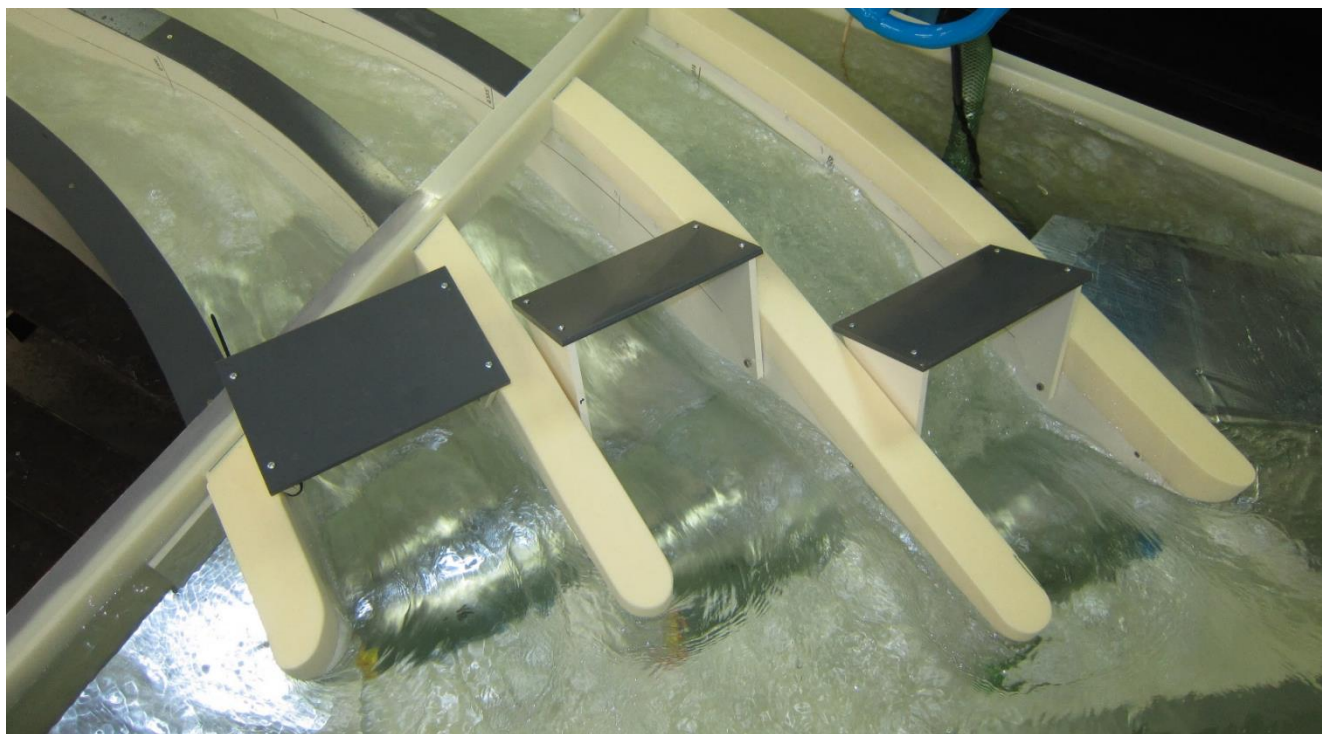


# Vodní dílo Orlík



## Fyzikální model nového bezpečnostního objektu

**Zabezpečení vodního díla před účinky velkých vod**

**Objednatel:**

**Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 3178/8, Praha 5 - Smíchov, 150 00**

**Zhotovitel:**

**Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Laboratoř vodohospodářského  
výzkumu Ústavu vodních staveb, Veveří 331/95, 602 00 Brno**

**Brno březen 2017**

## **Základní údaje o zakázce**

**Akce:** Vodní dílo Orlík - zabezpečení VD před účinky velkých vod - fyzikální model nového bezpečnostního objektu

**Stupeň:** Zpráva k výsledkům fyzikálního modelového výzkumu

**Objednatel:** Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 3178/8, Praha 5  
- Smíchov, 150 00

**Dodavatel:** Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební  
Ústav vodních staveb, Laboratoř vodohospodářského výzkumu  
Veveří 331/95 602 00 Brno

**Řešitel:** Ing. Michal Žoužela, Ph.D.

**Spoluřešitel:** prof. Ing. Jan Šulc, CSc.

**Vedoucí ústavu:** prof. Ing. Jan Šulc, CSc.

**Evidenční číslo zhotovitele:** HS 12657140L

**Evidenční číslo objednatele:** 1033/2016

**Datum:** březen 2017

**Razítko:**

## Obsah

1	Úvodní informace.....	5
2	Dispoziční a funkční řešení nového bezpečnostního objektu.....	5
2.1	Celkové koncepční řešení bezpečnostního objektu.....	5
2.2	Vtokový objekt a jeho předpolí.....	5
2.3	Skluz – krytá část .....	6
2.4	Skluz – otevřená část.....	6
3	Požadavky a návrhové parametry na nový bezpečnostní objekt .....	8
4	Požadavky na výzkumné práce a podklady .....	17
5	Fyzikální model, zkušební zařízení a modelová podobnost .....	18
5.1	Fyzikální model VD .....	18
5.1.1	Vtokový objekt a jeho předpolí .....	20
5.1.2	Krytá část skluzu .....	22
5.1.3	Otevřená část skluzu a jeho konečná část.....	22
5.2	Hydraulický okruh laboratoře a připojení modelu .....	24
5.3	Měřicí technika.....	25
5.4	Modelová podobnost .....	26
6	Postup experimentálních zkoušek .....	28
7	Výsledky experimentálních zkoušek.....	28
7.1	Stanovení Q/h charakteristiky vtokového objektu .....	29
7.1.1	Předpolí vtokového objektu.....	30
7.1.2	Variantní řešení zkapacitnění vtokového objekt .....	31
7.2	Posouzení proudových poměrů na skluzu .....	45
7.2.1	Posouzení proudových poměrů na skluzu bez stavebních úprav.....	45
7.2.2	Posouzení proudových poměrů v kryté části skluzu pro variantu V6 .....	50
7.2.3	Posouzení proudových poměrů v otevřené části skluzu pro variantu V6.....	56
7.3	Proudové poměry v koncové části skluzu .....	67
8	Závěr.....	68
9	Literatura .....	70
	Přílohy: .....	71

## Seznam symbolů a označení

$b$	šířka
$Fr$	Froudovo kritérium
$g$	tíhové zrychlení
$h$	hloubka proudu, výška přepadového paprsku, výšková odlehlost
$K$	k niveletě kolmo měřená výška stěny
$l$	délkový rozměr
$M$	měřítka délek
$n$	stupeň drsnosti dle Manninga
$Q$	průtok
$R$	poloměr
$S$	průtočná plocha, plocha rovinného řezu profilem
$u$	povrchová rychlost
$v$	rychlost
$Z$	svislá odlehlost
$\Delta$	k niveletě kolmo určená odlehlost

## Indexy

10 000	desetitisíciletý
1 000	tisíciletý
aer	aerovaný
m	model
min	minimální
s	skutečnost (dílo)

## Použité zkratky

$\boxed{1}; \boxed{2}; \boxed{3}$	číslo kanálu (vtoku)
3D	prostorový
Balt p. v.	výškový systém - Balt po vyrovnání
ČS	čerpací stanice
DN	vnitřní průměr potrubí
G	graf
L	lineární
LVV	Laboratoř vodohospodářského výzkumu
NP	nadkritické proudění
OFF	zavřeno
ON	otevřeno
P	příloha
PF <sub>m</sub>	měrný profil
PV	povodňová vlna
PVC	polyvinylchlorid
S	stávající
Sod	smlouva o dílo
T	tabulka
TBD	technicko-bezpečnostní dozor
UZV	ultrazvuk
V	varianta
VD	vodní dílo



## 1 Úvodní informace

Povodí Vltavy, státní podnik je provozovatelem vodního díla (VD) Orlík. V rámci zvýšení bezpečnosti vodního díla bylo rozhodnuto, že ke stávajícímu hrazenému korunovému přelivu bude vybudován nový na pravém břehu situovaný bezpečnostní objekt. Jedná se o bezpečnostní přeliv se třemi samostatnými vtoky, které jsou hrazeny segmentovými uzávěry. Na vtoky plynule navazují tři kryté kanály skluzu, které se následně spojují do jednoho skluzu otevřeného. Ten je zaústěn do koncového prostoru vzduť nádrže VD Kamýk.

Ve smyslu výsledků výběrového řízení, které se konalo v dubnu roku 2016, byla Laboratoř vodohospodářského výzkumu Ústavu vodních staveb Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně požádána o fyzikální modelový výzkum tohoto bezpečnostního objektu. Výzkum byl proveden v období od července 2016 do března 2017.

Pro komplexní posouzení bezpečnostního objektu byl vybudován celkový fyzikální model v měřítku délek 1:50, na němž byly realizovány rozsáhlé experimentální práce. Ty se zabývaly mimo jiné stanovením kapacity navrženého bezpečnostního objektu, posouzením a úpravou proudových poměrů v kryté a otevřené části skluzu.

Předložená zpráva shrnuje kompletní výsledky získané během experimentálních prací.

## 2 Dispoziční a funkční řešení nového bezpečnostního objektu

Následující kapitola je sestavena na základě podkladů [1], [2] zpracovaných v roce 2016 projektantem nového bezpečnostního objektu společností AQUATIS a.s.

### 2.1 Celkové koncepční řešení bezpečnostního objektu

Nový bezpečnostní objekt bude umístěn v pravobřežním předhráží před administrativní budovou VD. Jedná se o objekt tvořený třemi poli, jež jsou hrazeny segmentovými uzávěry. Na vtokový objekt navazuje skluz, který je ve své počáteční části krytý a následně otevřený až do zaústění do koncového vzduť nádrže VD Kamýk v bezprostřední blízkosti vjezdu do plavebního zařízení. Celková situace navrhovaného bezpečnostního zařízení ve vztahu ke stávajícím objektům je patrná z obr. 1, obr. 2 a obr. 3.

Základním požadavkem na návrh technického řešení je podmínka, aby povodeň PV<sub>10 000</sub> byla ztlumena a převedena vodním dílem při hladině nepřesahující úroveň 354,60 m n. m. Povodeň PV<sub>1 000</sub> má být transformována při hladině na kótě 352,69 m n. m., tj. 0,91 m pod maximální retenční hladinou a se zhruba 60 % naplněním retenčního objemu nádrže.

V následujících odstavcích bude podrobněji popsáno technické řešení jednotlivých stavebních objektů bezpečnostního zařízení. Veškeré níže uvedené rozměry a kóty (výškové úrovně hladin a konstrukcí) byly převzaty z dodané dokumentace [2]. Výškové kóty jsou dle podkladů uváděny v systému Balt po vyrovnaní (Balt p. v.).

### 2.2 Vtokový objekt a jeho předpolí

Potřebná dodatečná kapacita pro převedení kontrolní povodně je zajištěna vybudováním nového vtokového objektu v předpolí hráze na pravém břehu. Návrh situování objektu byl motivován snahou o co nejbližší polohu ke hrázi pro dosažení co možná nejkratšího odpadního kanálu (skluzu) a co možná nejlépe řešeného bezproblémového křížení s hrází. Takové místo se jeví v prostoru stávajícího podjezdu pod korunou hráze, kudy je veden příjezd k nové administrativní budově na pravém břehu.

Umístění vtoku je navrženo v ohybu stávající břehové čáry v blízkosti točny a rampy lodního výtahu pro sportovní lodě - tzv. malá plavba. Vtokový objekt je koncipován jako třípolový jezový stupeň hrazený třemi segmentovými uzávěry s šířkou 13,0 m a výškou 7,5 m. Kóta koruny všech tří vtokových prahů je shodná na úrovni 346,60 m n. m. Vnitřní předsunuté dělicí pilíře vtokového objektu mají v půdorysu kruhové zhlaví. Krajní zavazovací pilíře jsou navrženy s plavným

zavázáním. Pro potřeby tohoto fyzikálního výzkumu byly jednotlivé vtoky označeny čísly při poproudním pohledu postupně zleva značkami [1], [2] a [3]. Stejně označení je následně používáno i pro navazující kanály kryté části skluzu.

Každé pole bude hrazeno jezovým segmentovým uzávěrem shodné velikosti. Ovládání segmentů je navrženo mechanické pomocí Gallových řetězců, oboustranné se synchronizací zdvihu. Zvedací mechanismy budou umístěny v nově vybudovaných strojovnách situovaných na dělicích pilířích. Pole nového přelivu bude možné ze strany horní vody uzavřít pomocí provizorního hrazení. Pohled na vizualizaci vtokového objektu je patrný z obr. 2. Jeho základní tvary a rozměry jsou zřejmé z obr. 4, obr. 5 a obr. 6.

Předpolí vtokového objektu nebylo v rámci dokumentace [2] podrobněji řešeno a jeho provedení bylo projektantem dodáno na počátku výzkumných prací. Před všemi třemi vtoky (vtokovými prahy) bylo předpolí shodně navrženo na kótě 345,60 m n. m., tedy s výškovou odlehlostí 1,00 m od úrovně korun vtoků. Protiproudě se předpolí postupně svažuje k úrovni 344,00 m n. m. (vrstevnici) v mírně deformované ploše. K zavázání obou krajních pilířů vtokového objektu a k přechodu mezi bočním svažitým terénem a vlastní plochou předpolí byly projektantem navrženy svislé zavazovací zídky odkloněné od svislých rovin stěn krajních pilířů o 25°. Provedení předpolí vtokového objektu je patrné ze schématu na obr. 7.

### **2.3 Skluz – krytá část**

Skluz je v úvodní části své trasy navržen jako krytý, uložený pod úrovní současné provozní plochy před hrází a administrativní budovou. Profil skluzu sestává ze tří obdélníkových profilů v prizmatické části o světlosti (9,00 x 9,00) m s tím, že v rozích jsou navržena zkosení pro zajištění prostoru pro armovací výztuž. Tato zkosení jsou tvořena v řezu pravoúhlým trojúhelníkem s délkou odvěsen 0,75 m. Uspořádání je patrné z obr. 8 a obr. 11.

Niveleta dna skluzu začíná bezprostředně za vtokovým prahem na kótě 345,58 m n. m. (tato kóta platí pro všechny tři vtoky) a má podélný sklon 5,0 %, resp. 1,0%. 5,0 % podélný sklon platí pouze pro prostřední kanál [2] skluzu. V krajních kanálech jsou vzhledem k jejich odlišným délkám sklony jiné. V kanále [1] je navržen sklon 5,4 %, v kanále [3] je sklon na hodnotě 4,0 %. Uvedené sklony korespondují s půdorysným zakřivením všech tří kanálů, které je patrné z obr. 3 a obr. 6. V místě, kde přechází půdorysně konfuzorově realizované oblouky (přechod z šířky 13,00 m na 9,00 m) do prizmatické zakryté části skluzu, dochází ve všech kanálech ke změně sklonu na výše uvedenou hodnotu 1,0 %. Všechny tři kanály jsou zaústěny do otevřené části skluzu na identické kótě 342,15 m n. m. Přesné tvarové a rozměrové uspořádání zakřivené kryté části skluzu zde blíže nepopisujeme. Podrobnější specifikace je součástí podkladů [2]. Strop kryté části skluzu po celé jeho délce je veden paralelně s niveletou dna ve výškové odlehlosti 9,00 m.

Vnitřní podélné stěny kryté části skluzu jsou při vyústění na jeho otevřenou část ukončeny kružnicově tvarovaným zhlavím, jež je patrné z obr. 8, resp. obr. 9.

### **2.4 Skluz – otevřená část**

Přechod z kryté části skluzu do jeho otevřené části nastává ve staničení 230,78 m. V poproudním směru následuje vertikální kružnicový oblouk, pomocí něhož se přejde do sklonu skluzu 40 %, v dolním úseku je zajištěn kružnicovým obloukem přechod do sklonu 1%. Podélný profil otevřené části skluzu je zřejmý z obr. 10. Návrhovým průtokem skluzu je průtok  $Q_{1000} = 1410 \text{ m}^3/\text{s}$ . Prizmatická část skluzu je navržena jako betonový obdélníkový profil šířky 16,00 m se svislou výškou stěn 6,00 m a je zapuštěný zhruba do poloviny své hloubky pod úroveň terénu, viz obr. 12. Za přechodem mezi krytou a otevřenou částí je navržen konvergenční úsek skluzu, kde je průtok ze všech tří krytých sekcí koncentrován a spojen do jediného otevřeného profilu. Vyústění skluzu do nádrže VD Kamýk je navrženo ve formě tzv. „lyžařského můstku“ bez dalších tvarových úprav dna. Hrana konce skluzu představuje staničení 0,00 m.

Přesné geometrické rozměry skluzu jsou patrné z obr. 3 až obr. 10 a tabelárních příloh P2 na konci zprávy. Měřítko výkresů uvedených u některých obrázků nejsou platná.



**Obr. 1 Celkový pohled na koncepční řešení bezpečnostního objektu [2]**



**Obr. 2 Vtokový objekt hrazený třemi segmentovými uzávěry [2]**

### 3 Požadavky a návrhové parametry na nový bezpečnostní objekt

Z [2] vyplývají následující požadavky na nový bezpečnostní objekt. Řešením by mělo být docíleno:

- převedení povodně  $Q_{1\,000}$  při současné maximální hladině retenčního prostoru v úrovni 353,60 m n. m.;
- převedení povodně  $Q_{10\,000}$  při redukované mezní bezpečné hladině v úrovni 354,60 m n. m. (v rámci zadání se neuvažuje s mobilním hrazením na betonových platech hráze z důvodu vyšší provozní spolehlivosti).

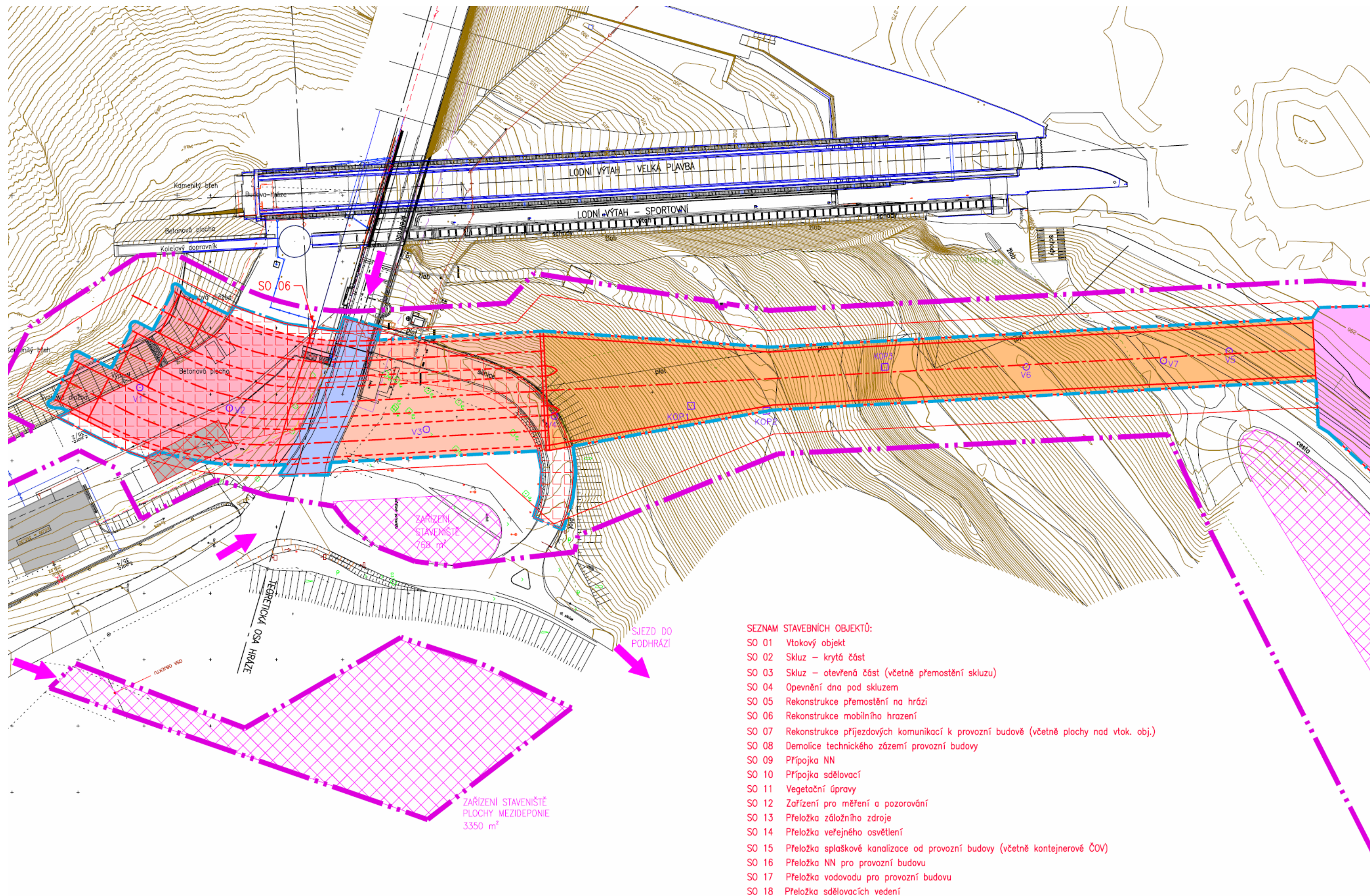
Z provedených vodohospodářských výpočtů, které zahrnovaly řešení transformace povodňových vln s periodicitou opakování 0,001, resp. 0,0001, tak vyplynuly požadavky na kapacitu nového bezpečnostního objektu při jednoznačně výše uvedených a definovaných úrovních hladin v nádrži VD Orlík. Současně byly stanoveny i odpovídající úrovně hladin dolní vody v prostoru koncového vzduť VD Kamýk.

