVC***

V roce 2018 byly zajištěny podklady o stávajícím stavu objektů na LVVC pro střední a dolní Labe. Podklady byly získány od správce vodního toku Labe (Povodí Labe, státní podnik). Získané podklady obsahují generel Labské vodní cesty, technické výkresy jednotlivých objektů a manipulační a provozní řády. Výkresová a popisná dokumentace v digitální podobě (poskytnutá správcem vodní cesty) zachycuje současný stav hydrotechnických děl. Manipulační a provozní řády jsou pro správce vodní cesty základními dokumenty k řádnému užívání a provozu vodního díla i jeho jednotlivých částí a pořizují se v souladu se zákonem č. 254/2001 Sb. (zákon o vodách a o změně některých zákonů - vodní zákon).

V roce 2019 byly tyto dokumenty doplněny od státního podniku Povodí Vltavy. Velkým přínosem bylo zpřístupnění interní datové databáze správců vodních cest – státních podniků Povodí Labe a Povodí Vltavy. Jedná se o technickou evidenci jevů a vlastností na vodních tocích (GISyPoNet). Aplikace představuje systém k udržování rozsáhlých technických informací o objektech a jevech na vodních tocích včetně jejich komponent (struktury složení). Udržuje evidenci typů jevů a výskytů objektů na vodních tocích ve vztahu k lokalizaci objektů vzhledem k říčnímu kilometru. Technická evidence využívá základní evidenci vodních toků, včetně jejich částí a úseků podle jejich hydrologického označení a v rozčlenění dle jejich kategorizace. Funkce systému zabezpečují jednoznačnou datovou vazbu na strukturální model vodních toků a umožňují propojení do mapových podkladů.



## 4. Technický popis funkčního vzorku

Funkční vzorek je reprezentován zvláštním laboratorním zařízením – hydraulickým modelem pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě (LVVC). Sestavené laboratorní zařízení je koncipováno jako univerzální stavebnicový systém, který umožňuje pohotové přestavby vybraného zdymadla a ověřování nautických podmínek pomocí snímání rychlostních polí. Na základě analýzy dispozičního uspořádání vybraných zdymadel, která vykazují v současné době potřebu prověření bezpečných plavebních podmínek (viz příloha) a zvoleného měřítka geometrické podobnosti hydraulického modelu (1:50) byly odvozeny minimální potřebné rozměry hydraulického žlabu pro realizaci funkčního vzorku o velikosti 6,0 x 4,0 m.

Napojení hydraulického modelu na centrální okruh laboratoře je provedeno přívodem vody, který je měřen pomocí indukčního průtokoměru DN100 do uklidňovacího prostoru na začátku modelu délky 0,75 m, viz obr. 4.1. Zde je přivedená voda rozvedena rovnoměrně po celém horním okraji modelu, aby bylo dosaženo rovnoměrného natékání navazující říční tratě před zdymadlem.



**Obr. 4.1** Funkční vzorek – univerzální hydraulický model zdymadel na LVVC.

Odvod vody na konci modelu je do odpadního žlabu šířky 0,5 m a do sběrného kanálu pod podlahou laboratoře. Oběh vody je zajištěn v rámci centrálního systému laboratoře, který se

*Gfunk – funkční vzorek:  
Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě*





skládá z akumulční nádrže zajišťující stálou polohu hladiny a tlakovou výšku přes 5 m, trubního rozvodu, měrného žlabu, podzemní sběrné a zároveň zásobní nádrže a výkonné centrální čerpací stanice.

Hydraulický žlab byl vytvořen z žebrových polypropylenových desek o rozměrech 1,0 x 0,5 m. Vodotěsnosti žlabu je dosaženo aplikací jezírkové fólie tl. 1 mm. Výška žlabu je 0,5 m a umožňuje nastavit v daném měřítku vzduť libovolného zdymadla na LVVC. Zatížení bočních PP stěn je přenášeno pomocí roznášecích PVC desek do podlahy laboratoře. Na vrchu bočních stěn byly osazeny zanivelované válcované profily U80, které slouží pro pojezd měřicí techniky pro snímání rychlostí v prostoru zdymadla pomocí ADV sondy.

Na dně žlabu byl osazen pozinkovaný plech tl. 1,0 mm, na který byla lihovou barvou vyznačena měřicí síť v rastru 0,1 x 0,1 m. Tato měrná síť následně usnadňuje osazování dispozičního uspořádání jednotlivých zdymadel na LVVC pomocí připravených výkresů.

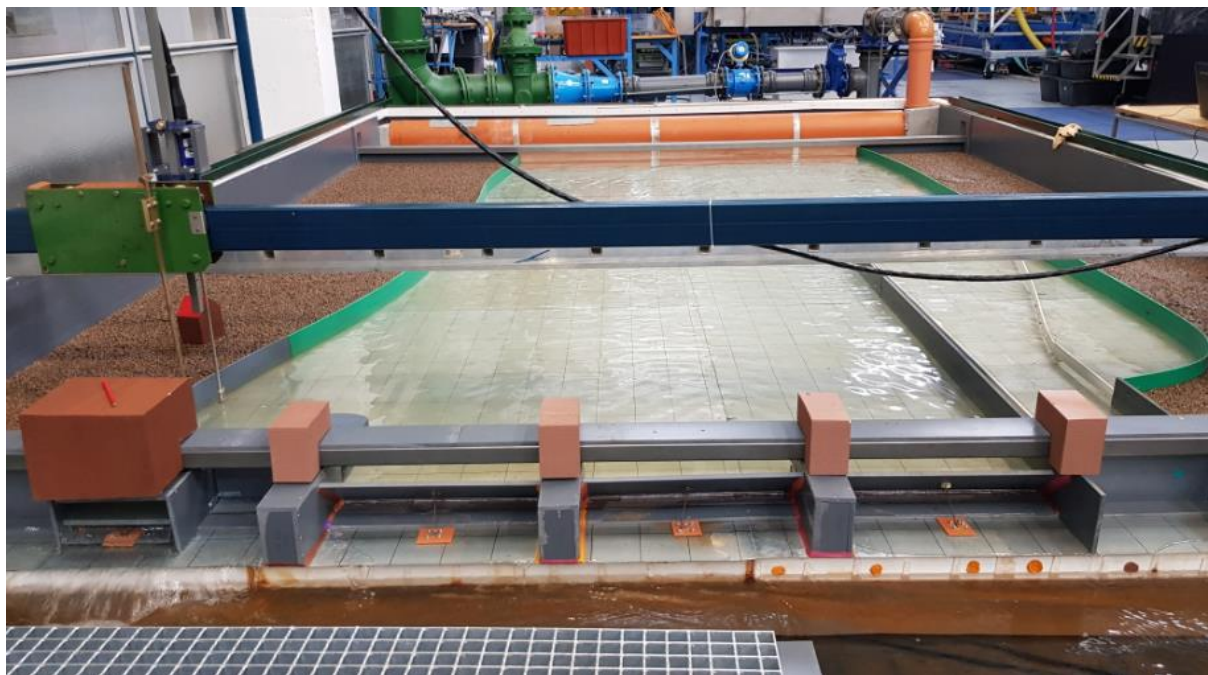
Dno bylo opatřeno pozinkovaným plechem zejména z důvodu, aby bylo možné snadno připevňovat „L“ úhelníky pomocí silných magnetů. Tyto L profily následně slouží jako opora pro vkládané stavebnicové prvky břehových linií, dělicích zdí, svodidel a dalších prvků v rámci dispozičního uspořádání daného zdymadla. Uvedený postup je velmi operativní a umožňuje velmi rychlé přestavění dispozičního uspořádání jednotlivých zdymadel a operativní testování různých konstrukčních úprav s cílem optimalizovat rychlostní poměry s ohledem na zajištění bezpečných plavebních podmínek.



**Obr. 4.2** Pohled na funkční vzorek s pozinkovým dnem pro snadné magnetické připevňování jednotlivých dispozičních prvků.



Simulace jezových polí, plavební komory a malé vodní elektrárny (MVE) v profilu dolní okrajové podmínky je zajištěna prostřednictvím univerzálního systému, který umožňuje nastavení libovolných šířek jezových polí a pilířů. Ve spodní části modelu jsou ve dně a v úrovni mostu stroje jezu připraveny vodící profily pro možnost rektifikace libovolné šířky jezových polí. Obtékané jezové pilíře a pilíř mezi jezem a MVE byly připraveny jako unifikované prvky modelací extrudovaného polystyrenu, viz obr. 4.3. Uzávěry jezových polí jsou připraveny pomocí PVC desek připevněných ke spodní stavbě pomocí pantů na táhlech, aby bylo možné nastavovat požadovanou úroveň hladiny vody v profilu jezu v souladu s manipulačním řádem.



**Obr. 4.3** Konstrukce objektů dolní okrajové podmínky – pilíře jezových polí

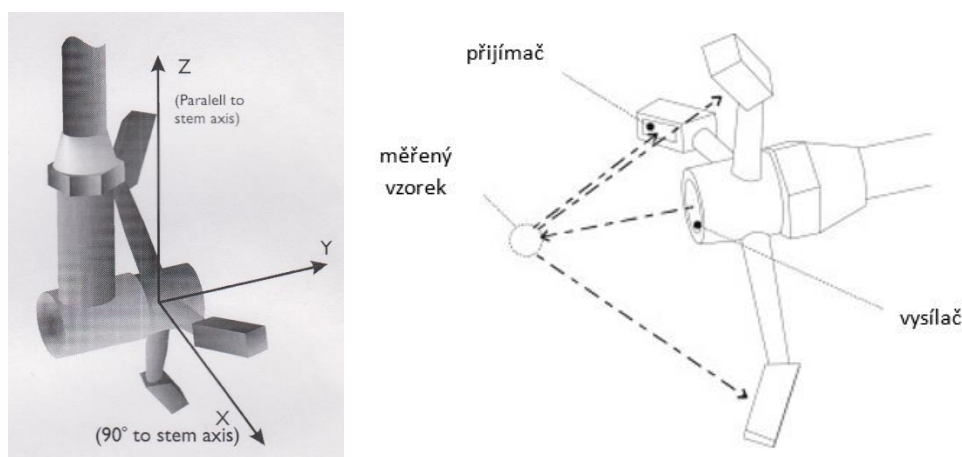
Po sestavení dispozičního uspořádání vybraného zdymadla na LVVC jsou dle zásad příslušného manipulačního řádu nastaveny hodnoty průtoků jednotlivými funkčními objekty zdymadla. Rozhodující jsou zásady při převádění maximálního plavebního průtoku, resp. informace, jaký průtok je převáděn přes jednotlivá jezová pole a malou vodní elektrárnu (MVE). Následně se nastaví na hydraulickém modelu horní okrajová podmínka daná přítokem o velikosti maximálního plavebního průtoku a dolní okrajová podmínka, která je dána:

- nastavením hladiny nad jezem, která odpovídá převádění maximálního plavebního průtoku,
- nastavení průtoku přes MVE,
- nastavení průtoku přes jednotlivá jezová pole.