Příslušné parametry jsou uvedeny v tab. 1. Tyto parametry byly taktéž rozhodující pro návrh rozměrů fyzikálního modelu. V tabulce jsou taktéž doplněny požadované výšky přepadového paprsku vztažené k úrovním vtokových prahů pro oba návrhové průtoky.

Tab. 1 Základní návrhové parametry nového bezpečnostního zařízení VD Orlík

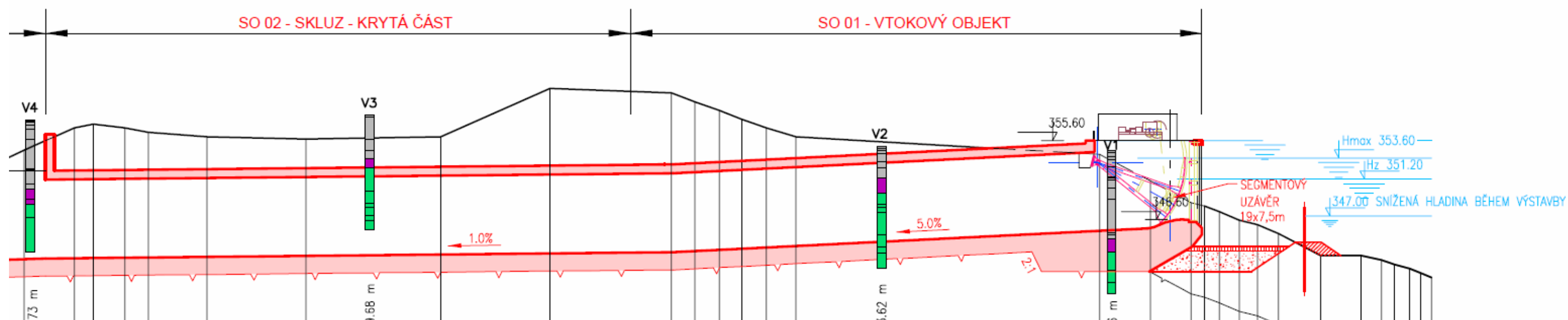
Úroveň hladiny VD Orlík	Požadovaná výška přepadového paprsku při úrovni koruny vtokových prahů 346,60 m n. m.	Úroveň hladiny VD Kamýk	Průtok
[m n. m.]	[m]	[m n. m.]	[m <sup>3</sup> /s]
353,60	$h_{1\,000} = 7,00$	289,20	$Q_{1\,000} = 1411$
354,60	$h_{10\,000} = 8,00$	291,25	$Q_{10\,000} = 1766$



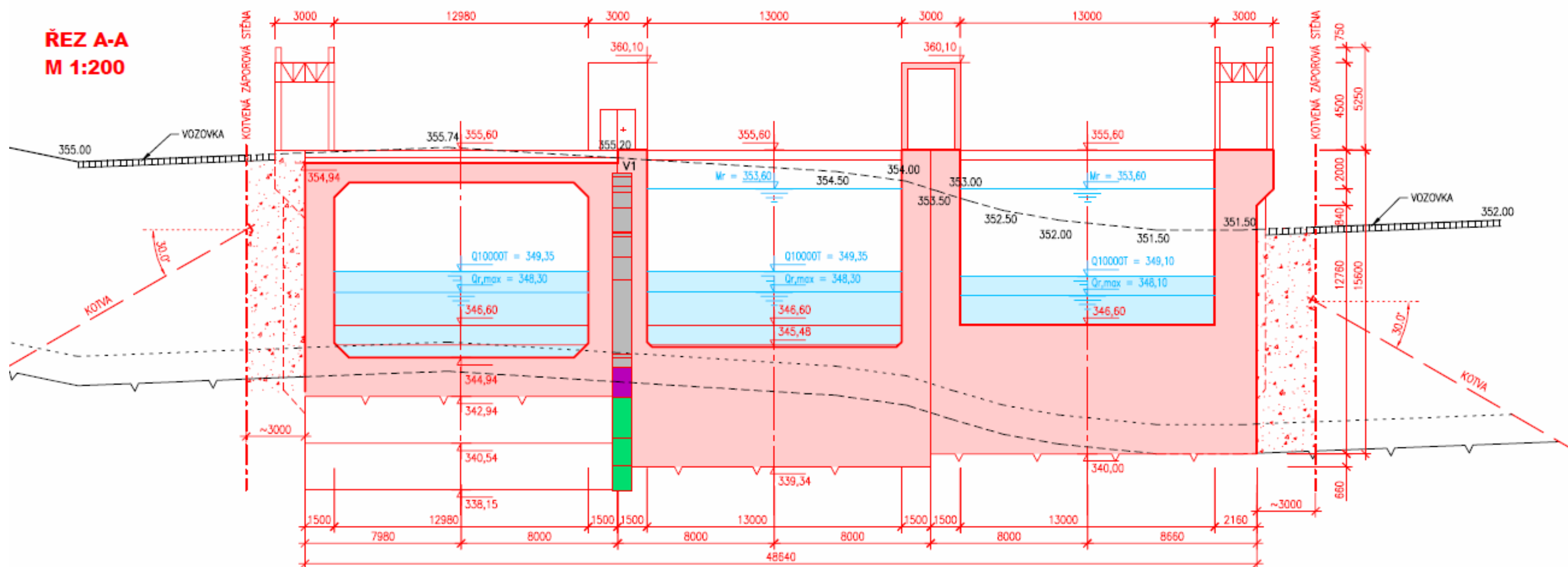


Obr. 3 Situace navrhovaného bezpečnostního objektu dle [2]

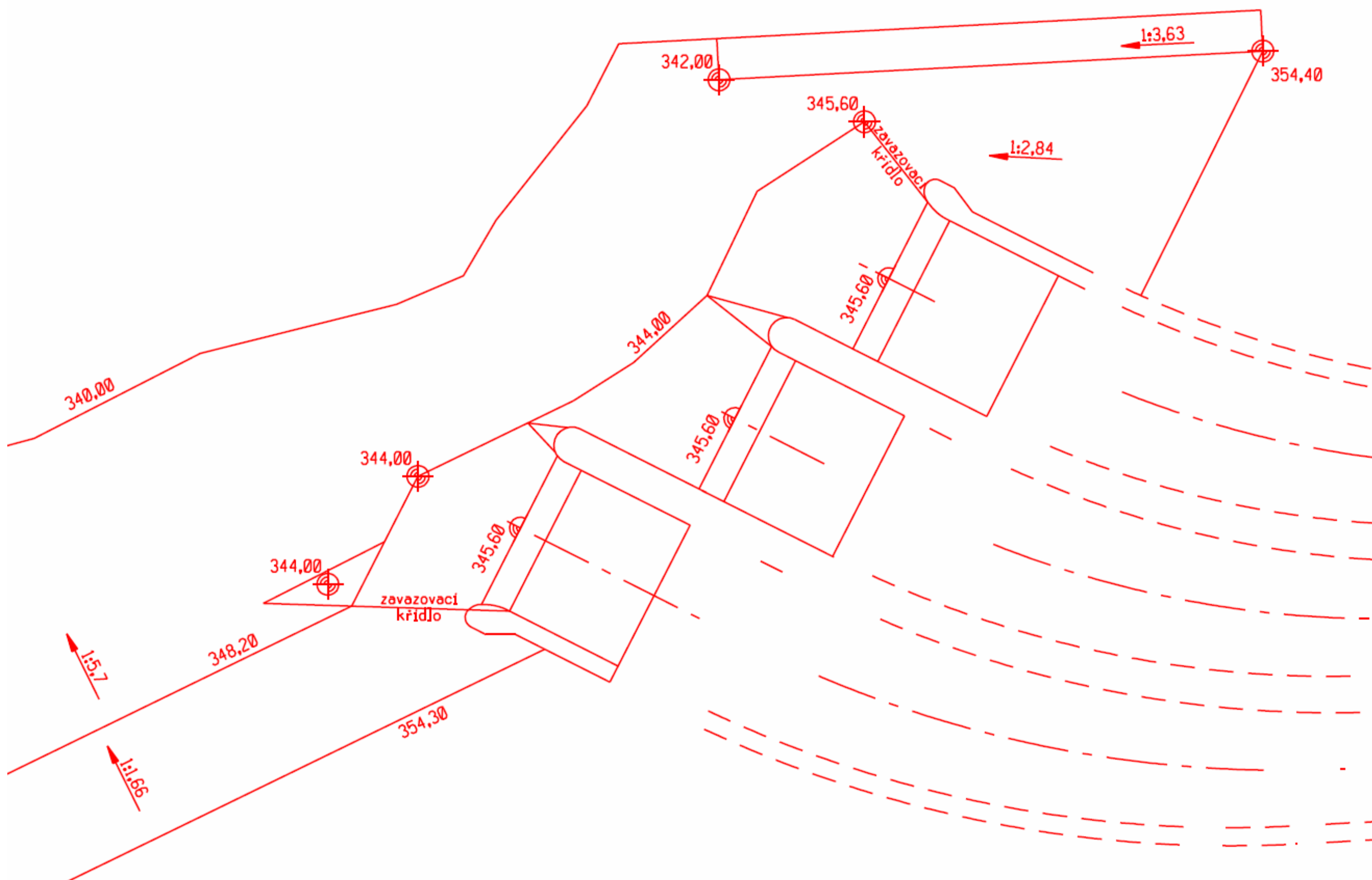




Obr. 4 Podélný profil vtokového objektu a kryté části skluzu vedený středním kanálem [2] [2]

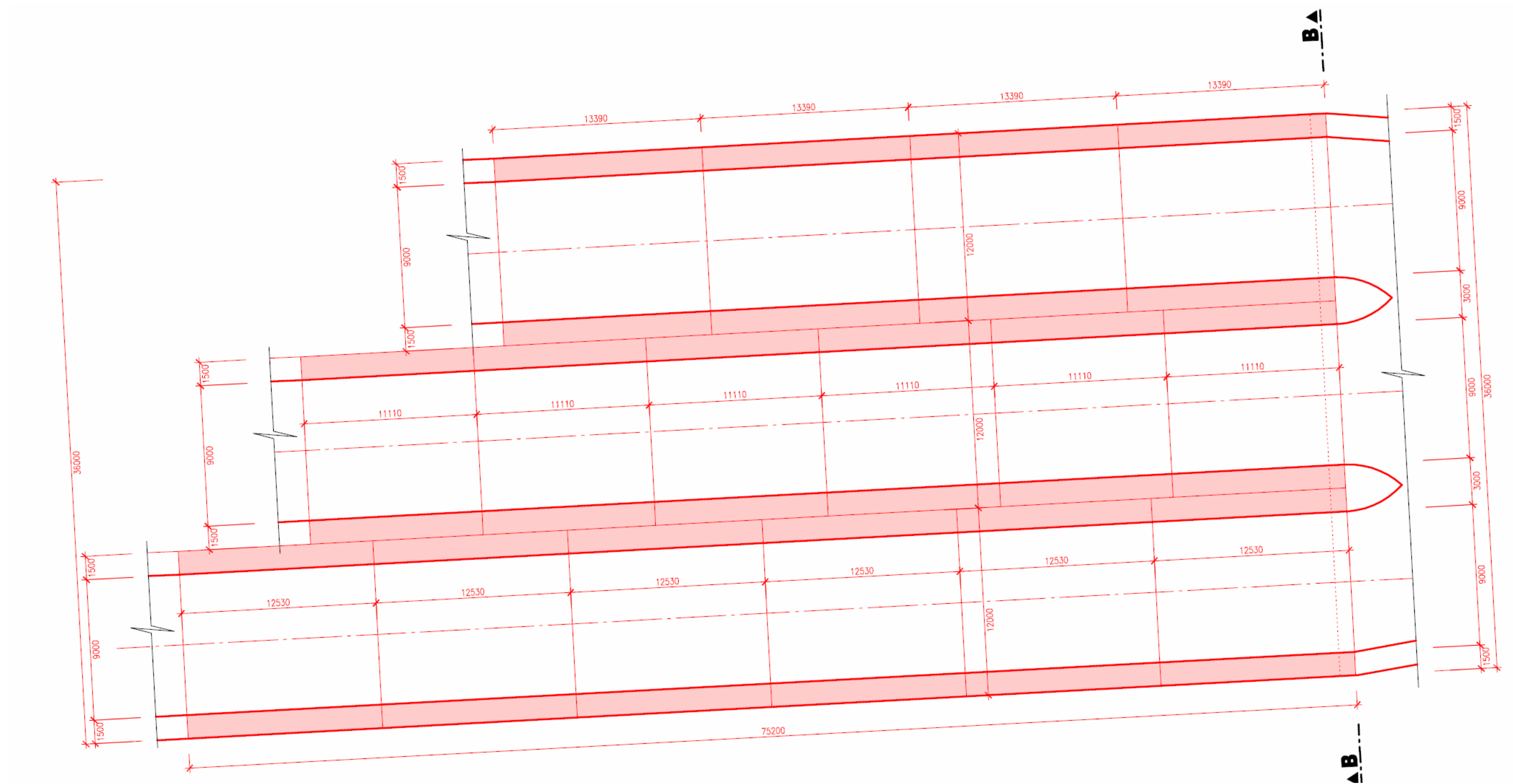






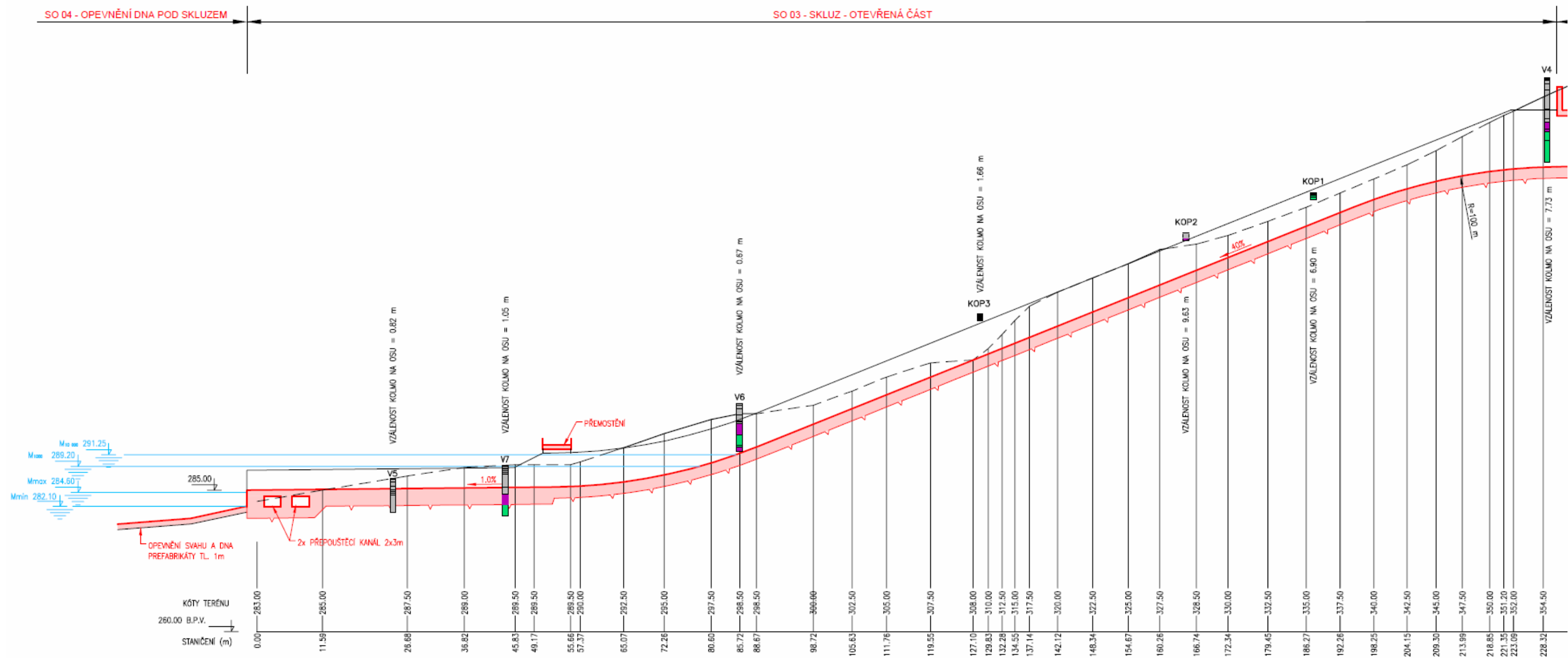
Obr. 7 Půdorys uspořádání předpolí vtokového objektu





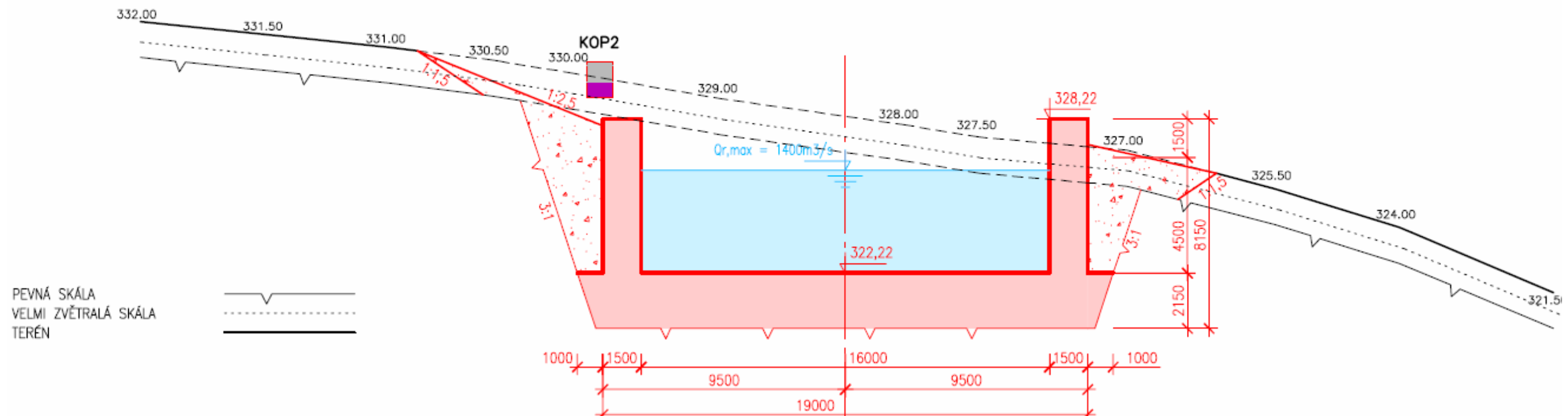
Obr. 8 Půdorys prizmatických kanálů kryté části skluzu [2]





Obr. 10 Podélný řez otevřenou částí skluzu [2]

**ŘEZ C-C**  
**M 1:200**



Strana 16 z 72

## 4 Požadavky na výzkumné práce a podklady

Na základě výběrového řízení byla v průběhu června a července 2016 mezi objednatelem a zhotovitelem podepsána Smlouva o Dílo (SoD). Smlouva je ze strany objednatele označena 1033/2016, ze strany zhotovitele HS12657140L. V průběhu řešení byl dále v únoru 2017 podepsán dodatek č.1 k této smlouvě, který zohlednil dodatečné náklady v návaznosti na výsledky experimentálních prací provedených zhotovitelem.

Ve smyslu SoD byly práce rozděleny do dvou etap. První etapa, která trvala celkem 4 měsíce, byla zaměřena na stavbu fyzikálního modelu. Etapa druhá se věnovala experimentálním pracím. Vzhledem ke skutečnostem, které budou dále ve zprávě popsány, byla doba řešení druhé etapy prodloužena ze 4 měsíců na 5,5 měsíce.

Předmět požadovaných prací je součástí výše uvedené SoD a v následujícím přehledu je v redukovaném a upraveném rozsahu uveden. Pro přehlednost je text psán kurzívou.