Po nastavení příslušné průtokové a manipulační situace na hydraulickém modelu daného zdymadla se přikročí k měření rychlostních polí. Rychlostní pole je dáno měřením vektorů rychlostí v rovině XY v předem připravené síti měrných bodů vyznačených na pozinkovaném plechu dna modelu. Pro měření vektorů rychlostí je využita sonda ADV. Sonda ADV (Acoustic

Doppler Velocimeter) využívá k měření aktuální rychlosti Dopplerův princip. Zařízení nejprve podél svislé osy vysílá krátký akustický puls o známé frekvenci. Echo z vody je přijímáno ve třech přijímačích. Následně je zesíleno v modulu úpravy a digitalizováno/analyzováno v sondě. Frekvenční posun mezi vysílaným pulzem a přijímanou ozvěnou je úměrný rychlosti vody. ADV poté vypočítá rychlost vody ve směru os  $x$ ,  $y$  a  $z$ .

Akustický pulz se neodráží od vody, ale od částic suspendovaných ve vodě. Tyto se pohybují stejnou průměrnou rychlostí jako voda. Obecné schéma ADV je znázorněno na obr. 4.4.



**Obr. 4.4** Schéma sondy ADV.

Vzdálenost vzorku od vysílače je 5 cm. Jeho velikost může být nastavena na hodnoty 3 mm, 6 mm a 9 mm. Sonda ADV umožňuje nastavení rozsahu rychlostí:  $3 \text{ cm.s}^{-1}$ ,  $10 \text{ cm.s}^{-1}$ ,  $30 \text{ cm.s}^{-1}$ ,  $100 \text{ cm.s}^{-1}$ ,  $250 \text{ cm.s}^{-1}$ .

Obecně platí, že rozsah rychlostí by měl být vždy nastaven na co nejmenší možnou hodnotu. Pokud je například maximální očekávaná rychlost  $8 \text{ cm.s}^{-1}$ , měl by být rozsah rychlostí nastaven na  $\pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$ . Důvodem je to, že šum v datech se zvyšuje s rostoucím rozsahem rychlostí.

Pokud rychlostní podmínky nejsou předem známy, musí být rozsah rychlostí nastaven dostatečně vysoko, aby pokryl celé spektrum očekávaných rychlostí. Pokud se například očekává, že střední rychlosti vody budou kolem  $10 \text{ cm.s}^{-1}$  a pulzace budou dosahovat rychlostí až  $40 \text{ cm.s}^{-1}$ , měl by být rozsah rychlostí nastaven na  $100 \text{ cm.s}^{-1}$ .

Kromě zaznamenávání aktuální rychlosti sonda vyhodnocuje i korelaci měření. Korelační parametr lze považovat za parametr kvality pro data rychlosti. Pokud je to možné, měl by být tento parametr sledován i během sběru dat. Lze jej ale také použít k úpravě chybných bodů v postprocesingu. V ideálním případě by měl mít korelační parametr hodnoty mezi 70 a 100. Hodnoty pod 70 naznačují, že se nacházíme v obtížném režimu měření (například velké množství vzduchových bublin), že sonda je mimo vodu nebo že síla ozvěny (SNR) je příliš nízká.

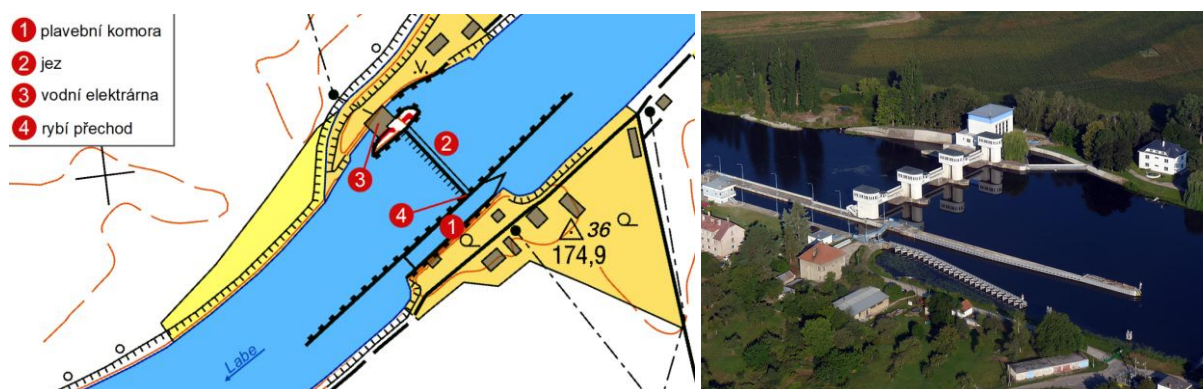
Třetím sledovaným parametrem je poměr síly signálu k šumu (SNR). Aby byla zajištěna správná funkce sondy ADV, musí být ozvěna signálu dostatečně silná, aby umožňovala správný výpočet frekvenčního posunu. Pokud je ozvěna slabá, bude výpočet statisticky nepřesný a údaje o rychlosti budou vykazovat významnou krátkodobou variabilitu. Síla ozvěny je kvantifikována pomocí SNR vyjádřeného v dB. Při sběru nezpracovaných dat (např. při 25 Hz) jsou doporučené hodnoty SNR trvale nad 15 dB. Při sběru průměrných dat (například 10 sekundových průměrů) je doporučená hodnota SNR alespoň 5 dB.