*Předmětem SoD je stavba fyzikálního modelu nového bezpečnostního přelivu na vodním díle Orlík dle návrhu jeho konstrukce v rámci akce VD Orlík – zabezpečení před účinky velkých vod, a to na základě studie proveditelnosti zpracované firmou Pöyry Environment, a.s. (AQUATIS a.s.) a to konkrétně varianty B – Nový přeliv mimo hráz, hrazený, se skluzem a dále na základě dokumentace pro územní rozhodnutí stavby.*

*Požadované měřítko fyzikálního modelu bude v rozmezí 1:40 – 1:60.*

*Fyzikální model bude obsahovat veškeré konstrukce nově navrženého bezpečnostního přelivu, vtokový objekt, objekt spadiště, skluz vč. odrazného prvku v dolní vodě.*

*Model bude testován při dodržení okrajových podmínek daných konzumpčními křivkami horní a dolní vody uvedenými v dodaných podkladech, přičemž bude zavedeno zjednodušení, že horní i dolní voda je bez průtoku.*

*Po dokončení plnění bude zajištěno, že fyzikální model bude zhotovitelem deponován na jeho pracovišti po dobu nejméně 6 měsíců pro možnost dalších úprav a testování zadanych dodatečně objednatelem.*

*Součástí plnění jsou veškeré nutné práce a dodávky potřebné ke splnění předmětu této smlouvy, v rámci modelu budou zkoumány zejména tyto oblasti.*

- *Potvrzení návrhové kapacity nového přelivu (tzn. převedení návrhového průtoku při návrhové hladině při otevření všech uzávěrů).*
- *V případě potvrzení nesouladu rozměrů konstrukcí s požadavkem na převedení návrhového průtoku bude provedena optimalizace rozměrů konstrukcí nového bezpečnostního přelivu (zvětšení, zmenšení).*
- *V rámci modelových prací budou sledovány případné nepříznivé hydrodynamické jevy (úplavy, příčná vlnění) a v případě jejich výskytu bude provedena úprava konstrukcí vedoucí k jejich omezení či eliminaci.*
- *V rámci modelových prací bude pořizována průběžná fotodokumentace případně videozáznam.*
- *V rámci modelových prací budou zpracovatelem modelu zorganizovány min. 3 výrobní výbory (kontrolní dny) v laboratořích zpracovatele a za účasti objednatele a dalších objednatelem přizvaných osob (provozovatel, projektant, TBD, apod.).*

V rámci řešení byly zhotovitelem zorganizovány celkem čtyři výrobní výbory, jejichž zápisy jsou součástí této zprávy. Těchto výborů se vždy účastnili zástupci objednatele, zhotovitele a projektanta.

V průběhu období během podpisu SoD bylo svoláno vstupní jednání, na kterém byly za účasti objednatele projektantem předány v tištěné a digitální formě zhotoviteli podklady [1] a [2], které sloužily jako hlavní, jediné a výchozí podklady pro stavbu modelu a navazující experimentální práce.

V průběhu řešení byly na základě zápisů z výrobních výborů či emailovou korespondencí poskytovány dodatečné informace a podklady mezi zhotovitelem a projektantem, a to vždy za souhlasu objednatele.

Průběh prací mezi jednotlivými výrobními výbory vždy reagoval na změny a doporučení, které byly na příslušných výrobních výborech zúčastněnými přijaty.

Tato zpráva byla vyhotovena v šesti tištěných originálech a v digitální formě předána na USB flash disku objednateli. Součástí předaných dat je i fotodokumentace z provedených experimentálních prací.

## **5 Fyzikální model, zkušební zařízení a modelová podobnost**

V následujících kapitolách bude postupně popsán rozsah fyzikálního modelu a jeho napojení na hydraulický okruh laboratoře. Součástí kapitoly je i přehled použité měřicí techniky. Závěrem kapitoly je uveden vybraný přehled nejdůležitějších mezních podmínek mechanické podobnosti definujících limity pro přepočty na dílo na modelu sledovaných jevů.

### **5.1 Fyzikální model VD**

Fyzikální model (dále jen model) celého bezpečnostního objektu byl vybudován v modelovém délkovém měřítku 1:50 ( $M = 50$ ). Toto měřítko vyplynulo z rozborů požadavků na rozsah experimentálních prací, mezních podmínek mechanické podobnosti pozorovaných jevů a v úzké vazbě na prostorové a kapacitní (průtokové) možnosti laboratorního okruhu. Model je instalován v prostoru jednoho z hydraulických okruhů zhotovitele s označením B112. Stručný popis hydraulického okruhu je uveden v následující kapitole.

V rámci modelových prací byl zbudován celý model bezpečnostního objektu. V poproudním směru – předpolí vtokového objektu – vtokový objekt – navazující krytý úsek skluzu – otevřený úsek skluzu – konec skluzu s výústěním do nádrže simulující koncové vzduť VD Kamýk. Celkový pohled na instalaci v laboratoři B112 a uspořádání modelu je zobrazeno na obr. 13 a obr. 14.

Pro všechny části modelu byly použity desky z tvrzeného PVC v tloušťkách 3 mm, 5 mm a 10 mm v barvách bílé nebo šedé. Nosné části modelu a odpadní nádrž byly zhotoveny z konstrukční vodovzdorné překližky tloušťky 18 mm. Tvarově složitější prvky byly vyhotoveny z extrudovaného polystyrénu XPS. Pro některé části modelu byl v rámci úprav použit i hliníkový případně pozinkovaný plech. Pro popis a označování pozorovaných jevů na modelu byly použity permanentní fixy různých barev. Spojování prvků modelu bylo realizováno lepením či šroubovými spoji. Těsnění bylo zajištěno silikonovými a polyuretanovými tmely příslušných vlastností a barev.

Veškeré tvary a rozměry modelu odpovídají parametrům zmenšeným v měřítku délek  $M = 50$  popsanych v kapitole 2 zprávy. V rámci experimentálních prací probíhaly na modelu úpravy a změny rozměrů či tvarů, tyto změny jsou uvedeny v příslušných kapitolách souvisejících s předmětnými pracemi.

Jednotlivé části modelu ve stavu bezprostředně po jeho výstavbě budou popsány v následujících kapitolách.





**Obr. 13 Poproudňí pohled na model VD Orlík, přítoková nádrž**



**Obr. 14 Protiproudňí pohled na model VD Orlík, v popředí zakrytá odtoková nádrž pro eliminaci výstřiků**

### 5.1.1 Vtokový objekt a jeho předpolí

Vtokový objekt bezpečnostního zařízení je instalován v polypropylenové uklidňovací nádrži s půdorysnými rozměry (2,00 x 2,00) m a s konstrukční výškou 0,85 m. Tato vodotěsná nádrž je připojena na hydraulický okruh potrubím DN 250. Nádrž je instalována na ocelové nosné konstrukci v úrovni, která s dostatečnou rezervou pokrývá potřebný výškový rozsah modelu.

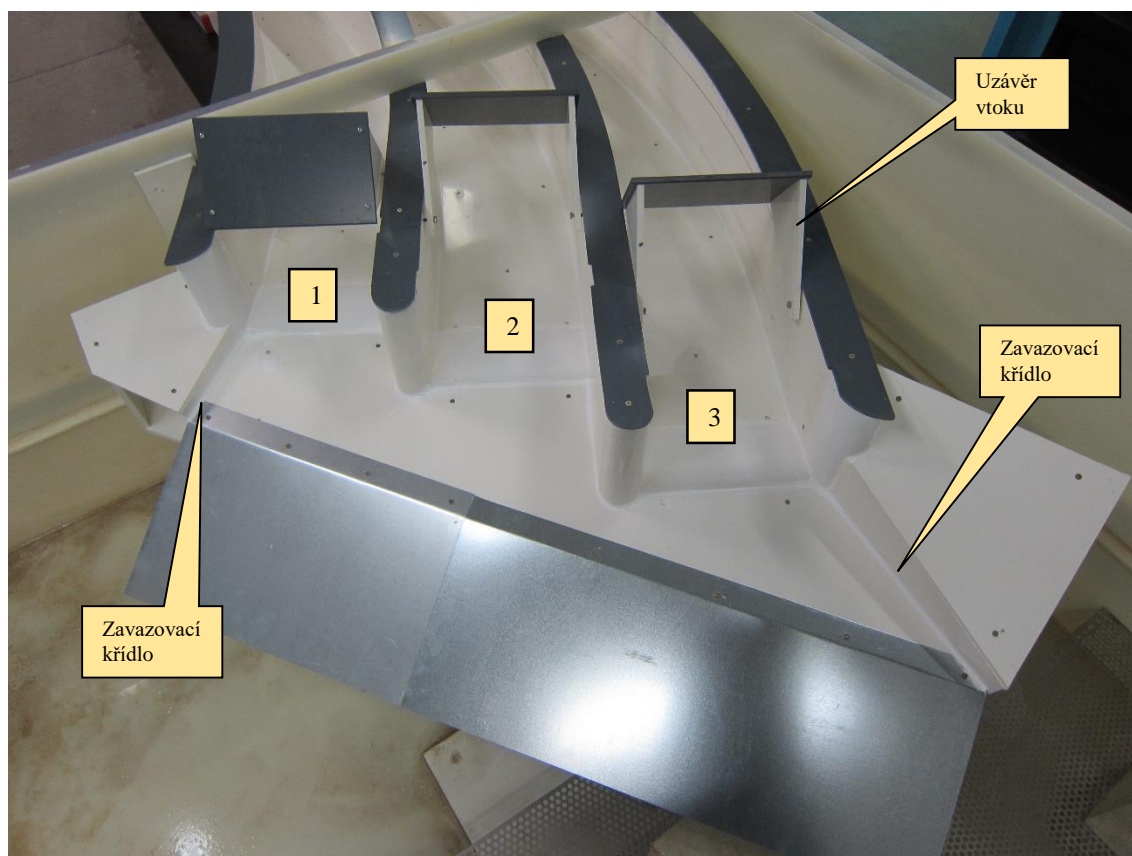
Pro uklidnění proudu na přítoku do nádrže je bezprostředně za výtokem z potrubí instalován rozržeč. Pro následné zklidnění přítokových poměrů před vtokovým objektem jsou ve výšce 0,33 m nade dnem nádrže instalovány s různou mírou perforované nerezové plechy. Ty zajistily dostatečné zklidnění proudu a současně velmi dobrou shodu s prouděním, jež bylo předpokládáno v rámci řešení 3D matematického modelu popsaného v dodané dokumentaci [1]. Bližší informace jsou uvedeny v kapitole 7.1.1. Poloha a uspořádání perforovaných plechů před nátokem do vtokového objektu je zřejmá z obr. 15.

Vlastní vtokový objekt a jeho předpolí i s popisem jeho nejdůležitějších prvků jsou zobrazeny na obr. 15 a obr. 16. Objekty byly vyhotoveny přesně podle dokumentace [2]. Jisté zjednodušení bylo realizováno v oblasti segmentových uzávěrů. Vzhledem k tomu, že ty sloužily pouze pro úplné uzavření či otevření průtoku jednotlivými vtoky, byl jejich tvar výrazně zjednodušen.

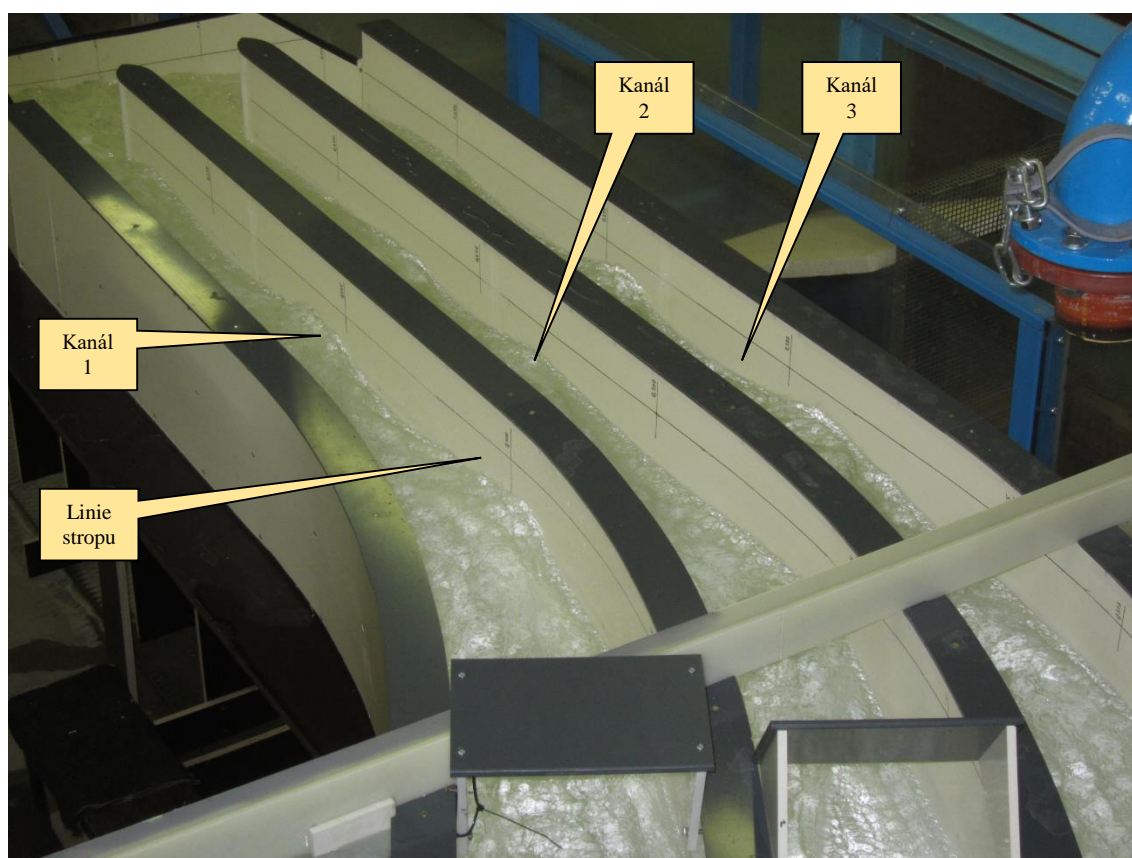


Obr. 15 Uspořádání perforovaných plechů nade dnem uklidňovací nádrže





Obr. 16 Popravní pohled na vtokový objekt s jeho předpolím



Obr. 17 Popravní pohled na krytou část skluzu

### **5.1.2 Krytá část skluzu**

Na obr. 17 je zobrazena krytá část skluzu bezprostředně navazující na vtokový objekt. Aby bylo možné pozorovat hladinové poměry a charakter proudu v jednotlivých kanálech, nebyl objekt shora zakryt a současně byly stěny dostatečně převýšeny. Toto řešení se vzhledem k výsledkům experimentálních prací ukázalo jako velmi výhodné. Linie stropu v jednotlivých kanálech byla na stěnách zobrazena permanentním fixem a je viditelná i na uvedeném obrázku. Ve všech třech kanálech je současně po 25 m vyznačeno i jejich příslušné staničení. To je pro každý kanál vzhledem k rozdílným délkám vztažených k jejich půdorysným osám rozdílné a je uvedeno v příloze P2.

Pilíře jednotlivých kanálů byly shora pro zvýraznění jejich linií zakryty PVC pásem šedé barvy.

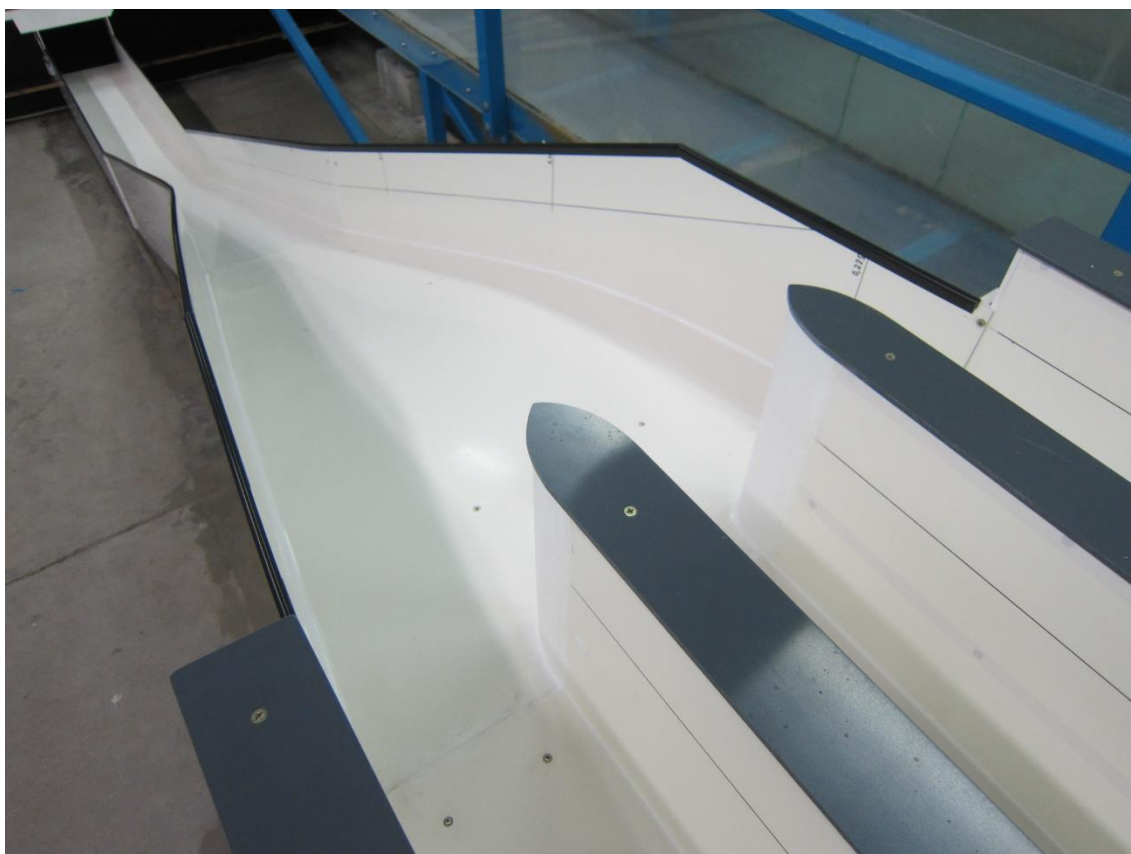
### **5.1.3 Otevřená část skluzu a jeho konečná část**

Popravní pohled na odkrytou část skluzu je patrný z obr. 18. Svislé stěny skluzu jsou pro umožnění zaměření výstupu proudu převýšeny. Linie navržených úrovní stěn skluzu projektantem jsou společně se staničením zobrazeny permanentním fixem. V popředí obr. 18 jsou vidět i zhlaví středních pilířů navržené z kružnicových oblouků. V dolní části skluzu je dle [2] navrženo přemostění, to nebylo modelováno, pouze na proniku se stěnami skluzu byly vyznačeny jeho linie.

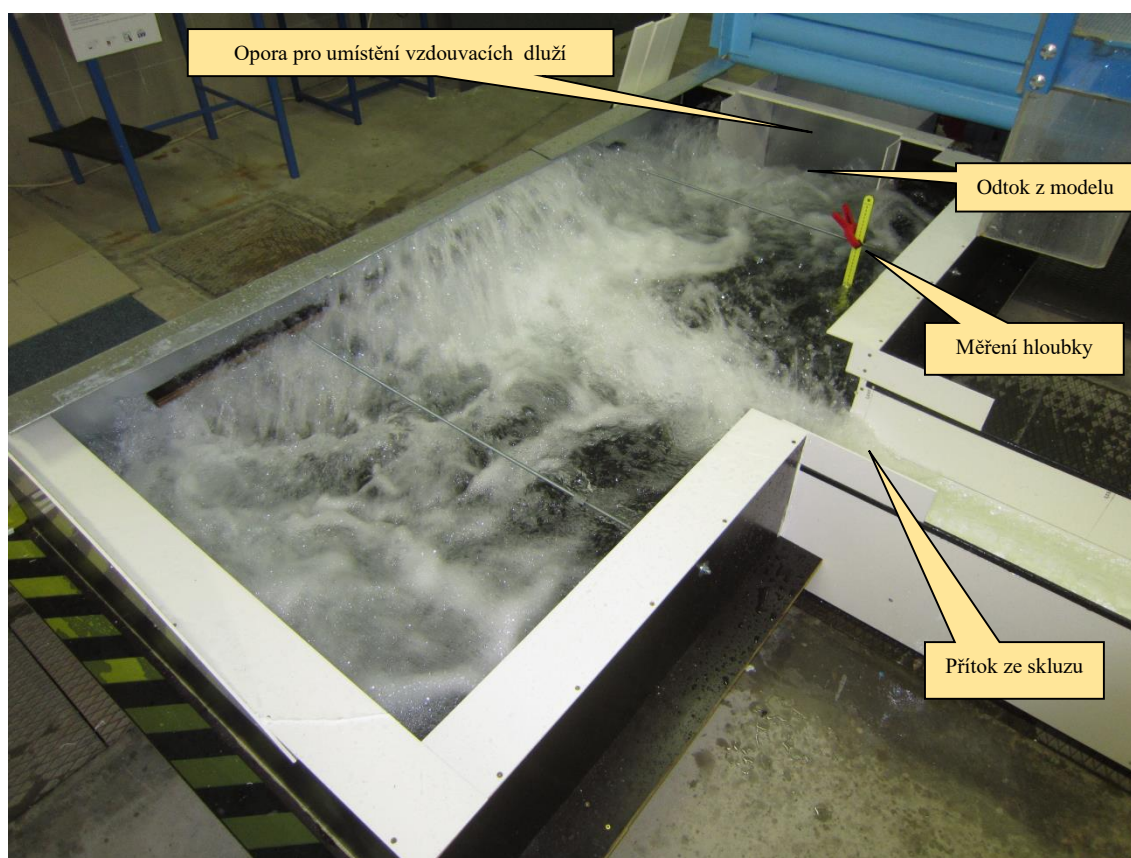
Skluz je ukončen „lyžařským můstkem“ a zaústěn do prostoru koncového vzdutí VD Kamýk. Ve smyslu smlouvy a předmětných jednání nebylo součástí experimentálních prací posouzení proudových poměrů realizujících se v prostoru dolní vody. Nebylo tedy nutné podrobně geometricky modelovat navazující úsek za skluzem, pouze bylo třeba zajistit možnost nastavení očekávaných hloubek vody ve smyslu tab. 1 zprávy a současně zajistit připojení modelu (odtok) k hydraulickému okruhu laboratoře. Pro tyto účely tedy byla zřízena nádrž o půdorysných rozměrech (2,50 x 1,25) m, která uvedené požadavky bezpečně zajistila.