Síla SNR je určena koncentrací a velikostí částic suspendovaných ve vodě. Částice mohou být přirozeně se vyskytující suspendované sedimenty, bubliny unášené z čerpacích systémů (často případ ve žlabech), nebo umělé částice. Pokud je to žádoucí, doporučuje se do vody přidat odrazový materiál. V ideálním případě s hustotou blízkou hustotě vody a velikostí částic menší než 10  $\mu\text{m}$ . Částice, které se blíží neutrálně vznášejícím se, zůstávají v suspenzi bez dalšího míchání a jsou ideální pro experimenty s nízkým průtokem. Menší částice (např. 1  $\mu\text{m}$ ) se nedoporučují, protože požadovaná koncentrace je poměrně vysoká.

## 5. Ověření funkčního vzorku

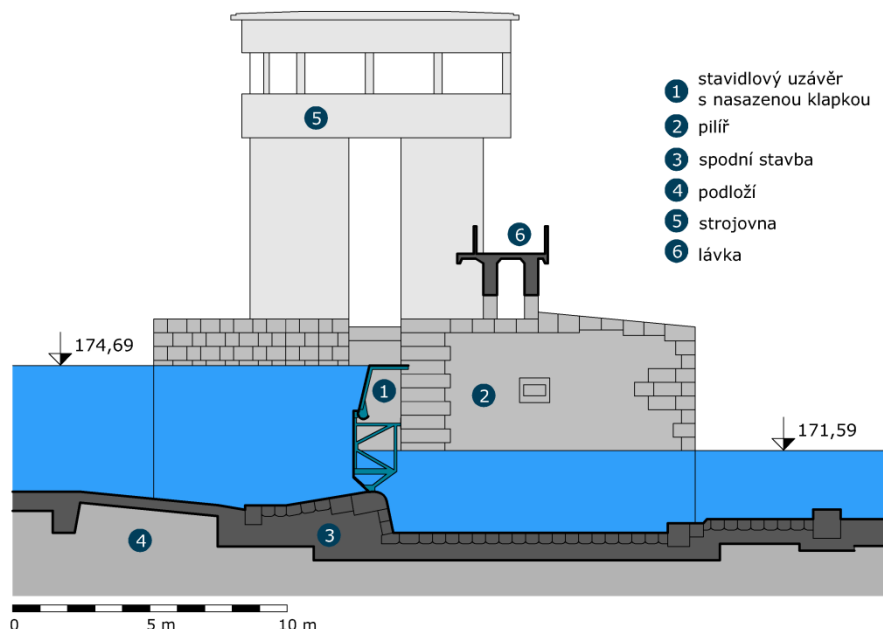
Ověření funkčního vzorku bylo připraveno pro zdymadlo Lysá nad Labem, viz obr. 5.1. V prostoru zdymadla Lysá nad Labem identifikoval nautické problémy Bc. Michal Kudláček (SPS Praha). Problém existuje v horní zdrži, resp. v horním plavebním kanálu (HPK), kde při velkých průtocích může příčné proudění negativně ovlivňovat plavbu. Jedná se zejména o oblast na vjezdu do horní rejdy v okolí zhlaví dělicí zdi.

Jako kritický lze považovat maximální plavební průtok, který je definován vyhláškou č. 67/2015 Sb. pomocí vodního stavu, který ohrožuje bezpečnost plavby. Pro úsek od VD Přelouč po VD Čelákovice je kritickým vodním stavem čtení 280 cm na vodočtu v Přelouči. Dle měrné křivky vodočtu tato situace odpovídá průtoku  $287 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což činí  $16,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  na modelu v měřítku geometrické podobnosti 1:50.



**Obr. 5.1** a) Dispoziční uspořádání zdymadla Lysá nad Labem, b) letecký pohled na zdymadlo.

Pohyblivý jez má tři jezová pole o světlosti 23,0 m, která jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Hrazená výška při hladině 174,69 m n. m. je u všech jezových polí 4,60 m, přičemž stavidlo hradí 3,10 m a klapka 1,50 m. Kóta dosedacího prahu je na úrovni 170,09 m n. m. Jezová pole jsou oddělena pilíři šířky 3,60 m a délky 20,0 m. Horní zhlaví pilířů je zaobleno do hydraulicky příznivého tvaru.



**Obr. 5.2** Řez jezem Lysá nad Labem (zdroj: lvvc.cz – vlastní web projektu).

Malá vodní elektrárna (MVE) Lysá nad Labem (Tři Chaloupky) je umístěna na pravém břehu Labe. Na vtoku do MVE je instalována norná stěna, která je současně opěrným prvkem hrubých česlic a manipulační lávky. Vtok ke spirálové kašně turbíny je chráněn stěnou z jemných česlí o celkové délce 11,6 m. Česlicová stěna je tvořena ocelovými pruty o délce 6,0 m s roztečí 70 mm. Čištění česlí provádí hrabací stroj s hydraulicko-elektrickým pohonem. Ve spirálové kašně je umístěna jedna Kaplanova turbína. V roce 2013 byla realizována kompletní rekonstrukce soustrojí, elektro části a řídicího systému. Instalovaný výkon při maximální hltnosti  $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  je 1700 kW. Vtok na turbínu je možno uzavřít hydraulicky ovládaným stavidlem (rychlouzávěr). Výtok od savky turbíny je rozdělen pilířem na 2 otvory, z nichž každý je možno hradit trámcí proti dolní vodě. V objektu MVE Tři Chaloupky je umístěna jalová propust, která je plně automaticky ovládána elektro mechanickým pohonem. Minimální spád hladin, při kterém je MVE v provozu, je 1,20 m.

Pro účely ověření funkčního vzorku byly ověřeny rychlostní poměry v prostoru zdymadla Lysá nad Labem pro dvě průtokové situace: a) průtok na úrovni plné hltnosti MVE), b) průtok o velikosti maximálního plavebního průtoku.

V souladu s manipulačním řádem byly na hydraulickém modelu nastaveny tyto průtokové a manipulační situace:



**Průtoková situace (horní okrajová podmínka):**

a/  $Q_{MVE} = 65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což činí  $3,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  na modelu,

b/  $Q_{\max\_plav} = 287 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což činí  $16,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  na modelu.

**Hladina nad jezem (dolní okrajová podmínka):**

Hladina v horní zdrži je při pokusech udržována na nominální úrovni dle manipulačního řádu: 174,69 m n. m.

**Manipulační situace:**

a/  $Q_{\text{celk}} = 65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , vše jde na MVE,

b/  $Q_{\text{celk}} = 287 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , pole1 = 0, pole2 = 111, pole3 = 111, MVE=65.

V následujícím obr. 5.3 je znázorněno měření rychlostí v jednotlivých bodech měrné sítě pomocí ultrazvukové sondy ADV připevněné na pojezdu ze dvou U profilů vrchu modelu.