Vzhledem k extrémním rychlostem dosahovaným na konci modelu skluzu však docházelo k výrazným výstřikům vody mimo tuto nádrž. Během experimentálních prací tak byla po většinu doby zakryta.

Simulace úrovně hladiny v odpadní nádrži byla prováděna za pomoci vzdouvacích dlužů umístovaných do odtokového výřezu ve stěně nádrže.



Obr. 18 Popravní pohled na otevřenou část skluzu

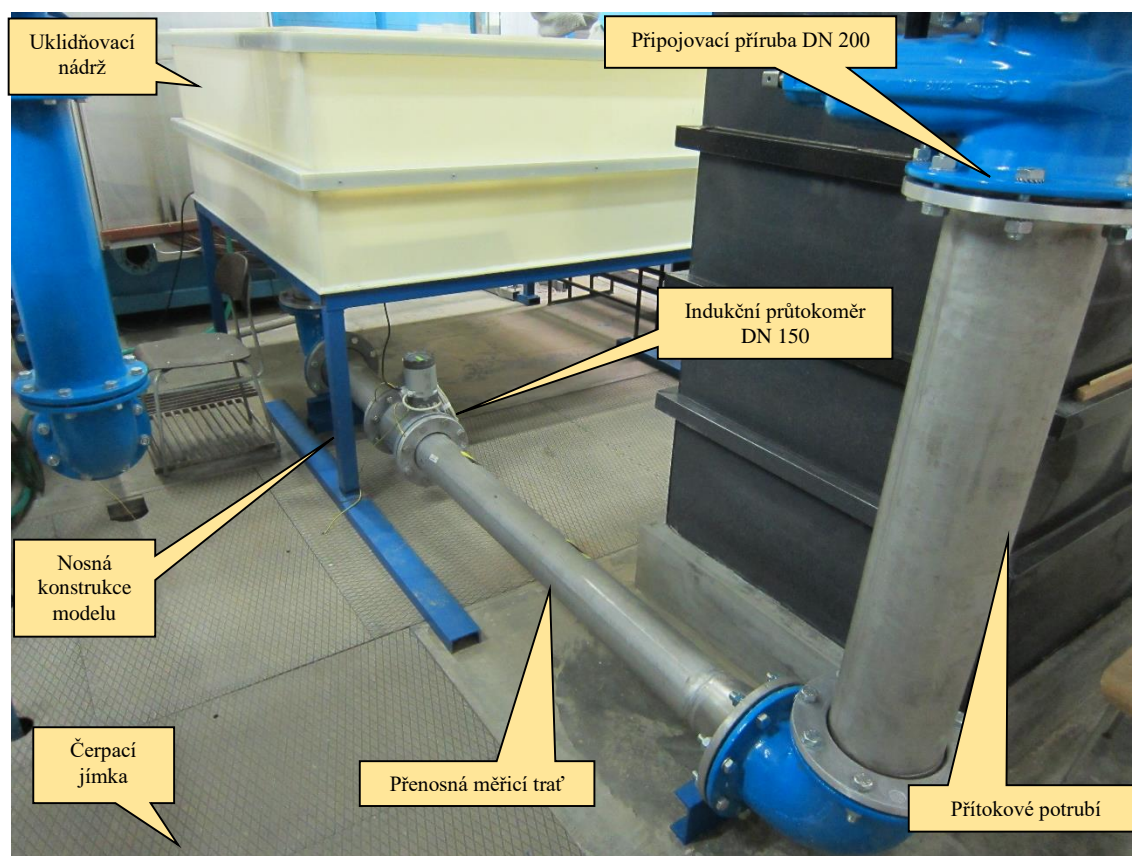


Obr. 19 Pohled na odtokovou nádrž při průtoku  $Q_{10\,000}$



## 5.2 Hydraulický okruh laboratoře a připojení modelu

Hydraulický okruh je situován ve dvorním traktu budovy B areálu fakulty. Okruh je založen na cirkulačním principu. Pomocí čtyř čerpadel je voda z podzemní zásobní akumulární nádrže objemu 30 m<sup>3</sup> čerpána ocelolitinovým potrubím do různých měrných tratí laboratoře. Na jednu z těchto tratí, která je určena pro volně stojící modely, je napojen i předmětný model VD. Čerpací stanice hydraulického okruhu je vybavena celkem čtyřmi ponornými čerpadly značky Zenit odstředivého typu. Dvě čerpadla jsou „malá“ o kapacitě 2 x 12 l/s a dvě „velká“ s kapacitou 2 x 85 l/s. Bylo tedy bez větších problémů možné zcela pokrýt požadovanou průtočnou kapacitu modelu. Maximální průtok  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  na modelu činil 99,9 l/s.



Obr. 20 Připojení modelu k hydraulickému okruhu laboratoře

Elektro-technologická část ČS hydraulického okruhu je řešena velmi podobným způsobem jako jiné hydraulické okruhy laboratoře ústavu. Veškeré elektro prvky jsou instalovány ve skříňovém rozvaděči patrném na obr. 21, v němž jsou umístěny i dva měniče frekvence a řídicí systém, který je v tomto případě integrován do 6" vizualizačního dotykového panelu firmy B&R, jehož plocha je zobrazitelná i na vzdáleném počítači.

Čerpadla jsou ovládána dvěma měniči frekvence tak, aby bylo možné pokrýt celý rozsah požadavků na průtok. Prvotním výběrem jednoho malého, resp. jednoho velkého čerpadla, která jsou ovládána přes měnič frekvence, je možné dosáhnout možných provozních kombinací. Dvě zbývající (nevybraná) čerpadla jsou pak provozována „na přímo“.

Model vodního díla byl k přírubě čerpací stanice hydraulického okruhu připojen pomocí tvarovek a nerezového potrubí, které bylo vyrobeno přesně na míru. Mezi připojovací přírubu a model VD byla instalována i přenosná měřicí trať s integrovaným průtokoměrem DN 150. Připojení je zřejmé z obr. 20. Odtok z modelu byl realizován výřezem v odpadní nádrži tak, jak bylo znázorněno na obr. 19.

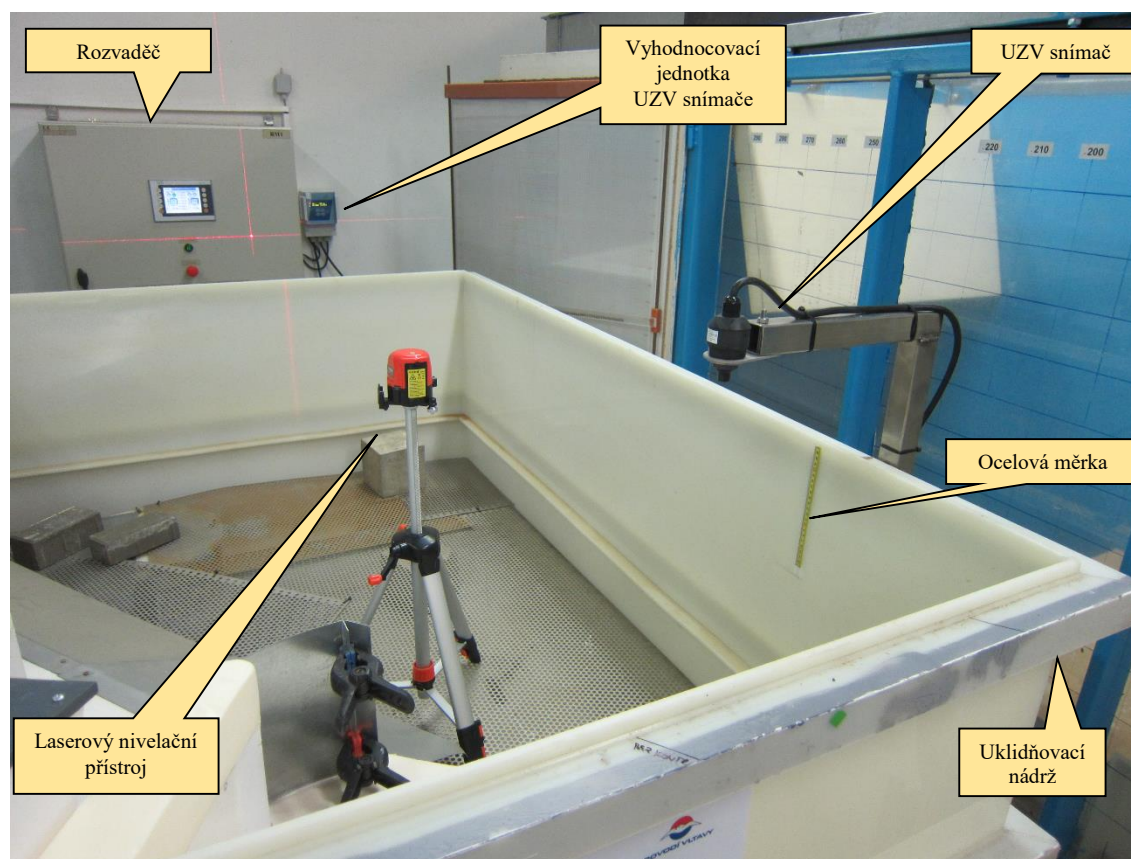
### 5.3 Měřicí technika

Při experimentálních pracích byla měřena řada veličin stěžejních pro popis sledovaných jevů. Použitá měřidla jsou zobrazena na obr. 20, obr. 21 a obr. 22.

Pro měření průtoku na přítoku do uklidňovací nádrže byl použit magneticko-indukční průtokoměr ELA-MQU Smart DN 150, který byl integrovaný v přenosné měřicí trati. Průtokoměr 2. třídy přesnosti byl před započítím výzkumných prací metrologicky navázán kalibrací v Autorizovaném metrologickém středisku v rozsahu průtoků od (5,0 – 150) l/s, což bezpečně pokrývá celé variační rozpětí průtoků sledované v rámci experimentálních prací. Přesnost odečtu průtoku na zobrazovacím zařízení průtokoměru byla v desetinách l/s. Nejistota ve stanovení průtoku na hladině spolehlivosti 95 % je menší než 1,5 %.

Pro měření úrovně hladiny v uklidňovací nádrži protiproudě před vtokovým objektem byl použit ultrazvukový (UZV) snímač ADU 1 propojený s vyhodnocovací jednotkou ELA MHU-99S. Rozlišovací schopnost předmětné sestavy je 0,2 mm s tím, že přesnost v rozsahu měřeném na modelu dosahovala hodnoty lepší než 1,0 mm. Nastavení a pravidelná kontrola hodnoty vykazované UZV snímačem byla prováděna hladinoměrným hrotovým měřidlem. Pro rychlou kontrolu byla na stěně uklidňovací nádrže trvale instalována ocelová měrka.

Veškeré výškové odlehlosti v rámci výzkumných prací byly měřeny laserovým rotačním nivelačním přístrojem.



Obr. 21 Pohled na UZV snímač s vyhodnocovací jednotkou, laserový nivelační přístroj a skříňový rozvaděč

Pro měření hloubky proudu v jednotlivých kanálech kryté a otevřené části skluzu byly použity tenké žlutě eloxované ocelové měrky v délkách 300 mm a 500 mm. V obou případech umožňovaly přesnost odečtu 0,5 mm. Vzhledem k charakteru hladiny bystrinného proudu byl však odečet realizován s dostatečnou přesností 1 mm.



Během experimentálních prací byla pořizována fotodokumentace a krátké video sekvence. Vybraná data jsou součástí předávané dokumentace. Kompletní záznamy jsou uloženy u zhotovitele.



Obr. 22 Ocelová měrka použitá pro měření hloubky proudu

#### 5.4 Modelová podobnost

Pokud na objektu i jeho modelu ovlivňují proudění převážně síly tíže, platí pro vzájemný přepočít jevů Froudovo kritérium modelové podobnosti:

$$Fr = \frac{v^2}{g \cdot l}, \quad (5.1)$$

kde  $v$  je průřezová rychlost proudu,  $g$  gravitační zrychlení a  $l$  charakteristický délkový rozměr.

Hodnota Froudova kriteria musí být pro pozorovaný jev na modelu i díle shodná. Pro přepočít následujících veličin platí:

$$l_s = l_m \cdot M, \quad (5.2)$$

$$v_s = v_m \cdot M^{0,5}, \quad (5.3)$$

$$Q_s = Q_m \cdot M^{2,5}, \quad (5.4)$$

kde indexy  $s$  jsou vztaženy na skutečnost (dílo) a indexy  $m$  platí pro model. Pro délkové měřítko předmětného modelu  $M = 50$  lze uvedené vztahy vystihnout následujícími rovnicemi:

$$l_s = l_m \cdot 50, \quad (5.5)$$

$$v_s = 5\sqrt{2} \cdot v_m, \quad (5.6)$$

$$Q_s = 17677,7 \cdot Q_m. \quad (5.7)$$

Pokud je proudový jev ovlivněn více druhy sil (gravitační, viskozita, povrchové napětí, ...) současně, nelze přepočít uvažující dominantní působení pouze jedné z nich korektně použít. Proto musíme brát u zmenšování modelovaných jevů v úvahu omezující podmínky, ohraničující zdola platnost použitého kritéria. Pro Froudovo kritérium platí při modelování proudových jevů se spolupůsobením kapilárních sil vyvolávajících povrchové napětí i sil viskozity nutnost dodržení následujících spodních mezních hodnot.

Přepadová výška paprsku na ostrohranném přelivu modelu dle [3] musí být  $h_{\min} \geq 60$  mm. Za těchto podmínek se naměřený tvar paprsku vytékajícího do atmosférického prostředí dá bezpečně extrapolovat. V případě proudnicových přelivných ploch, které jsou na vtokovém objektu VD Orlík navrženy, lze vycházet z podkladů [8], které potvrdily možnost extrapolace výsledků přepadového součinitele již od přepadových výšek 20 mm. S rezervou lze tedy bezpečně uvažovat, že přepadové výšky vyšší než 30 mm, získané z experimentálních měření lze po přepočtu na dílo považovat za korektní. Prakticky tyto hodnoty odpovídají ve smyslu rovnice (5.5) výšce přepadového paprsku na díle 1,50 m. Měření na modelu byla prováděna s ohledem na tuto podmínku.

Další z podmínek, kterou je třeba při experimentálních pracích na modelu dodržet [3], je dosažení dostatečné povrchové rychlosti proudu. Ta musí na modelu být  $u_{\min} \geq 0,23$  m/s, aby kapilární síly nebránily tvorbě povrchových vln. Tato podmínka byla v celém rozsahu krytá i otevřené části skluzu bezpečně splněna. Při nejnižším zkoušeném průtoku rozhodném pro posouzení proudění na modelu skluzu  $Q_m = 28,3$  l/s ( $Q_s = 500$  m<sup>3</sup>/s) byly dosahovány v kryté části skluzu střední rychlosti proudu přesahující 0,4 m/s.

Důležitou mezí je také stav promísení vody se vzduchem. Ke strhávání vzduchu do vody dochází dle [5], [9] při rychlostech proudu  $v > (3 \div 6)$  m/s. Při maximálním průtoku modelem  $Q_m = 99,9$  l/s ( $Q_s = 1766$  m<sup>3</sup>/s) tak před zaústěním skluzu do odtokové nádrže dosahujeme středních rychlostí proudu maximálně 4,2 m/s, tedy rychlostí ležících ve zmíněném intervalu. Přepočít vlivu provzdušnění na námi získané výsledky tak bude zajištěn postupem vyplývajícím ze zpracovaných výsledků na dílech dle [9] ve smyslu vztahu:

$$h_{aer} = h \left( 1 + \frac{v}{100} \right), \quad (5.8)$$

kde  $h_{aer}$  je hloubka provzdušněného proudu,  $h$  hloubka měřená na modelu,  $v$  střední rychlost proudu v [m/s].

V případě nepřevýšeného modelu je třeba taktéž dodržet podmínku, aby modelovaný obtékaný povrch měl stejnou hodnotu rychlostního součinitele na modelu i na díle. Dle [5] tak musí pro Manningův stupeň drsnosti platit vztah:

$$n_m = \frac{n_s}{M^{\frac{1}{6}}}. \quad (5.9)$$

V případě modelového měřítka  $M = 50$  lze výraz upravit na:

$$n_m = 0,52 \cdot n_s. \quad (5.10)$$

Pro betonové stěny a dno skluzu s předpokládanou drsností omočeného povrchu  $n_s = (0,018 - 0,020)$  je tedy třeba, aby na modelu byly použity materiály s povrchem odpovídající stupni drsnosti  $n_m = (0,009 - 0,010)$ . Tato hodnota odpovídá povrchům jako je sklo, tvrzené PVC, válcovaný pozinkovaný plech či tmelený a následně lakovaný povrch tvrzeného polystyrénu XPS. Tyto materiály byly pro stavbu modelu použity.

## 6 Postup experimentálních zkoušek

Po výstavbě hydraulického modelu a jeho základním provozním odladění byly započaty experimentální práce. Postup zkoušek lze z metodického hlediska rozdělit do několika řešených oblastí souvisejících s jednotlivými částmi bezpečnostního objektu. I přesto, že jsou pozorované jevy ve směru proudění modelem na sobě závislé a vzájemně se ovlivňují, bylo během měření možné jednotlivé řešené oblasti od sebe pracovně oddělit.

V následujícím odstavci bude popsán stručný přehled postupu prací, který je ve shodě se zápisy z výrobních výborů, jež jsou součástí této zprávy v příloze P3. V kapitole věnující se dosaženým výsledkům experimentálních zkoušek budou tyto prezentovány již v pořadí odpovídající směru proudění od předpolí vtokového objektu až po zaústění do odpadní nádrže za hranou konce skluzu.

Práce na modelu v chronologickém pořadí lze shrnout do následujícího přehledu.

1. Projektantem po výstavbě modelu byla předložena úprava předpolí vtokového objektu, ta byla obratem na modelu vyhotovena.
2. Po prvních měřeních bylo konstatováno, že proudění v předpolí je výrazně neuspořádané. Pro následná měření proto bylo proudění za pomoci perforovaných plechů upraveno a homogenizováno.
3. I s upraveným předpolím vtokového objektu se ukázalo, že kapacita objektu je nedostatečná a současně proudění v kryté i otevřené části skluzu je výrazně nehomogenní. I při průtocích nižších než  $Q_{10\,000}$  dosahuje, resp. překračuje hloubka proudu v kryté části skluzu úroveň projektantem navrženého stropu.
4. Následně byly zahájeny činnosti vedoucí ke zkapacitnění celého objektu. Postupně došlo k variantnímu řešení změn tvaru pevného prahu vtokového objektu, úpravě sklonu dna kryté části skluzu tak, aby bylo dosaženo co nejlepší shody mezi průtokovou charakteristikou dodanou projektantem a stanovenou na modelu.
5. Z dalšího řešení vyplynulo, že pro homogenizaci proudových poměrů po délce skluzu bude nutné zajistit, aby v oblasti všech tří půdorysně zakřivených kanálů došlo k přechodu proudění do říčního režimu. To se podařilo dosáhnout instalací tzv. vzdouvacích prahů na konci jednotlivých kanálových oblouků. Proudění bylo výrazným způsobem homogenizováno.
6. Následovaly úpravy tvarů zhlaví středních pilířů na přechodu mezi krytou a otevřenou částí skluzu při současném pozorování proudění v následujícím poproudním úseku.
7. Závěrem výzkumných prací byly provedeny zkoušky kombinací otevření vždy pouze dvou uzávěrů. Ukázalo se, že pro zajištění nevybřežení vody ze skluzu bude třeba v jeho otevřené části výrazně navýšit stěny nebo využít liniové usměrňovače proudu.

## 7 Výsledky experimentálních zkoušek

V následující kapitole budou prezentovány výsledky experimentálních prací. Postupně v souladu se směrem proudění se zaměříme na  $Q/h$  charakteristiku vtokového objektu, problematiku proudění v kryté a otevřené části skluzu. Závěrem zhodnotíme proudění na konci skluzu v místě vyústění do odpadní nádrže. Veškeré zde dále uvedené výsledky budou prezentovány v rozměrech přepočtených na dílo (skutečnost), pokud nebude uvedeno jinak.

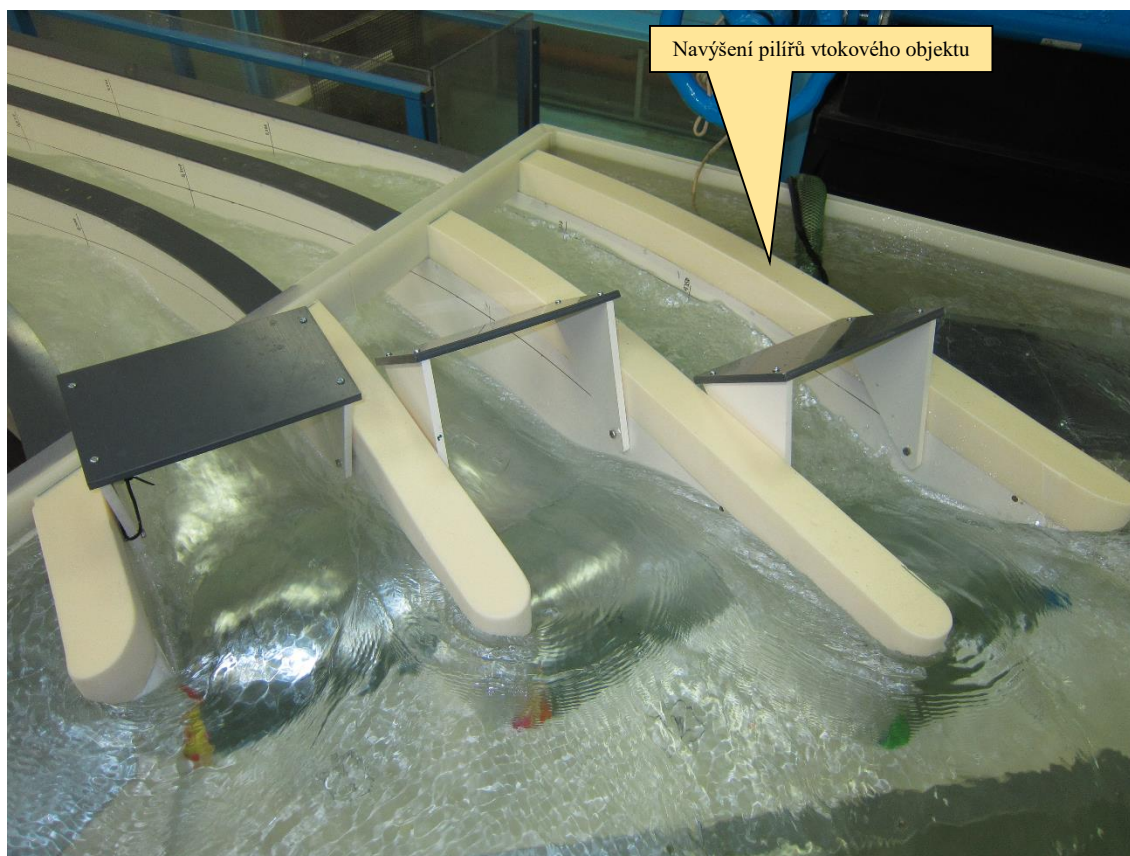


## 7.1 Stanovení $Q/h$ charakteristiky vtokového objektu

Již od prvních zkoušek bylo zřejmé, že průtoková kapacita vtokového objektu stanovená na předmětném modelu je výrazně nižší než ta, kterou předpokládal projektant v [1] a [2]. V první fázi výzkumných prací tak bylo třeba najít řešení ke zkapacitnění vtokového objektu. Práce byly po dostatečném zklidnění a usměrnění proudu v předpolí vtokového objektu zaměřené na úpravu tvaru vtokových prahů do všech tří kanálů se současnou změnou nivelety dna v jejich půdorysně zakřivených trasách. Společně s nulovou projektovanou variantou V0 tak bylo vyzkoušeno dalších šest variant úprav.

Z provedených zkoušek vyplynulo, že dosažení vyšší kapacity objektu je možné zajistit nejefektivněji vedle změny nivelety dna i současným zvýšením svislé odlehlosti mezi úrovní vtokových prahů a dnem poproudě bezprostředně za nimi, tedy prohlubováním dna. Společný požadavek pro všechny zkoušené varianty bylo zachování kóty koruny vtokových prahů na projektované hodnotě 346,60 m n. m.

Protože byl však model koncipován pouze pro případné změny nivelety odpadních kanálů, nikoliv pro dodatečné zahlubování celého dna skluzu, bylo rozhodnuto, že faktické prohloubení bude simulováno tak, že na modelu bude navyšována kóta koruny přelivných prahů. Tímto postupem došlo k tomu, že výška pilířů pro některé ze zkoušených variant nedostačovala pro posouzení největších průtoků (vodních stavů). Pilíře vtokového objektu tak bylo třeba dodatečně navýšit ve smyslu obr. 23.



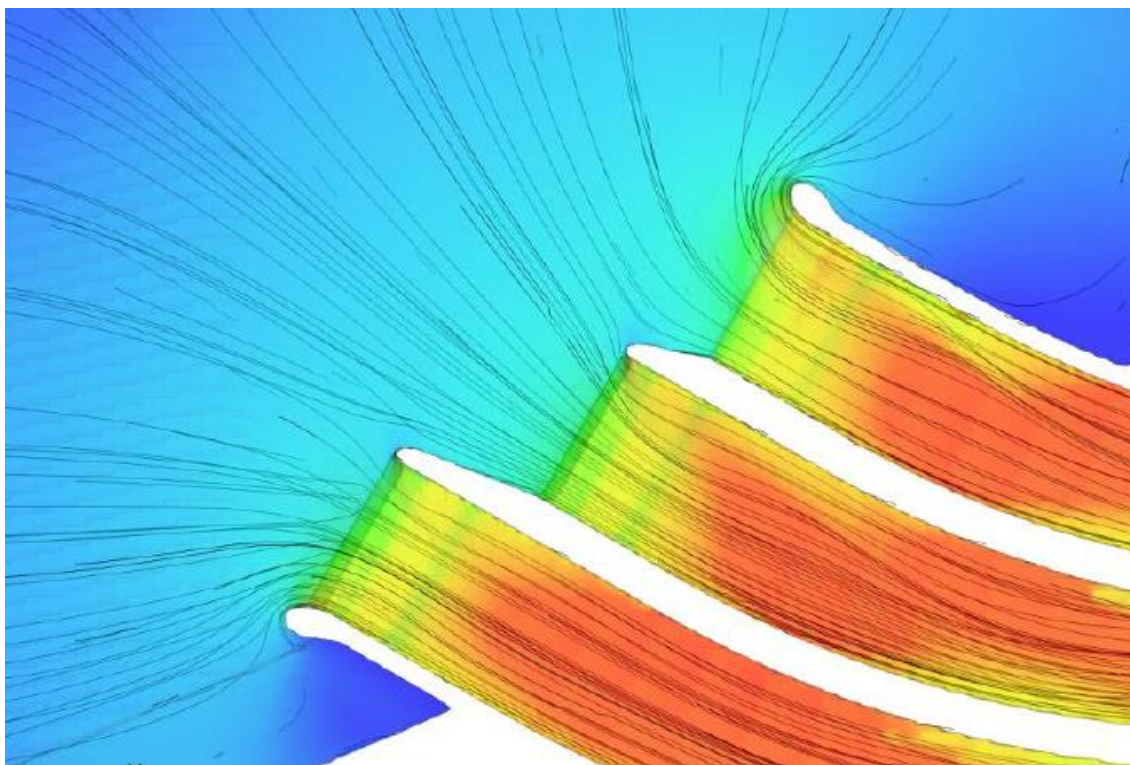
Obr. 23 Navýšení pilířů vtokového objektu o 60 mm (3,00 m)

Popsaný postup, resp. výsledné řešení má dopad na některé tvary navazujících konstrukcí skluzu. Tyto skutečnosti budou zmíněny později v kapitole týkající se doporučené varianty V6.

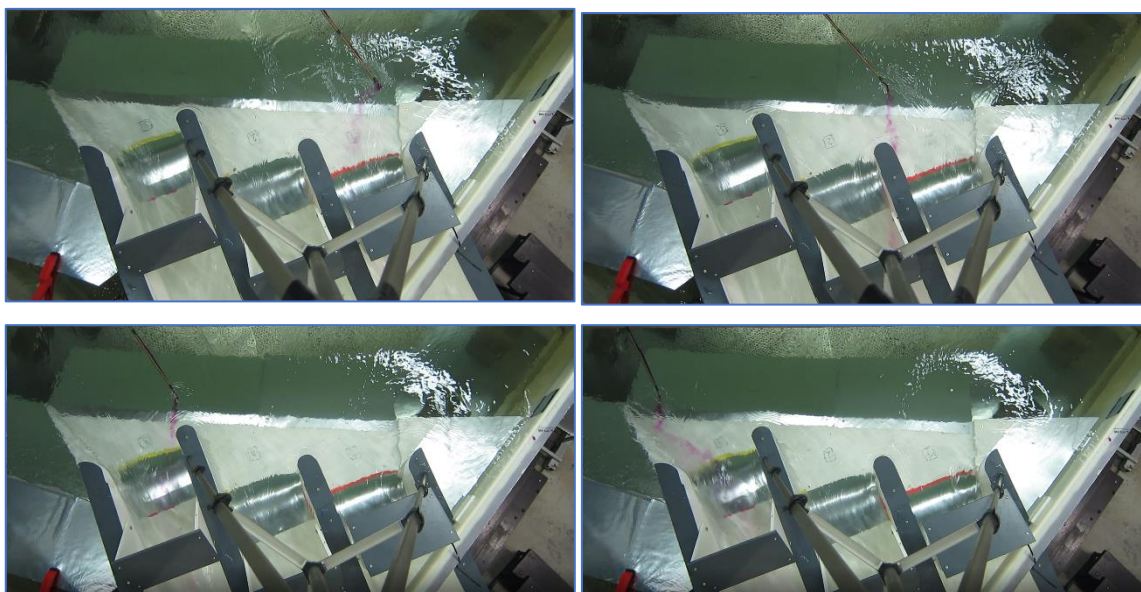
Následující kapitoly popisující úpravy v předpolí vtokového objektu a variantní řešení zkapacitnění vtoku včetně konečné doporučené varianty V6.

### 7.1.1 Předpolí vtokového objektu

Jak bylo již dříve uvedeno, relativně „těsné“ přítokové poměry v předpolí modelovaného vtoku nevystihovaly proudové poměry v reálné rozměrné nádrži, tedy i uvažované v okrajových podmínkách 3D matematického modelu zpracovaného projektantem [1]. Objednatel byl požadována úprava modelových přítokových poměrů pro dosažení shody s očekávatelnou realitou, schematicky reprezentovanou proudnicemi na obr. 24.



Obr. 24 Proudnice v předpolí vtokového objektu stanovené dle [1]



Obr. 25 Proudnice v předpolí vtokového objektu zvýrazněné zobrazovací kapalinou

Řadou zkoušek byly měněny pozice perforovaných plechů na dně uklidňovací nádrže. Některá místa byla i půdorysně „zaslepena“, postupně se dosáhlo kvalitativní shody s prouděním



prezentovaným na obr. 24. Na fyzikálním modelu byly proudnice značeny pomocí zobrazovací kapaliny fialové barvy. Ze zkoušek byla zaznamenána videa, která jsou součástí předané dokumentace a byla prezentována na jednom z výrobních výborů. Sekvence z jednoho videa jsou uvedeny na obr. 25.

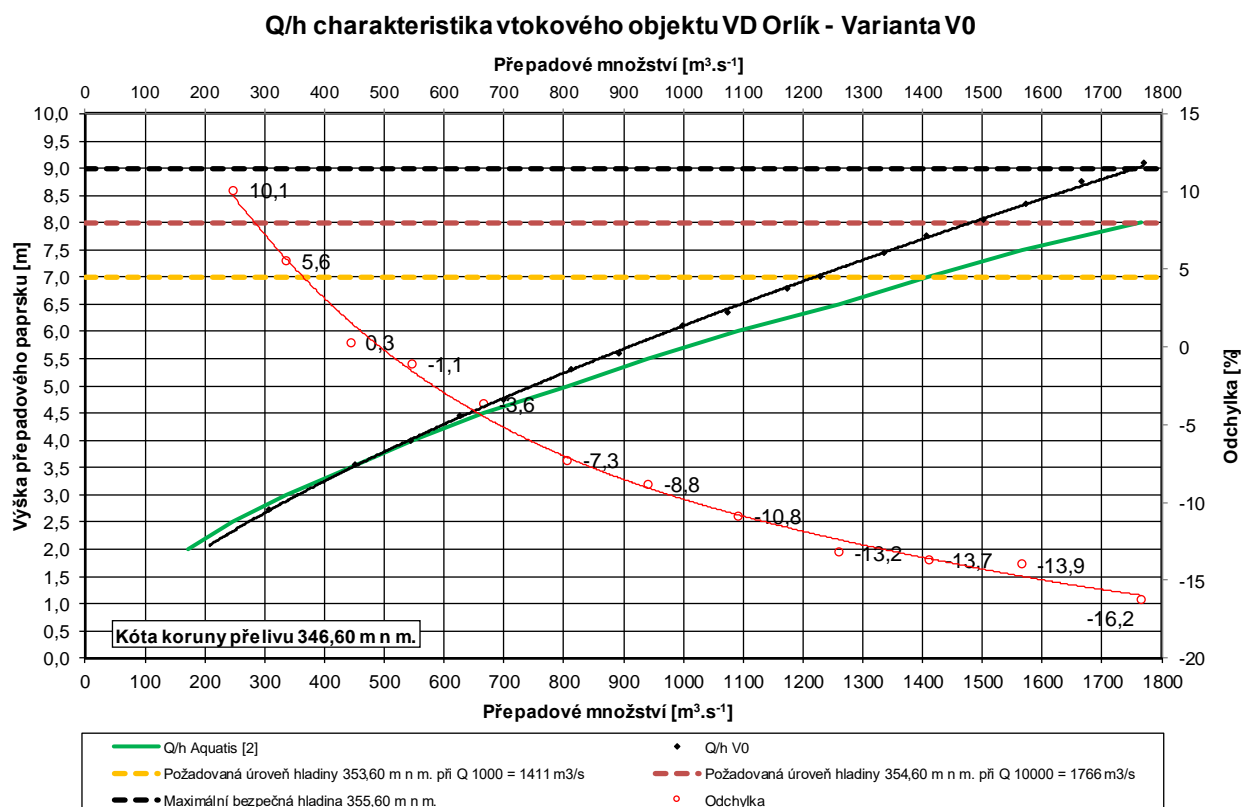
Účastníci výrobního výboru odsouhlasili shodu mezi prouděním v předpolí vtokového objektu na fyzikálním modelu a v [1]. Nalezená konfigurace uspořádání usměrňovacích prvků již nebyla dále měněna a byla použita pro všechny následně prováděné výzkumné práce.

### 7.1.2 Variantní řešení zkapacitnění vtokového objekt

Jak bylo uvedeno v úvodu kapitoly, byla provedena řada zkoušek, které měly zajistit zkapacitnění bezpečnostního objektu. V následujících odstavcích budou podrobněji popsány výsledky získané při měření na projektované variantě V0 a výsledky získané u varianty V6. Ostatní „postupné“ varianty řešení V1 – V5 budou stručně popsány a dokresleny příloženou fotografickou dokumentací.

#### 7.1.2.1 Varianta V0 – projektovaný stav

Na objektu, jenž byl vybudován ve smyslu dodané dokumentace [2], bylo provedeno stanovení  $Q/h$  charakteristiky pro všechny tři otevřené vtoky. Závislost výšky přepadového paprsku na přepadajícím množství je zobrazena v grafu 1. Měření bylo provedeno v rozsahu průtoků (200 – 1770)  $\text{m}^3/\text{s}$  v celkem 17 měrných bodech s tím, že polovina měrných bodů byla měřena při vzrůstajícím průtoku a druhá polovina při průtoku klesajícím. Tímto postupem tak mohla být odhalena případná hystereze pozorovaného jevu. Tato se neprokázala. Získaná charakteristika je v pozorovaném intervalu ryze monotónní mocninnou funkcí.

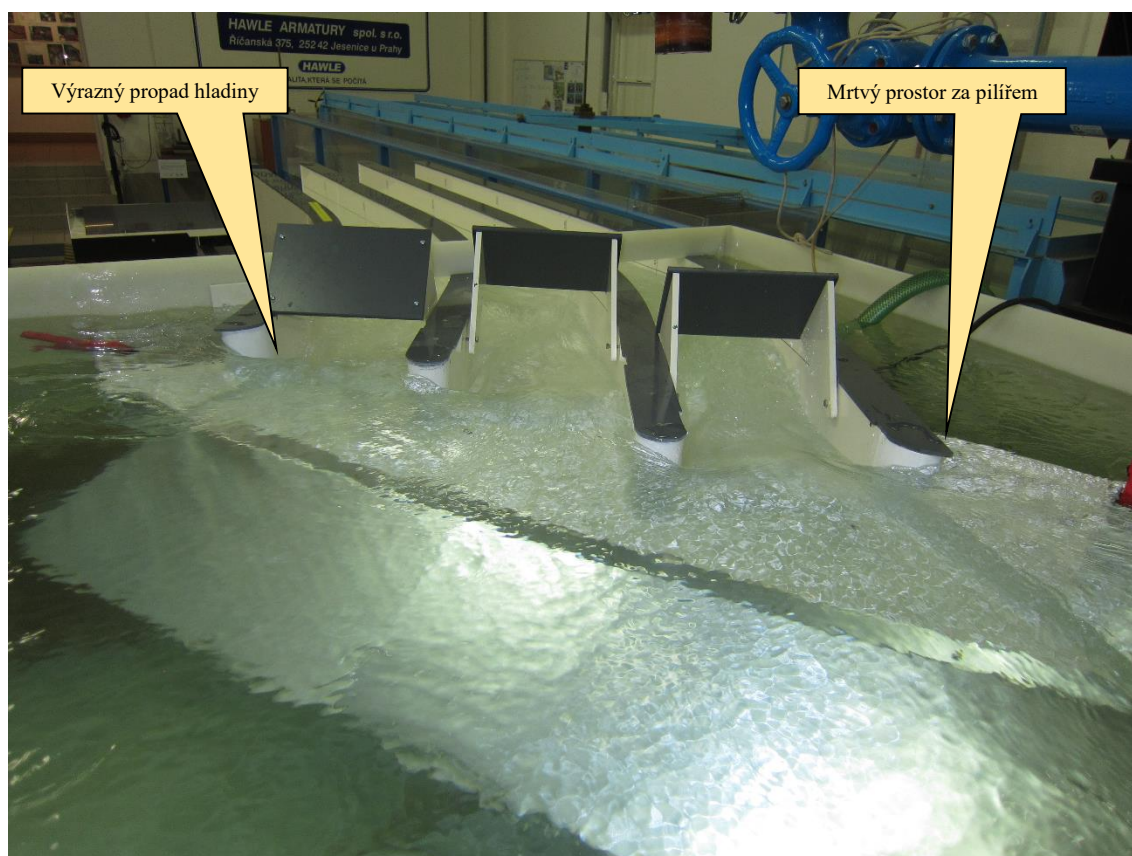


Graf 1  $Q/h$  charakteristika vtokového objektu pro variantu V0

V grafu 1 je současně vynesena i charakteristika, se kterou uvažoval projektant ve všech vodohospodářských výpočtech. Z grafu je patrné, že v okolí průtoku  $450 \text{ m}^3/\text{s}$  dochází ke křížení charakteristik a se zvyšující se hladinou vody v nádrži kapacita objektu v porovnání

s projektovanou klesá. V grafu je také vynesena procentuální odchylka mezi oběma charakteristikami vztažená k projektovaným hodnotám. Získané charakteristiky lze také porovnat se třemi nejdůležitějšími úrovněmi hladiny vody v nádrži. Při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  je nalezená hladinová odlehlost mezi oběma charakteristikami rovna 1,04 m. Kapacita objektu je nedostatečná.