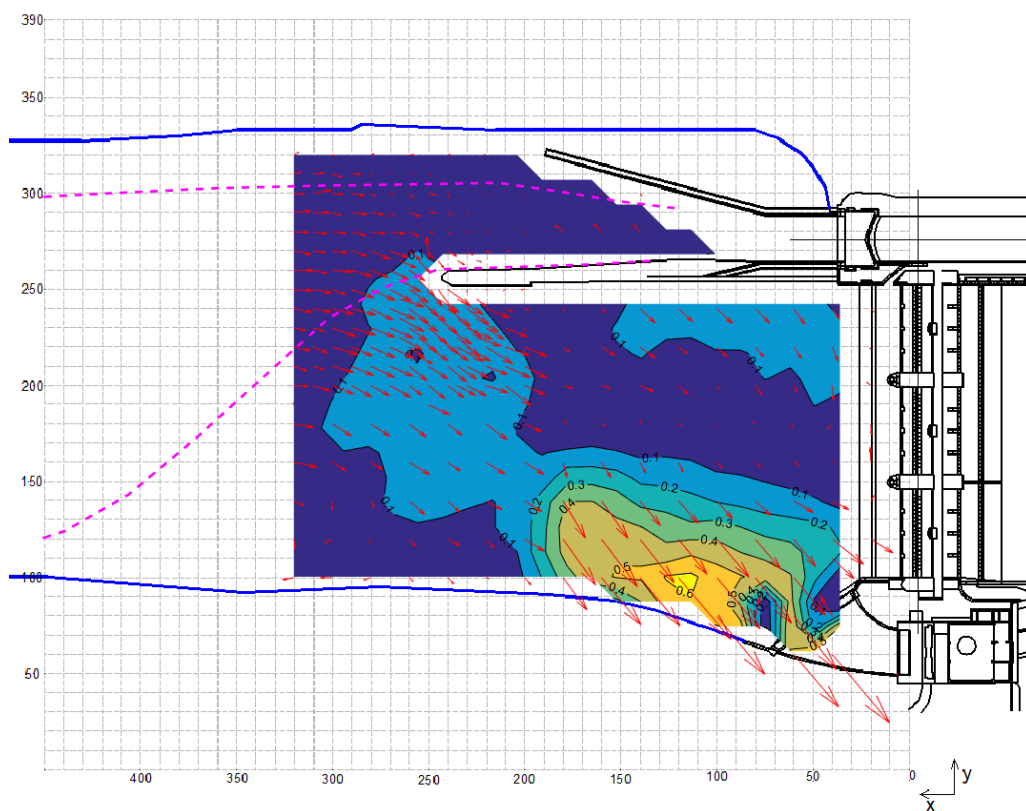


**Obr. 5.3** Měření rychlostního pole v oblasti zdymadla Lysá nad Labem.

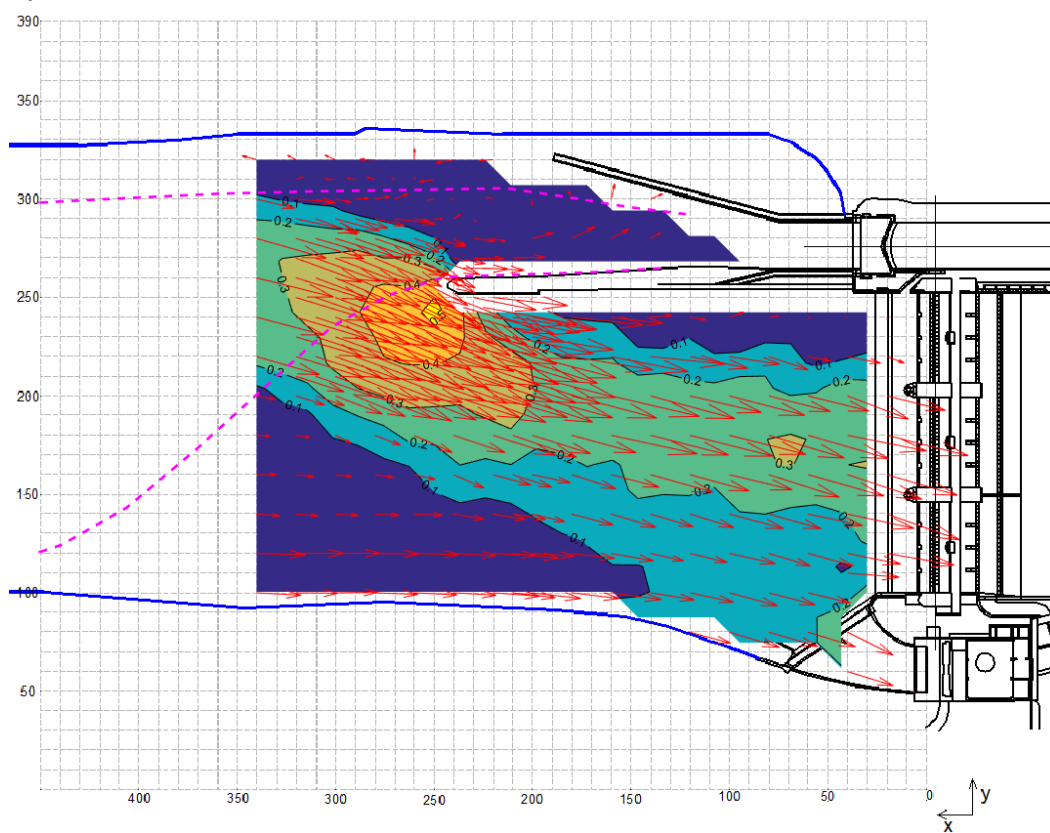
Pro vyhodnocení měření z jednotlivých měrných bodů a konstrukci rychlostního pole pro obě analyzované průtokové a manipulační situace bylo využito vlastní programové vybavení. Výsledky analýzy znázorňuje obr. 5.4, který popisuje vektory celkových rychlostí pro průtok a)  $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a b)  $287 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V obr. 5.4 jsou barevnou škálou a pomocí izolonií vyneseny hodnoty příčné složky rychlosti. Před vjezdem do horní rejdy jsou také vyznačeny oba okraje plavební dráhy (fialová čárkovaná čára) z plavební mapy SPS. Z výsledků vyplývá, že při průtokové situaci a) nedochází v okolí zhlaví dělící zdi horní rejdy k překročení limitní hodnoty příčné složky rychlosti a plavební podmínky jsou bezpečné. Naopak při průtokové situaci b) jsou hodnoty příčné složky nad limitem  $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a dosahují hodnot  $0,2$  až  $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Tento výsledek potvrzuje předem identifikované možné nautické obtíže při maximálním plavebním průtoku. Sestrojený funkční vzorek potvrdil schopnost simulovat proudové poměry v rámci zdymadla a může být využit pro následné optimalizační úlohy úpravy obtékaných konstrukcí pro zajištění bezpečných plavebních podmínek.



a)



b)



**Obr. 5.4** Vektory rychlostí a izolinie příčné složky rychlosti:  
a)  $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (plná hltnost MVE) a b)  $287 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (maximální plavební průtok).

Gfunk – funkční vzorek:

Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě



## 6. Návrh využití výsledku

Předložený výsledek druhu funkční vzorek je tvořen unikátním laboratorním zařízením pro měření rychlostních poměrů v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě (LVVC). Laboratorní zařízení je připraveno v podobě univerzálního hydraulického modelu, který se skládá z vodotěsného žlabu, přívodu vody s měřením průtoku pomocí indukčního průtokoměru a univerzálního stavebnicového systému pro pohotové sestavení dispozice libovolného zdymadla na LVVC. Stavebnicový systém je na bázi operativně vkládaných dispozičních prvků přichycovaných k plechovému dnu žlabu pomocí instalovaných silných magnetů. Pro možnost nastavování libovolného počtu a světlostí jezových polí je připraven unikátní systém s možností vkládat do připravených drážek jezové pilíře, volit světlé šířky jezových polí a nastavovat jemně polohu hladiny nad jezem pomocí pohyblivých klappek.

Funkční vzorek byl úspěšně ověřen na příkladu zdymadla Lysá nad Labem. Ověření potvrdilo identifikované obtížnější nautické podmínky na vjezdu do horní rejdy plavební komory, kdy velikost příčné složky rychlosti mírně převyšuje limitní hodnotu dle vyhlášky 222/1995 Sb.