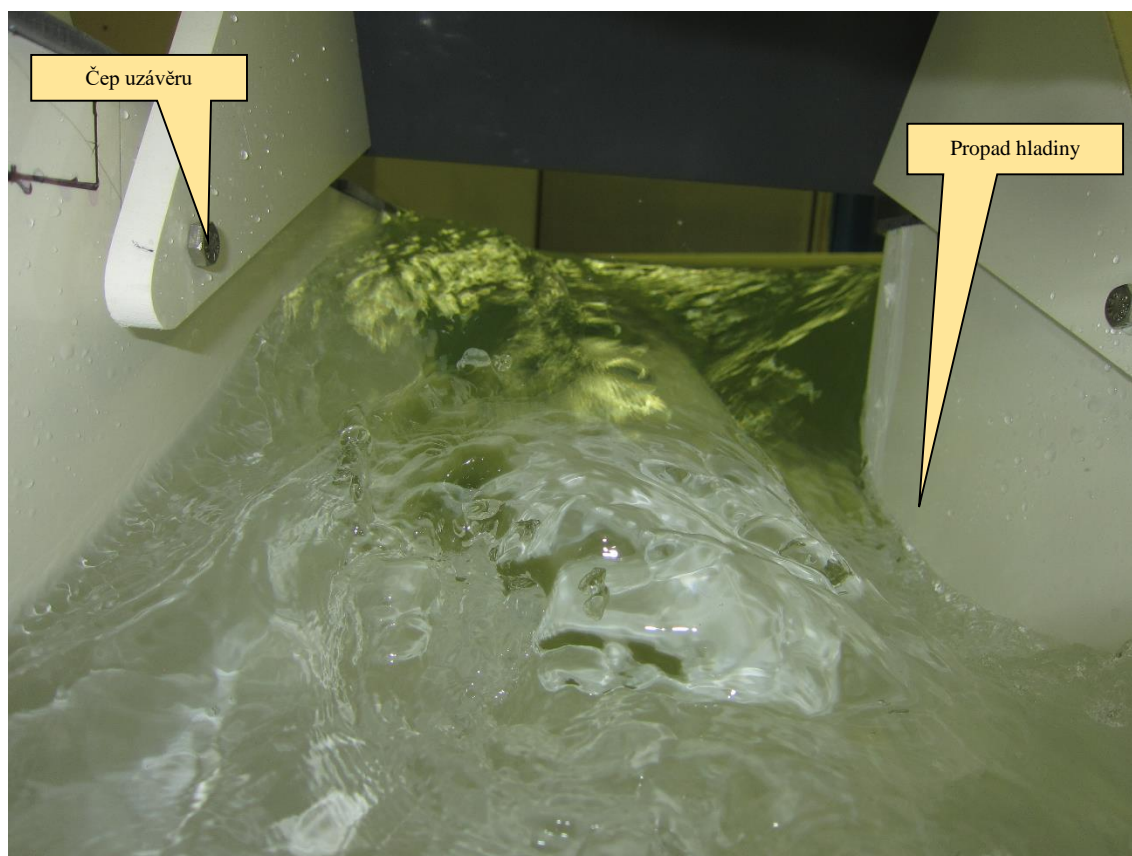
Současně bylo posuzováno proudění v prostoru předpolí vtoků a v okolí krajních a dělicích pilířů při návrhových průtocích  $Q_{1\,000}$  a  $Q_{10\,000}$ . Výrazné hladinové deformace bylo možné pozorovat především u poproudě levého krajního pilíře, na opačné straně u pilíře pravého docházelo pouze ke vzniku „mrtvého“ prostoru za pilířem v proniku mezi jeho konstrukcí a břehovou úpravou. Odstranění kontrakcí na obou stranách vtokového objektu bylo realizováno na závěr výzkumných prací a je popsáno v souvislosti s výsledky varianty V6.



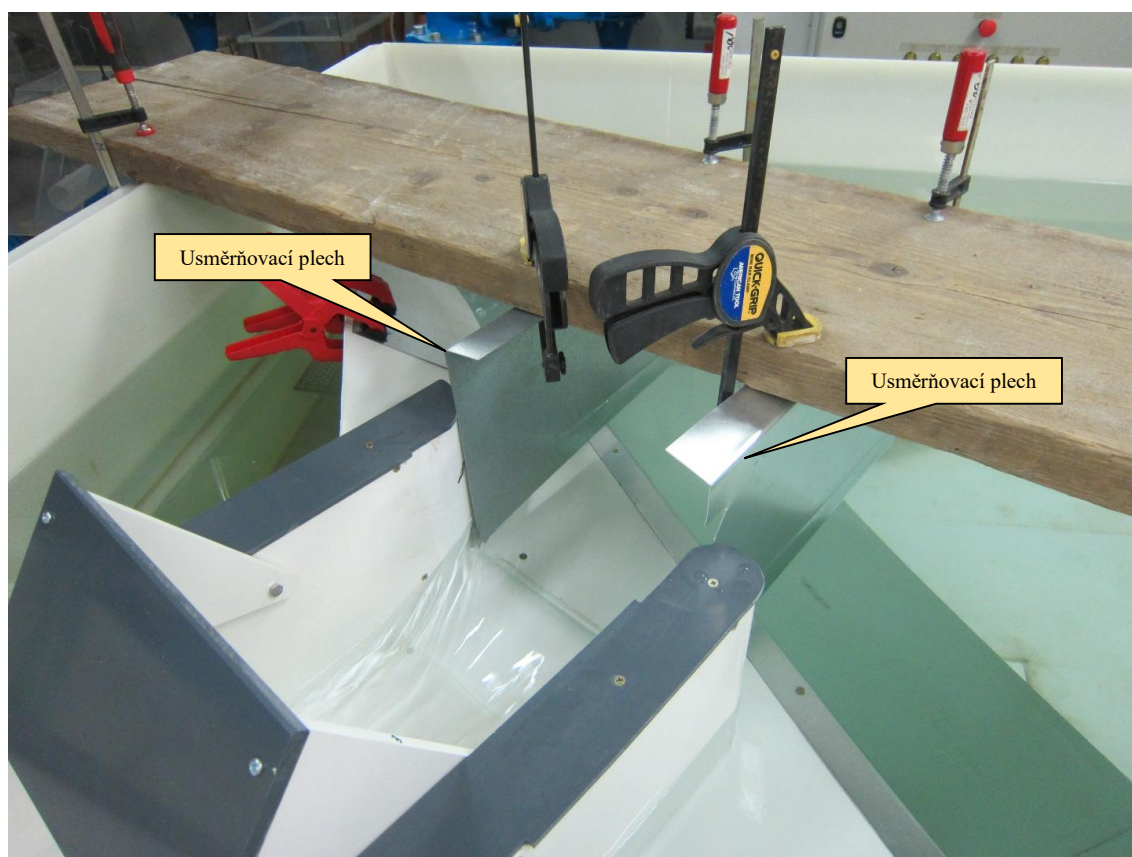
**Obr. 26** Výskyt kontrakcí u krajních pilířů vtokového objektu při průtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$

Do jaké míry mohou mít kontrakce vznikající v okolí pilířů vtokového objektu vliv na celkovou kapacitu, bylo zkoumáno za pomoci 500 mm dlouhých usměrňovacích vodicích plechů zobrazených na obr. 28, pomocí kterých byly veškeré vznikající kontrakce potlačeny. V první fázi byl vliv kontrakcí zkoumán pouze u vtoku [3], v dalších sériích bylo měření s usměrněním proudu realizováno u všech tří vtoků. Tyto zkoušky byly realizovány i u ostatních v další kapitole popsaných variant. Bylo prokázáno, že kapacita vtokového objektu (součinitel přepadu) se při odstranění veškerých kontrakcí zvýší maximálně řádově o (2 – 3) %. Pouhým odstraněním kontrakcí tak nelze zajistit celkovou požadovanou kapacitu objektu.

Výrazný jev, který měl jistě vliv na celkovou kapacitu objektu, bylo proudění realizující se poproudě za vtokovými prahy v jednotlivých kanálech. Toto proudění bude popsáno v dalších kapitolách. Na tomto místě pouze uvedme, že za průtoků do  $Q_{1\,000}$  včetně bylo proudění ve všech třech vtocích značně nehomogenní a v nadkritickém (bystřinném) režimu.



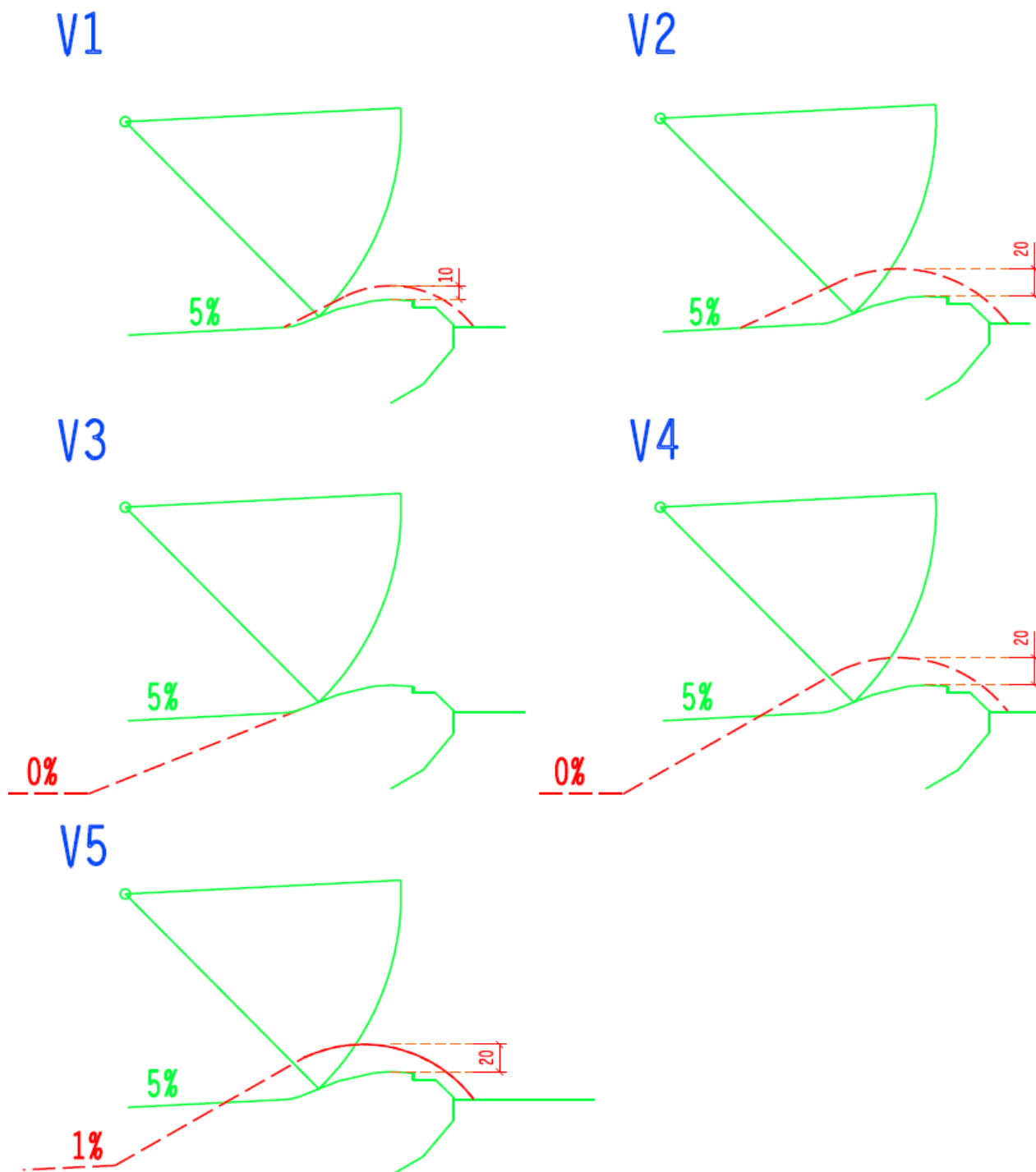
Obr. 27 Protiproudňý pohled na propad hladiny za krajnřm pilřřem u vtoku 1 při prřtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$



Obr. 28 Usměřňení proudu protiproudňě před vtokem 3, zbřvající dva vtoky jsou uzavřeny



Při dále se zvyšujícím průtoku přešlo proudění v kanálech [2] a [3] prostřednictvím vzdutého vodního skoku do režimu podkritického (říčního). Tyto jevy v kombinaci s ostatními geometrickými a proudovými okrajovými podmínkami komplexním způsobem ovlivňovaly celkovou průtočnou kapacitu objektu.



Obr. 29 Přehled zkoušených variant V1 – V5, zeleně – návrh dle [2], červeně – úprava (kotováno v mm na modelu)

### 7.1.2.2 Varianta 1 – 5

V následující kapitole krátce popíšeme další zkoušené „postupné“ varianty vedoucí k výsledné a doporučené variantě V6, která bude popsána v samostatné kapitole. U všech zkoušených variant bylo pozorováno proudění v poproudnicích úsecích za vtokovými prahy jednotlivých kanálů, případně proces přechodu z režimu nadkritického do režimu podkritického a naopak. Toto proudění nebylo žádným způsobem během těchto zkoušených variant korigováno.

Varianty V1 až V5 jsou přehledně uvedeny na obr. 29. Z jednotlivých schémat jsou zřejmé prováděné úpravy modelu, které se týkaly vždy vzájemné kombinace míry prohloubení a změny sklonu navazujícího úseku skluzu. Na schématech jsou údaje o prohloubení (v našem případě jen pouze možného navýšení tak, jak bylo popsáno již dříve) uvedené v milimetrech na modelu a je třeba je pro přepočítání na dílo vynásobit ( $M = 50$ ). Příčný tvar vtokového prahu byl vždy navržen a realizován ve smyslu zásad uvedených v [4]. Konečné geometrické uspořádání a rozměry jsou uvedeny jen pro variantu V6.

Zkoušky prováděné s jednotlivými variantami představovaly časově náročné experimenty, ze kterých byla pořízena rozsáhlá fotodokumentace, která je uložena u zhotovitele. Taktéž vyhodnocení jednotlivých  $Q/h$  charakteristik obnáší značné množství informací, které zde nebude podrobně uváděno. Zásadní výsledky pro všechny zkoušené varianty tak uvedeme souhrnně v tab. 2. Z ní jsou především patrné rozdíly v dosažených úrovních hladin (přepadových výškách) v nádrži při průtocích  $Q_{1\,000}$  a  $Q_{10\,000}$  oproti hodnotám požadovaným a uvedeným v úvodu zprávy v tab. 1. Připomeňme, že pro  $PV_{1\,000}$  má být dosaženo přepadové výšky 7,00 m. Při hodnotě  $PV_{10\,000}$  má přepadová výška odpovídat hodnotě 8,00 m. V rámci jednotlivých variant byly realizovány i práce v souvislosti s úplným odstraněním kontrakcí protiproudě před jedním či všemi kanály vtokového objektu. Tyto výsledky nejsou součástí hodnot uvedených v tab. 2.

**Tab. 2 Přehled výsledků získaných pro jednotlivé varianty V1 až V5**

Označení varianty	Prohloubení skluzu	Sklon navazující části skluzu v kanále [2]*	Průtok $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$		Průtok $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$		Trvání nadkritického proudění (NP) v jednotlivých kanálech kryté části skluzu při stoupajícím průtoku
			Přepadová výška $h$	Rozdíl oproti požadované přepadové výšce dle [2]	Přepadová výška $h$	Rozdíl oproti požadované přepadové výšce dle [2]	
[-]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
V0	0,00	5,0	7,74	+0,74	9,04	+1,04	1 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 2 – NP $\leq Q_{1\,000}$ 3 – NP $\leq Q_{1\,000}$
V1	0,50	5,0	7,32	+0,32	8,51	+0,51	1 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 2 – NP $\leq Q_{1\,000}$ 3 – NP $\leq Q_{1\,000}$
V2	1,00	5,0	7,29	+0,29	8,47	+0,47	1 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 2 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 3 – NP $\leq Q_{1\,000}$
V3	0,00	0,0	7,48	+0,48	8,70	+0,70	1 – NP $< Q_{1\,000}$ 2 – NP $< Q_{1\,000}$ 3 – NP $< Q_{1\,000}$
V4	1,00	0,0	7,12	+0,12	8,26	+0,26	1 – NP $< Q_{10\,000}$ 2 – NP $< Q_{10\,000}$ 3 – NP $< Q_{10\,000}$
V5	1,00	1,0	7,12	+0,12	8,29	+0,29	1 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 2 – NP $\leq Q_{10\,000}$ 3 – NP $< Q_{10\,000}$

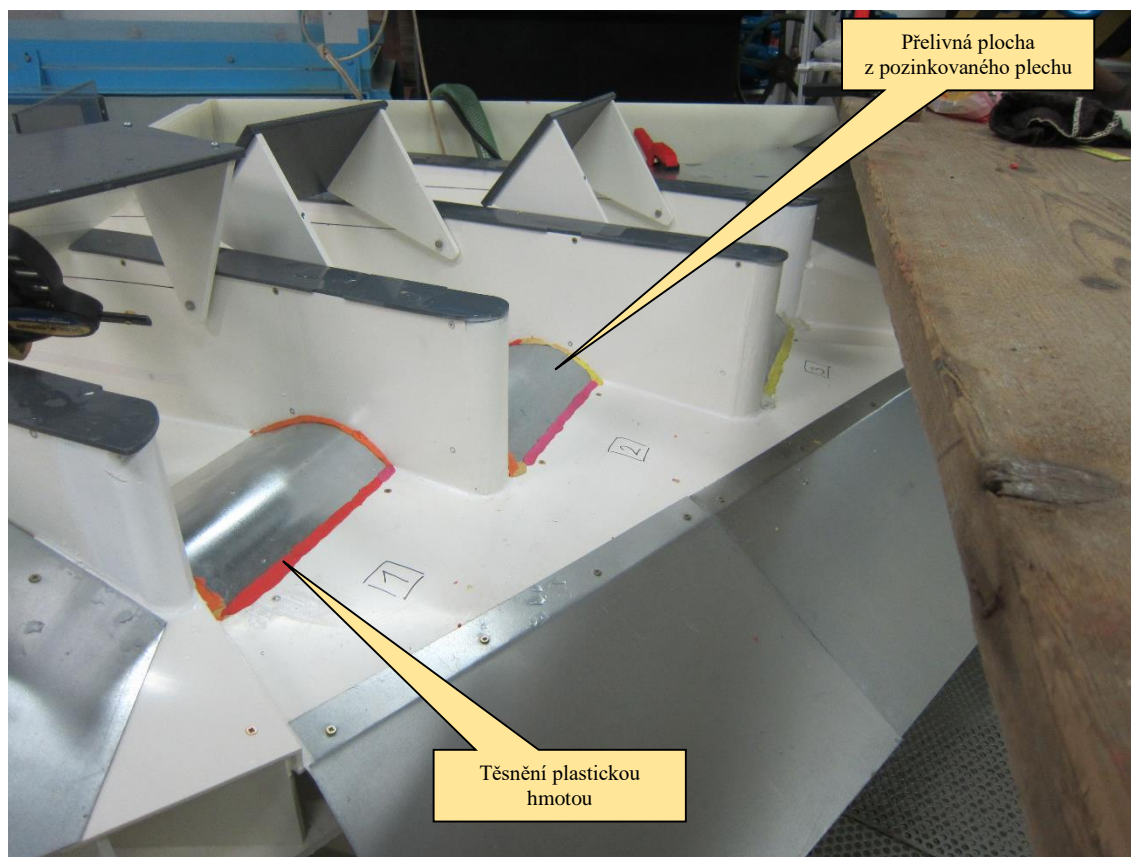
\*Uvedený sklon odpovídá hodnotě pro [2] prostřední kanál vtokového objektu. Adekvátně příslušné úpravy ve smyslu údajů z kapitoly 2 byly upraveny i sklony v krajních kanálech [1] a [3].

Provedme krátké zhodnocení zkoušených variant, některé z nich jsou zobrazeny na obr. 30 až obr. 35.

Varianta V1 potvrdila úvahy o tom, že prohloubením skluzu oproti úrovním korun vtokových prahů dojde ke zkapacitnění objektu. Úroveň hladiny dolní vody za vtokovými prahy vztažená k jejich výškovým úrovním dosahuje v porovnání s variantou V0 v celém rozsahu větší výškové odlehlosti, ovlivnění dolní vodou tak nastává později. Tento trend je viditelný u všech zkoušených variant a se zvyšováním hodnoty prohloubení klesá míra ovlivnění (zahlcení) a tím vzrůstá postupně i celková kapacita objektu.

Varianta V2 představuje zahlobení skluzu o 1,00 m při zachování jeho původního sklonu v navazující části. Uspořádání vtokového objektu je zřejmé z obr. 30. Varianta V2 potvrdila, že zkapacitnění objektu tímto způsobem je možné, avšak relativní úroveň hladiny dolní vody díky sklonu 5 % již výrazně neklesá. Zlepšení této situace zajistila varianta V4, která představovala úpravu nivelety skluzu do vodorovné roviny. Mezistupeň tvořila varianta V3, která byla návratem k původnímu řešení tvaru přelivných prahů s navazujícím vodorovným sklonem, která potvrdila, že i snížení sklonu v navazující části skluzu zajistí jisté zvýšení kapacity vtokového objektu. Varianta V4 tak představuje spojení obou vlivů na kapacitu objektu zjištěných při zkouškách s variantami V2 a V3.

Nulový sklon, který byl pro uvedené varianty v navazujícím úseku skluzu z hlediska jednoduchosti provádění na modelu vytvořen, však není možné z provozního hlediska na díle realizovat. Pro odtok vody je třeba, aby sklon v navazující části skluzu byl nastaven do minimálního sklonu. V rámci jednání tak byl společně s projektantem odsouhlasen sklon 1 %. Z varianty V4 se tak změnou sklonu na hodnotu 1 % za pomoci falešného dna z pozinkovaných plechů stává varianta V5. Z tab. 2 je patrné, že tak došlo k velmi mírnému poklesu celkové kapacity objektu při maximálním průtoku objektem  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$ .

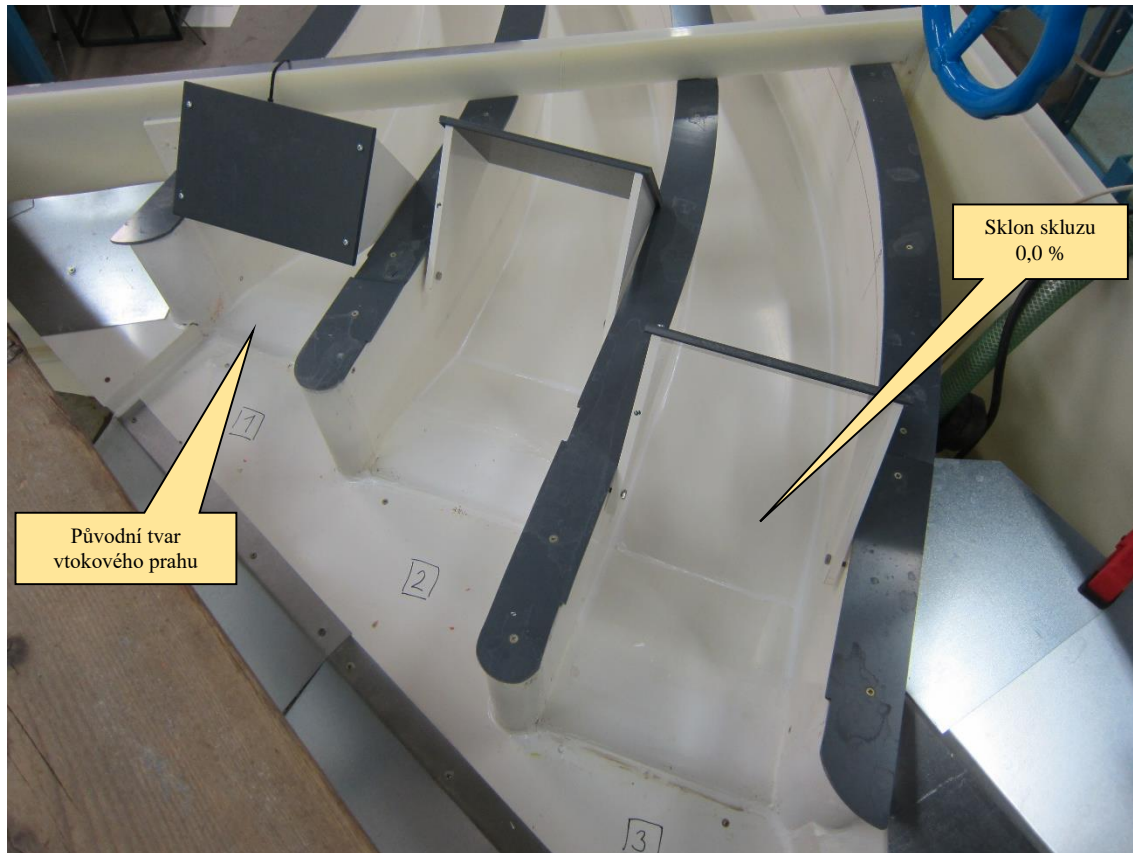


Obr. 30 Varianta V2 – zahlobení skluzu o 1,00 m, původní sklon navazující části 5 %

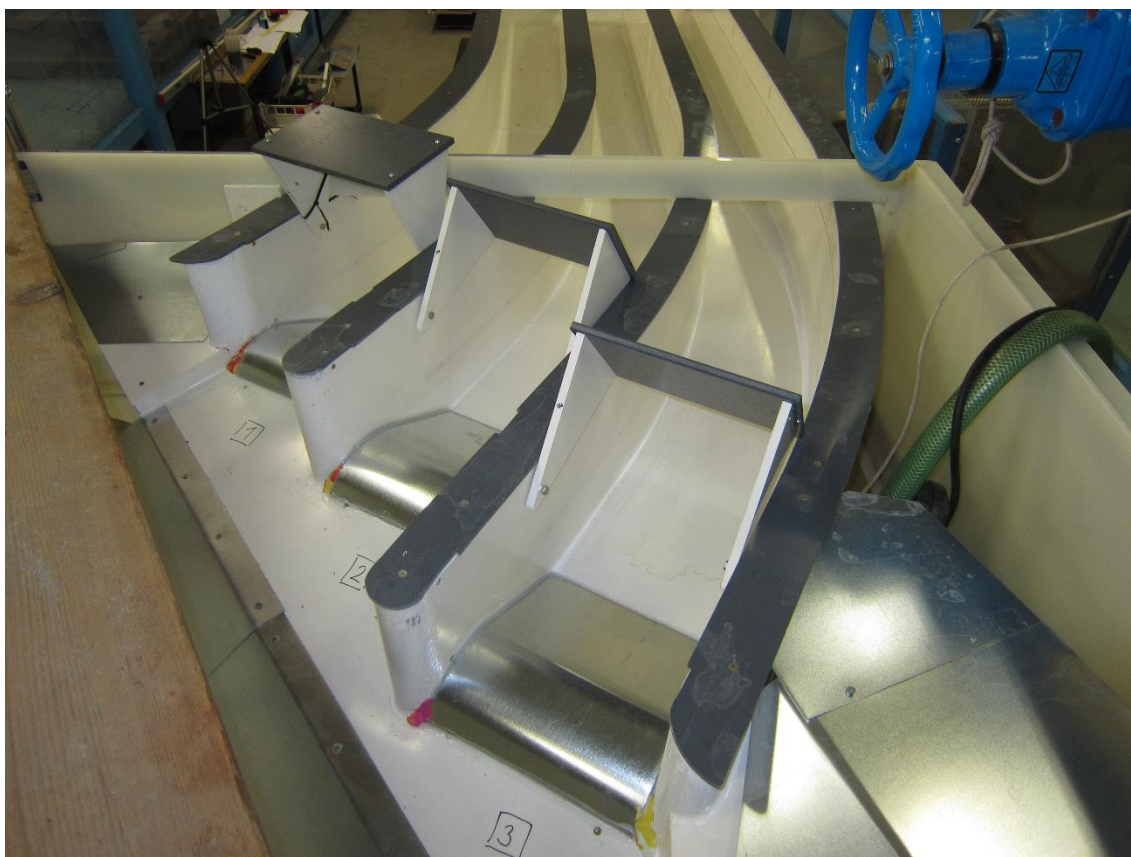


Při zkouškách byl pozorován i charakter proudu poproudě za vtokovými prahy a blíže bude popsán v příslušné kapitole zprávy. Ukázalo se, že přechod nadkritického režimu proudění do režimu podkritického při stoupající hladině nastává u jednotlivých variant za různých průtoků a dokonce i změna kontrakcí v předpolí vtokového objektu tento proces přechodu mění.

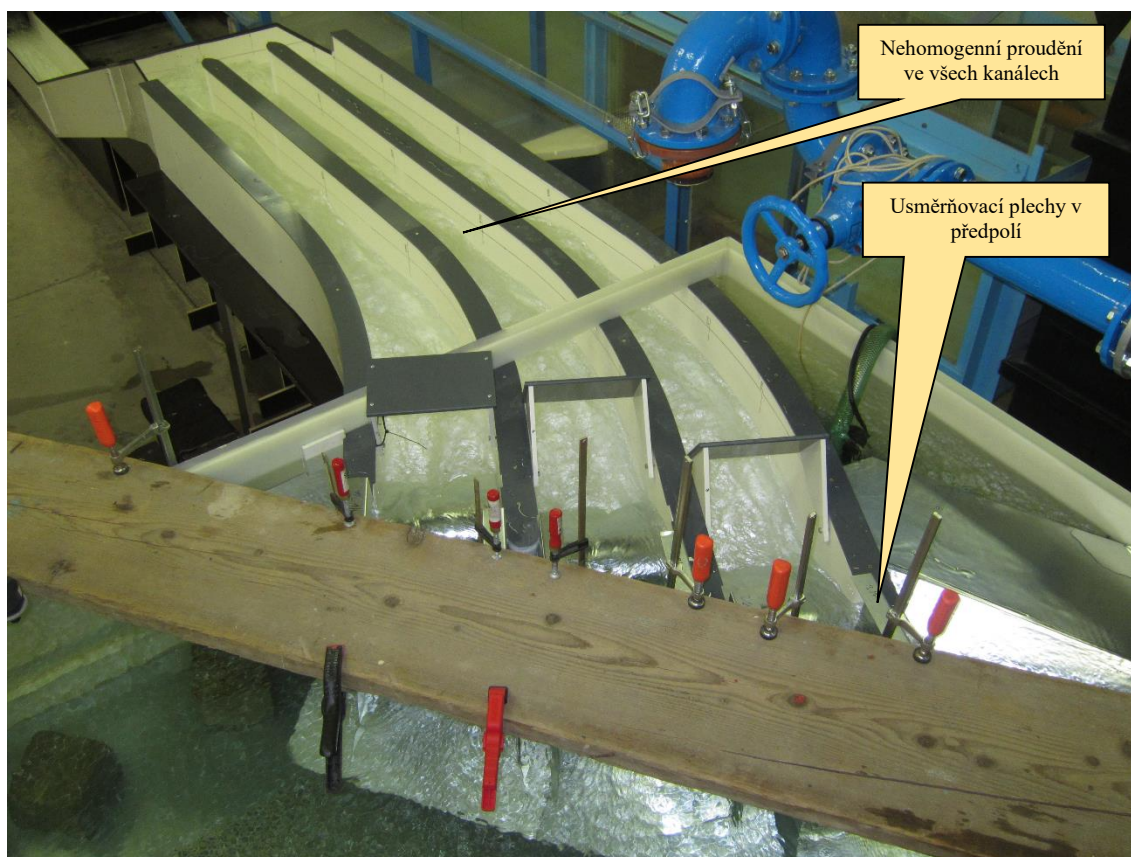
Naopak při klesajícím průtoku v případě, že došlo ke vzniku vzdutého vodního skoku, dochází k opětovnému přechodu do bystrinného režimu v celé délce příslušného kanálu až při podstatně menším průtoku než jsou oba průtoky návrhové. Existuje zde tedy jistá „hystereze“ ve vzniku a zániku vodního skoku při změně průtoku. Tyto změny, byť jen velmi nevýrazně, mají vliv na celkovou kapacitu vtokového objektu a při bližším zkoumání je lze pozorovat v rozložení jednotlivých měrných bodů příslušných  $Q/h$  charakteristik pro předmětné simulované varianty. Dosáhnout dostatečné kapacity objektu a současně zajistit homogenitu proudění ve všech třech kanálech s jednoznačným přechodem mezi režimy proudění bylo dosaženo v rámci řešení varianty V6.



**Obr. 31 Varianta V3 – původní tvar vtokových prahů, sklon navazující části skluzu 0,0 %**

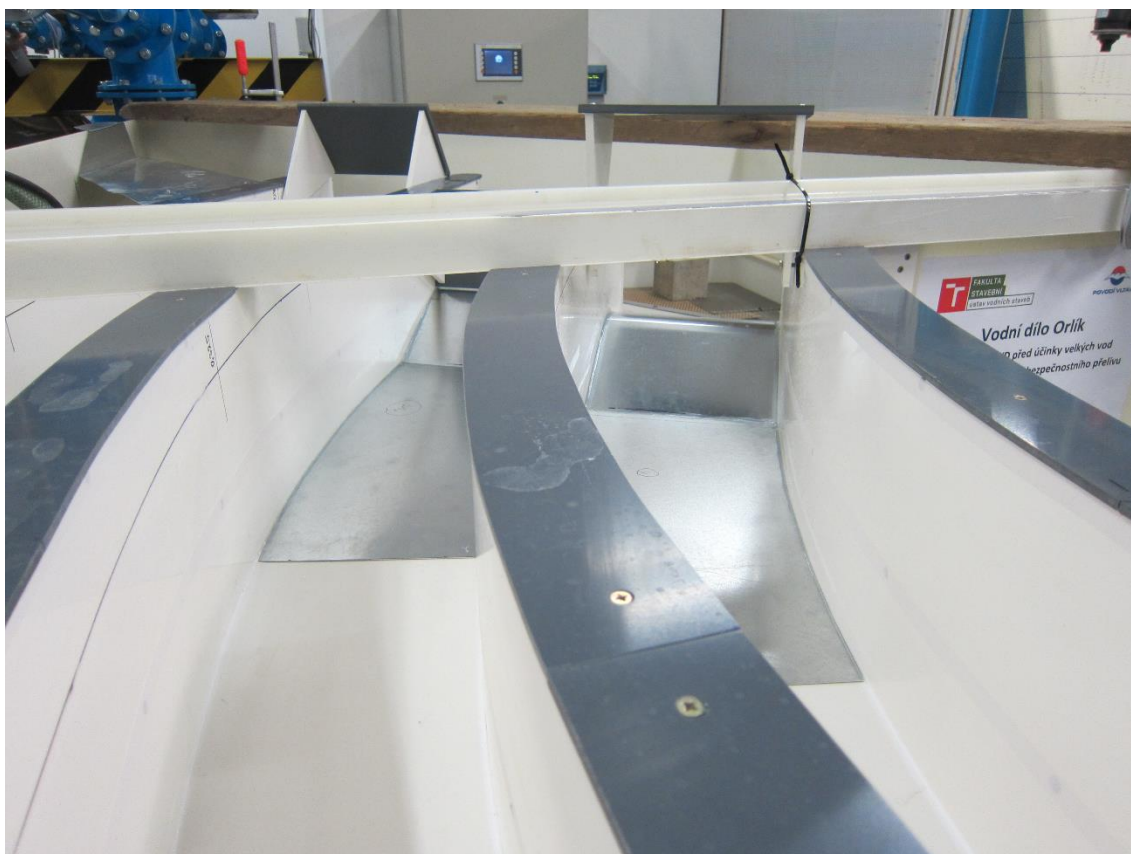


Obr. 32 Varianta V4 – zahloubení skluzu o 1,00 m, sklon navazující části skluzu 0,0 %

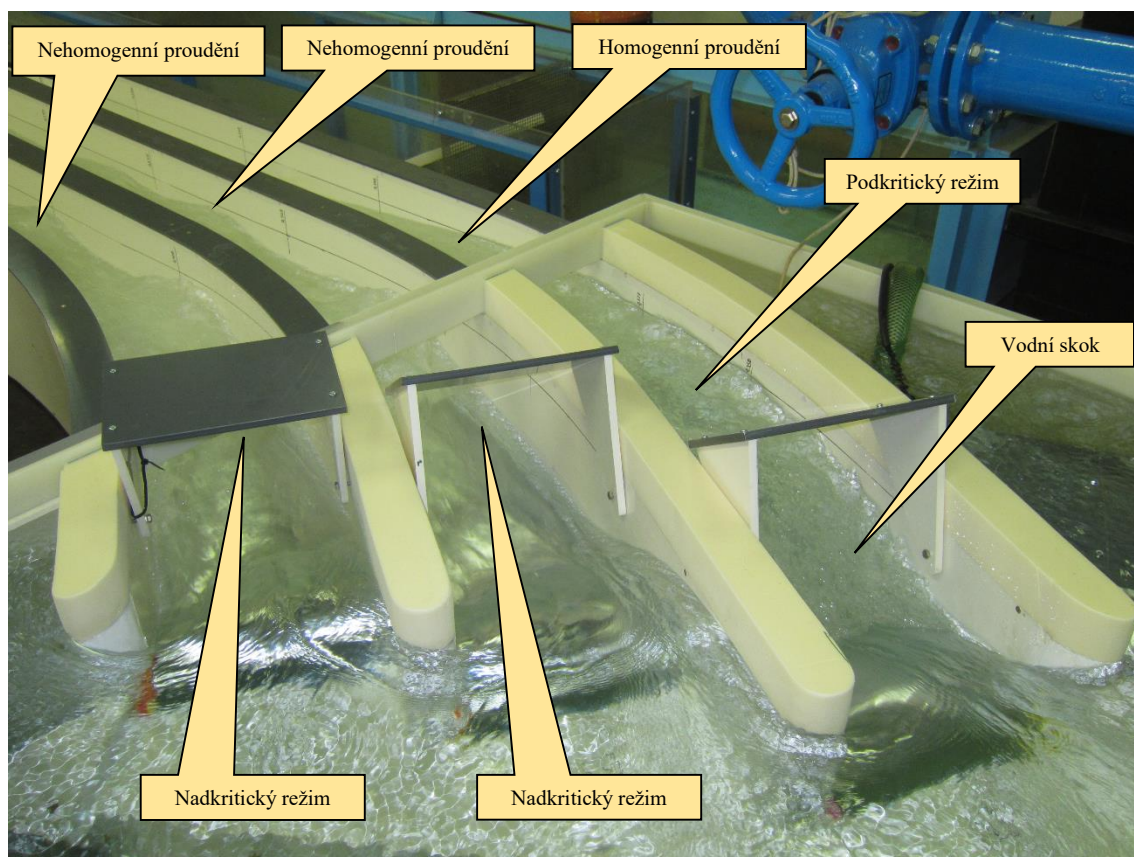


Obr. 33 Varianta V4 – proudění objektem při průtoku  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  při sérii s měřením s odstraněním kontrakcí v předpolí všech kanálů vtokového objektu za pomoci usměrňovacích plechů





Obr. 34 Varianta V5 – zahloubení skluzu o 1,00 m, sklon navazující části skluzu 1,0 %

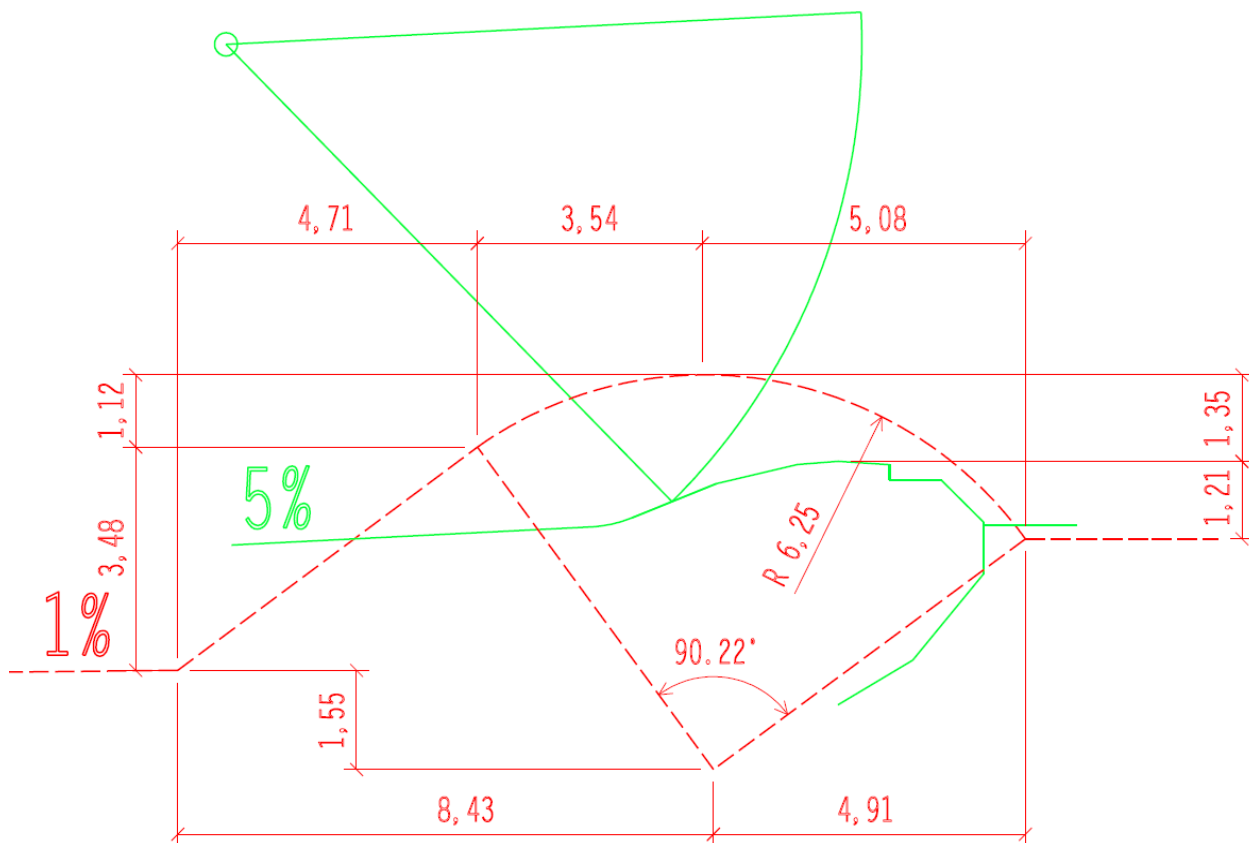


Obr. 35 Varianta V5 - proudění objektem při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

### 7.1.2.3 Varianta V6 – řešení doporučené k realizaci

Na obr. 36 je zobrazeno schéma uspořádání tvaru vtokového prahu pro konečnou doporučenou úpravu ve variantě V6. Rozměry na obr. 36 jsou uvedeny v metrech na díle. Ze schématu je patrné, že konečné navýšení, resp. prohloubení skluzu vzhledem k úrovni vtokového prahu odpovídá 1,35 m. Stejně jako u varianty V5 je poproudě navazující sklon skluzu nastaven na hodnotu 1 %.