Na základě ověřených vlastností vyvinutého laboratorního zařízení doporučujeme následující formy využití výsledku:

- A. pro optimalizaci opatření pro optimalizaci plavebních podmínek v prostoru jednotlivých zdymadel na LVVC s identifikovanými nautickými obtížemi, viz příloha.
- B. pro prezentační účely v souladu s cíli grantového projektu „Dokumentace a prezentace technického dědictví na LVVC“ – v rámci etapy č. 2.1 „Prezentace a zpřístupnění technického kulturního dědictví na LVVC“ – aktivita 2.1.1 (příprava audiovizuálního DVD)
- C. pro účely vzdělávání. Začlenění výsledků výzkumu do vzdělávacích programů – přednášky pro studenty na SŠ a VŠ + univerzita 3. věku. V rámci etapy č. 2.1 „Prezentace a zpřístupnění technického kulturního dědictví na LVVC“ – aktivita 2.1.3 (vzdělávání).



## 7. Seznam použité související literatury

1. Čábelka, J., Gabriel, P.: Matematické a fyzikální modelování v hydrotechnice (1), Výzkum na hydraulických a ve skutečnosti. Academia Praha 1987.
2. Čábelka, J.: Vodní cesty a plavba, SNTL Praha 1976.
3. Gabriel, P., Grandtner, T., Průcha, M., Výbora, P.: Jezy, SNTL, Praha 1989.
4. Holata, M.: Malé vodní elektrárny, ed.: Pavel Gabriel, Academia, Praha 2002.
5. Hunter, S.C.: Mechanics of Continuous Media, Ellis Horwood, Chichester, England 1976.
6. Kolář, V., Patočka, C., Bém, J.:Hydraulika, SNTL, Praha 1983.
7. Novak, P., Guinot, V., Jeffrey, A., Reeve, D.E.: Hydraulic Modelling - An Introduction, Taylor and Francis, 2010.
8. Novak, P., Moffat, A.I.B., Nalluri, C., Narayanan, R.: Hydraulic structures, Fourth edition, Taylor and Francis, 2007.
9. Vyhláška č. 222/1995 Sb.: vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí.
10. Vyhláška č. 67/2015 Sb.: vyhláška Ministerstva dopravy o pravidlech plavebního provozu (pravidla plavebního provozu).
11. Wilcox, D.: Turbulence Modeling for CFD, 2nd edition, DCW Industries Inc., 1998.
12. Zákon č. 254/2001 Sb.: zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
13. Zákon č. 114/1995 Sb.: zákon o vnitrozemské plavbě.

## 8. Seznam předcházejících publikací

Následující výčet uvádí seznam publikovaných výzkumných prací autorského týmu, které předcházely výsledku funkční vzorek.

1. Fošumpaur, P., Králík, M., Zukal, M. (2008) Hydraulický výzkum plnění a prázdnění plavební komory České Vrbné. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
2. Fošumpaur, P., Králík, M., Zukal, M. (2008) Optimalizace provozního režimu plavební komory České Vrbné. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
3. Fošumpaur, P. (2008) Hydraulický výzkum plnění plavební komory VD Hněvkovice. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
4. Fošumpaur, P., Králík, M., Zukal, M. (2009) Hydraulický výzkum plavebního stupně České Vrbné. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
5. Fošumpaur, P., Králík, M., Kučerová, J., Pícek, T., Zukal, M. (2009) Hydraulický výzkum vlivu MVE Sokolský ostrov v Českých Budějovicích na plavební poměry v obratišti pod Jiráskovým jezem. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
6. Fošumpaur, P., Králík, M., Zukal, M. (2010) Zajištění plavebních hloubek ve zdrži jezu České Vrbné – vybavení obratiště úvaznými prvky. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
7. Fošumpaur, P., Králík, M., Kučerová, J., Pícek, T., Zukal, M. (2010) Modelový výzkum plavebního stupně Hněvkovice. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.



8. Fošumpaur, P., Králík, M., Kučerová, J., Pícek, T., Zúkal, M. (2010) Modelový hydraulický výzkum vjezdového objektu přístavu Hluboká nad Vltavou. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
9. Fošumpaur, P., Králík, M., Kučerová, J., Pícek, T., Zúkal, M. (2011) Optimalizace provozního režimu plavebního stupně Hněvkovice na hydraulickém modelu. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
10. Fošumpaur, P., Králík, M., Kučerová, J., Pícek, T., Zúkal, M. (2012) Verifikace a optimalizace provozních parametrů zdymadla Hluboká nad Vltavou ve vazbě na navazující vodní cestu. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
11. Fošumpaur, P. (2013) Posouzení proudových a hloubkových poměrů pomocí 3D matematického modelu. Zpracováno pro Vodní cesty a.s. v rámci projektové přípravy: Modernizace rejd PK Štvanice.
12. Fošumpaur, P. (2014) Posouzení nautických poměrů na základě matematického modelu. Zpracováno pro SWECO Hydroprojekt v rámci DÚR: Modernizace rejd plavební komory Dolní Beřkovice.
13. Fošumpaur, P., Jarošová, V., Horský, M. (2018) Studie proveditelnosti: Doplnění dělících zdí rejd plavební komory Modřany. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.
14. Gabriel, P., Libý, J., Fošumpaur, P. (2007) Hydraulic Research of the Děčín Barrage Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2007. ISBN 978-80-85900-73-6.

## Poděkování

Funkční vzorek vznikl na základě podpory řešení projektu č. DG18P02OVV004 s názvem „Dokumentace a prezentace technického kulturního dědictví na Labsko-vltavské vodní cestě“ v rámci programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity financovaného Ministerstvem kultury ČR.

## Příloha

Identifikace nautických problémů na Labsko-vltavské vodní cestě





## Příloha

### Identifikace nautických problémů na Labsko-vltavské vodní cestě – identifikováno ve spolupráci se SPS Praha

| č. | VD                 | HPK | DPK | popis nautických podmínek                                                                                                            |
|----|--------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Pardubice          |     |     |                                                                                                                                      |
| 2  | Srnojedy           |     |     |                                                                                                                                      |
| 3  | Přelouč            |     |     |                                                                                                                                      |
| 4  | Týnec nad Labem    |     |     | v otevřeném prostoru - vítr, krátký HPK                                                                                              |
| 5  | Veletov            |     |     | při větší vodě DPK, při vyšších průtocích, ale malý problém                                                                          |
| 6  | Kolín              |     |     | při vyšších průtocích může být malý problém jak v HPK tak i v DPK, ale malý                                                          |
| 7  | Klavary            |     |     |                                                                                                                                      |
| 8  | Velký Osek         |     |     |                                                                                                                                      |
| 9  | Poděbrady          |     |     | vplouvání do DPK při vyšších průtocích, i vzhledem k umístění přístavišť OLD                                                         |
| 10 | Nymburk            |     |     | krátký HPK, blízký jez, při větších průtocích hrozí snos směrem k jezu                                                               |
| 11 | Kostomlátky        |     |     |                                                                                                                                      |
| 12 | Hradištko          |     |     |                                                                                                                                      |
| 13 | Lysá nad Labem     |     |     | v otevřeném prostoru - vítr, krátký HPK, v HPK může při velkých průtocích příčné proudění na jez ovlivňovat                          |
| 14 | Čelákovice         |     |     | v otevřeném prostoru-vítr, krátký HPK, v HPK může při velkých průtocích příčné proudění na jez ovlivňovat                            |
| 15 | Brandýs nad Labem  |     |     | DPK úzký, při větším průtoku působení proudící vody na bok plavidla, HPK při velkých průtocích může docházet ke snosu, HPK v oblouku |
| 16 | Kostelec nad Labem |     |     |                                                                                                                                      |
| 17 | Lobkovice          |     |     | DPK úzký, při větším průtoku působení proudící vody na bok plavidla, HPK při velkých průtocích může docházet ke snosu, HPK v oblouku |
| 18 | Obříství           |     |     | může být problém v DPK od proudící vody od jezu                                                                                      |
| 19 | Dolní Beřkovice    |     |     | jak HPK tak i DPK, ale myslím, že jen velké průtoky                                                                                  |
| 20 | Štětí              |     |     | nevidím zásadní problém                                                                                                              |
| 21 | Roudnice nad Labem |     |     | HPK vjezd, blízko u jezu, vyšší průtoky, ale i nižší, při prohrazení krajního jezového                                               |

Gfunk – funkční vzorek:

Hydraulický model pro optimalizaci plavebních podmínek v okolí zdymadel na Labsko-vltavské vodní cestě



|    |                   |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                   |  |  | pole                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 22 | České Kopisty     |  |  | ústí HPK blízko jezu, možné ovlivnění při vyšších průtocích                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 23 | Lovosice          |  |  | HPK podobné jako v Roudnici, ale širší HPK, tedy o něco menší problém, DPK opět při vyšších průtocích může být problém                                                                                                                                                                                                                               |
| 24 | Střekov           |  |  | DPK může být při vyšších průtocích problém                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 25 | Štěchovice        |  |  | DPK může být při vyšších průtocích problém                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 26 | Vrané nad Vltavou |  |  | DPK může být při vyšších průtocích problém, přelití dělicí hráze                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 27 | Modřany           |  |  | vliv proudění vody od jezu při vplouvání do DPK a PK protiproudu                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 28 | Smíchov           |  |  | před vplutím do DPK Smíchov je vratný rotující proud a s narůstajícím průtokem se vliv zvyšuje. Při vyšších vodních stavech má proud tendenci odhodit plavidlo na dělicí zeď mezi DPK a Staroměstským jezem                                                                                                                                          |
|    |                   |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 30 | Štvanice          |  |  | MVE v HPK, otázka zda si na to už kapitáni nezvykli                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 31 | Trója - Podbaba   |  |  | Zaplutí do velké komory proti vodě je ovlivněno odtokem elektrárny a v praxi vůdci plavidel volají vysílačkou a prosí o snížení odtoku pro lepší zaplutí                                                                                                                                                                                             |
| 32 | Klecany           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 33 | Libčice - Dolany  |  |  | HPK blízko jez, při vyšších průtocích                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 34 | Miřejovice        |  |  | zase vliv proudění elektrárny v DPK na zaplouvající plavidla proti vodě                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 35 | Vraňany - Hořín   |  |  | obtížnější zaplouvání/vyplouvání pro hotelová (vyšší) plavidla do a z dolního plavebního kanálu. Po rekonstrukci velké plavební komory a vybudování čekacího stání budou muset převážně pak vyplouvající plavidla do DPK počítat s tím, že komora není vůči čekacímu stání v ose plavby. Proto tam taky bude umístěno informativní plavební značení. |

#### LEGENDA:

|     |                      |
|-----|----------------------|
|     | PROBLÉM              |
| HPK | horní plavební kanál |
| DPK | dolní plavební kanál |