Uspořádání varianty V6 je patrné také z obr. 37, kde jsou již realizovány i úpravy v předpolí vtokového objektu. Ty spočívaly v identickém zvýšení úrovně ploch v předpolí tak, aby geometrické okrajové podmínky na modelu odpovídaly příslušnému navýšení o zmíněných 1,35 m. Z obrázku jsou patrná i realizovaná zkosení v poproudě navazujícím skluzu, která se nacházejí na proniku dna a stěn jednotlivých kanálů.



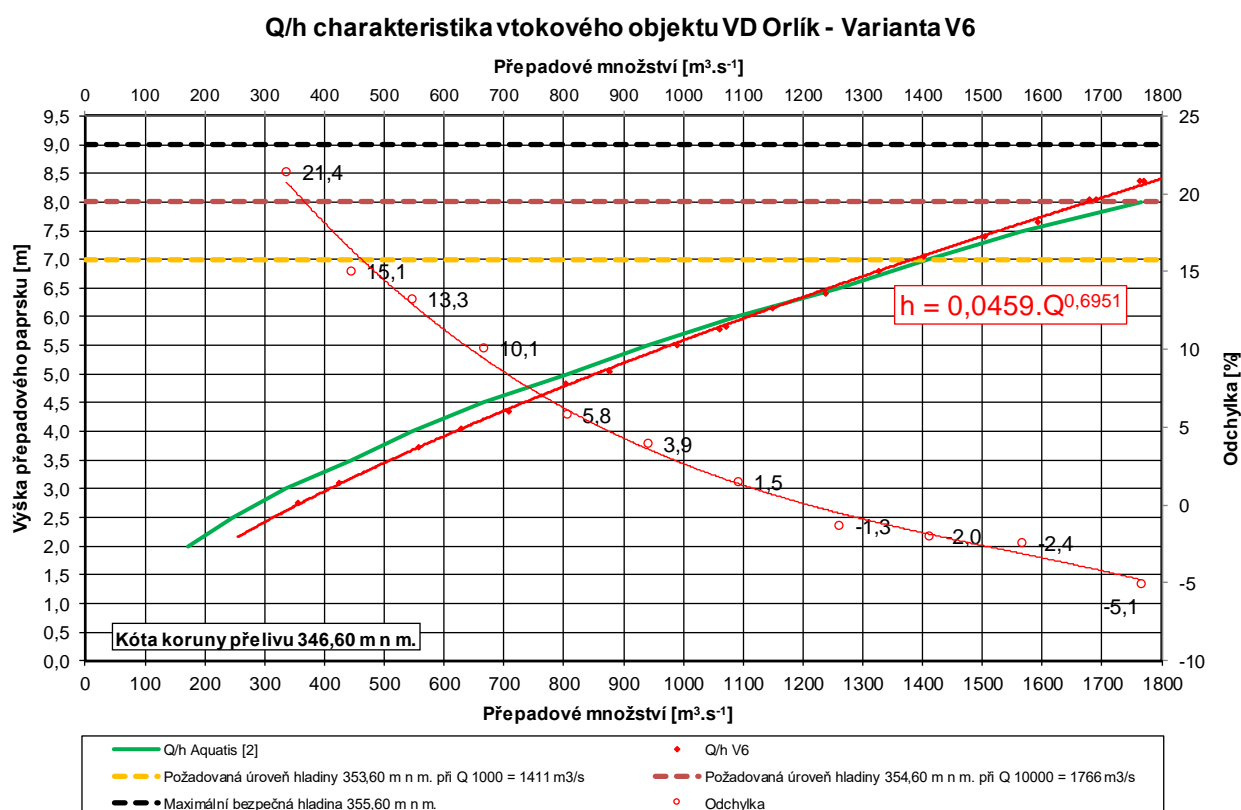
Obr. 36 Schéma uspořádání vtokového prahu v doporučené variantě V6 (kótováno v m a v rozměrech na díle)

Dalšími úpravami, které byly realizovány v rámci varianty V6, je potlačení kontrakcí, resp. úprava proudových poměrů v okolí obou krajních pilířů vtokového objektu. Úprava u poproudě pravého krajního pilíře spočívá v uzavření vzniklého mrtvého prostoru mezi pilířem a navrženou linií svahu. Půdorysná linie uzavření toho prostoru je vedena tečně ke stávající navržené úpravě pilíře a kolmo k linii horní hrany svahu tak, jak je zřejmé z obr. 38. V rámci projektových prací a konečného dispozičního řešení může být zvolen i úhel tupý, větší než 90°.

Půdorysný tvar zavázání u levého krajního pilíře do svahu vedle malé plavby (lodního výtahu) bylo navrženo po posledním výrobním výboru projektantem a na modelu mírně upraveno. Provedení je patrné z obr. 39 a v rozměrech na díle je vykresleno na schématu v obr. 40. Zavázání je provedeno kruhovým obloukem o poloměru 13,00 m s tím, že je půdorysně napojen na stávající pilíř v místě začátku vtokového prahu kanálu [1]. Ukončení pilíře je provedeno jeden metr dlouhou svislou stěnou, která je odkloněna od radiály kruhového oblouku o 45°.



V rámci prací bylo taktéž nutné posoudit režim proudění, které nastává poprouděně za vtokovými prahy v jednotlivých kanálech kryté části skluzu. Na tomto místě pouze uvedme, že proudění i při maximálním průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  ve všech třech kanálech zůstalo v oblasti nadkritického režimu (porovnej s variantou V5 na obr. 35). Jak se v rámci celého procesu experimentálních prací ukázalo, bylo nutné u všech kanálů v co největším průtočném rozsahu zajistit, aby proudění na krátké vzdálenosti přešlo do podkritického režimu formou vodního skoku. Tento přechod se podařilo realizovat instalací tzv. vzdouvacích prahů na konci oblouků jednotlivých vtokových kanálů. Pro  $Q/h$  charakteristiku tak bylo důležité, aby následně se realizující proudění ovlivněné vzdouvacími prahy nemělo negativní vliv na kapacitu, tedy průběh  $Q/h$  charakteristiky. Zde hledíme taktéž potřebu přechodu (větší prohloubení na modelu z 20 mm na 27 mm) z varianty V5 k variantě V6, která tuto „nutnou“ změnu režimu proudění umožnila se zanedbatelným vlivem na kapacitu objektu dosaženou v rámci varianty V5. Vzdouvací prahy a charakter proudění budou podrobněji popsány v pozdějších kapitolách.



**Graf 2  $Q/h$  charakteristika vtokového objektu pro variantu V6**

Výsledná průtoková charakteristika vtokového objektu je uvedena v grafu 2 a byla stanovena shodnými postupy jako charakteristiky předchozích variant.  $h/Q$  charakteristiku je možné matematicky vyjádřit jednoduchou mocninou funkcí ve tvaru:

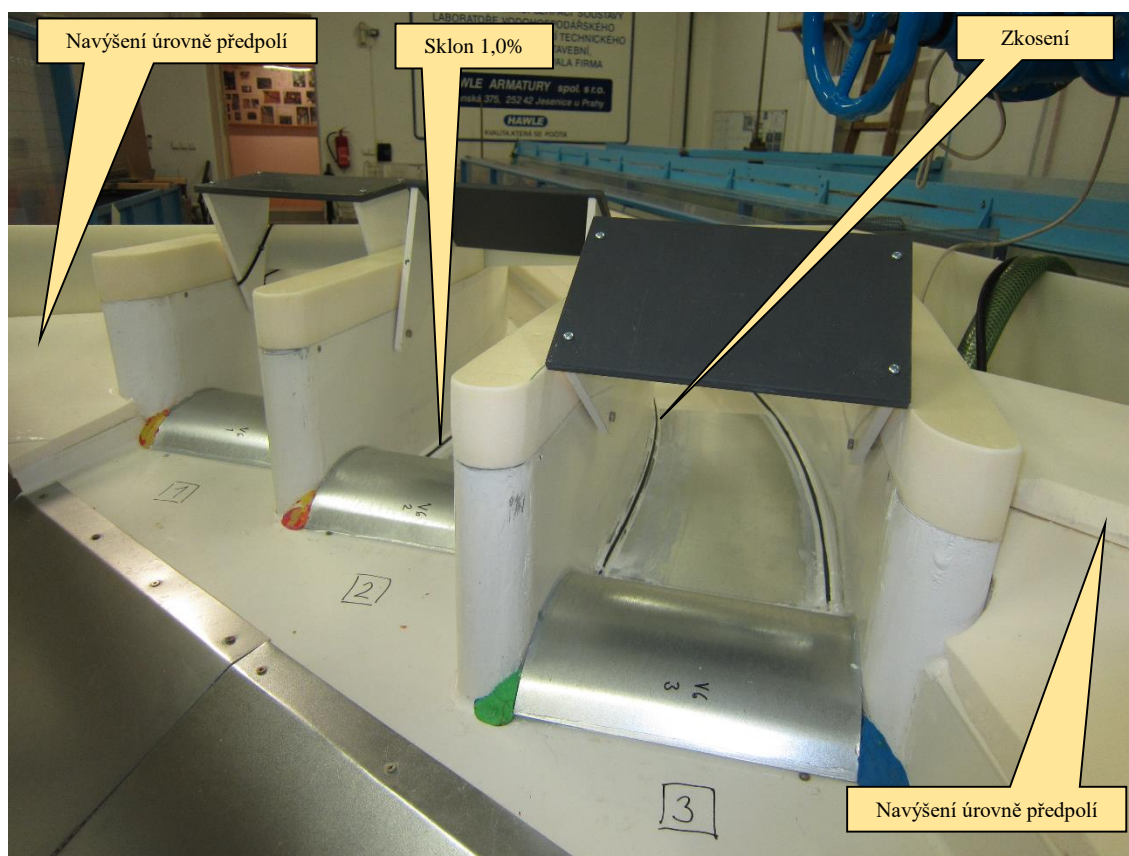
$$h = 0,0459 \cdot Q^{0,6951}, \quad (7.1)$$

kde  $h$  je výška v [m] přepadového paprsku a  $Q$  je průtok v [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] vtokovým objektem. Z uvedené závislosti lze odvodit současně i vztah pro  $Q/h$  charakteristiku ve tvaru:

$$Q = \left( \frac{h}{0,0459} \right)^{\frac{1}{0,6951}}. \quad (7.2)$$

V případě, že by bylo třeba stanovit úroveň hladiny v nádrži pro příslušnou hodnotu průtoku, k výsledku rovnice (7.1) se přičte kóta koruny přelivných hran, která má hodnotu 346,60 m n. m.

V grafu 2 je taktéž uvedená závislost zobrazující odchýlení získané charakteristiky vzhledem k charakteristice předpokládané projektantem v [2]. Až do průtoku v okolí 1100 m<sup>3</sup>/s je kapacita objektu větší než uvažoval projektant, pro průtoky vyšší se kapacita oproti projektantem uvažované snižuje. Pro  $Q_{1\,000} = 1411$  m<sup>3</sup>/s lze z rovnice (7.1) stanovit výšku přepadového paprsku hodnotou 7,10 m. Pro  $Q_{10\,000} = 1766$  m<sup>3</sup>/s je přepadová výška rovna 8,29 m. Získané hodnoty odpovídají variantě V5, ale s tím rozdílem, že prakticky v celém rozsahu posuzovaných průtoků je proudění v navazující části za pomoci vzdouvacích prahů homogenizováno.



**Obr. 37 Poprůdní pohled na variantu V6**

V rámci výrobních výborů byla diskutována otázka dalšího zvýšení kapacity objektu tak, aby byla zachována hladina na úrovni 354,60 m n. m. a dosaženo při ní požadované maximální kapacity objektu  $Q_{10\,000} = 1766$  m<sup>3</sup>/s. Tohoto požadavku by šlo dosáhnout několika následujícími způsoby.

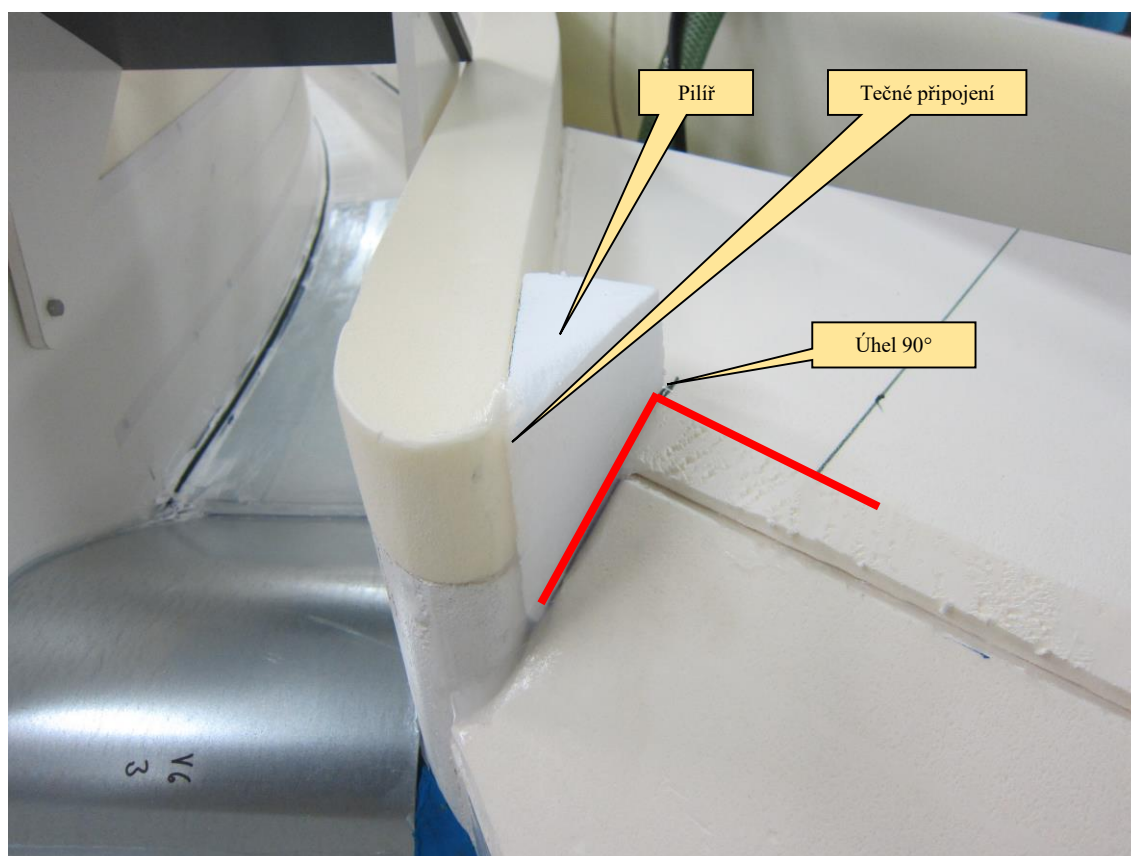
- 1) Pokračovat v dalším postupném zahlubování dna ve smyslu výše popsaného variantního řešení.
- 2) Celý vtokový objekt a navazující krytou část skluzu zahloubit o 0,29 m. Tedy posunout kótu vtokových prahů na hodnotu 346,31 m n. m.
- 3) Změnit délkové měřítko (zmenšení  $M$ ) fyzikálního modelu. Při výše uvedené podmínce tak změnou délkového měřítka modelu (všech geometrických rozměrů objektu) můžeme dosáhnout různých hodnot vertikálního posunu (směrem dolů) od uvedených 0,29 m v odrážce 2) až po posun nulový, kdy by kóta koruny vtokových prahů zůstala na projektantem požadované hodnotě 346,60 m n. m. při přepadové výšce 8,00 m. Pro dosažení tohoto stavu by bylo nutné změnit délkové měřítko modelu na hodnotu  $M = 52,52$ . V tab. 3 jsou uvedeny hodnoty potřebných vertikálních posunů kóty koruny vtokových prahů pro vybraná délková měřítka ležící v intervalu od  $M = 50$  až po zmíněných  $M = 52,52$ .

**Tab. 3 Kóta vtokových prahů v závislosti na změně délkového měřítka modelu  $M$**

Délkové měřítko modelu $M$	Vertikální posun (snížení) úrovně vtokového objektu (vtokových prahů) od projektované kóty 346,60 m n. m.	Kóta vtokových prahů
[-]	[m]	[m n. m.]
50,0	0,29	346,31
50,5	0,24	346,36
51,0	0,18	346,42
51,5	0,12	346,48
52,0	0,06	346,58
52,52	0,00	346,60

Aby nedošlo k chybě při interpretaci výsledků, nebudou zde další informace v souvislosti se změnou měřítka uváděny a případné výsledky budou objednateli dodány až po provedení nových transformačních výpočtů se získanou  $Q/h$  charakteristikou ve smyslu (7.1) resp. (7.2) a po či během zpracování dalšího stupně projektové dokumentace. Dále uváděné výsledky odpovídají délkovému měřítku  $M = 50$ . Všechny výše uvedené způsoby jsou pro dosažení kapacity objektu za předmětných okrajových podmínek relevantní a realizovatelné.

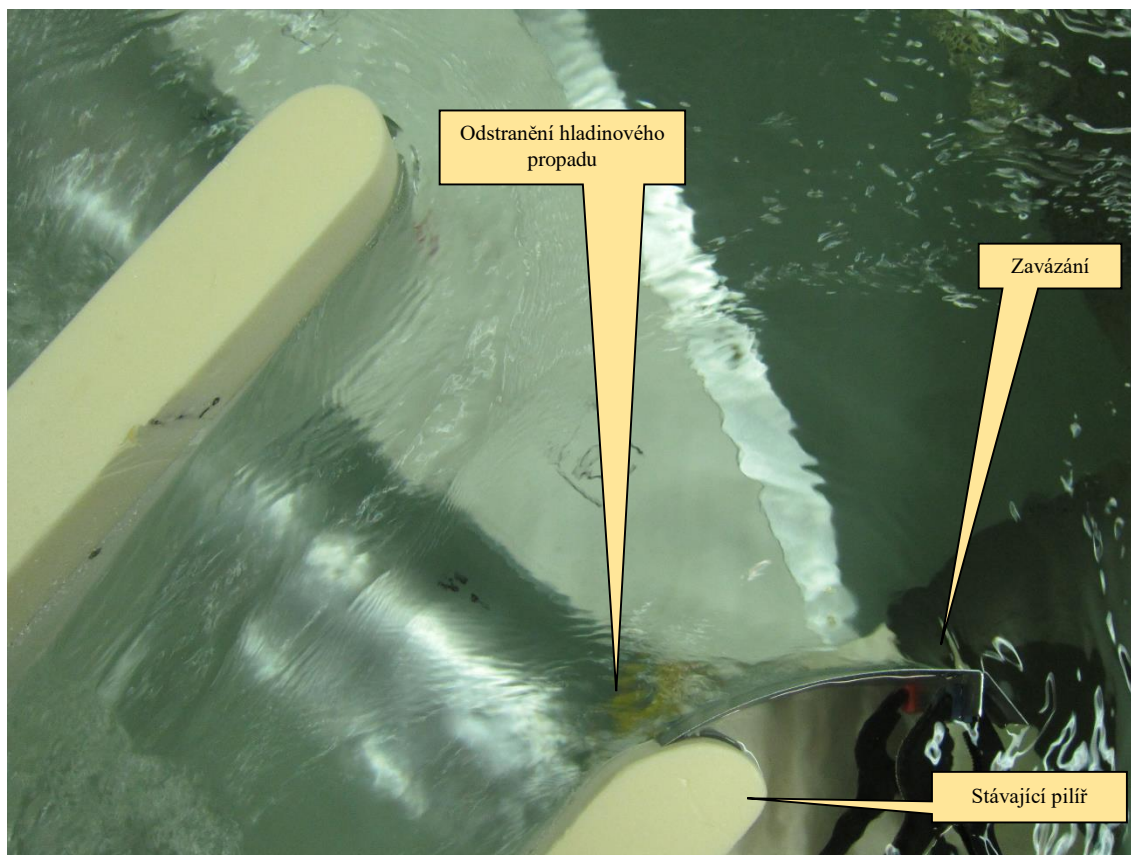
Konečné uspořádání změn v prostoru vtokového prahu vzhledem k projektantem navrženým konstrukcím je patrné ze schématu na obr. 41. Při zachování úrovně koruny vtokových prahů na hodnotě 346,60 m n. m. bude třeba, aby bylo předpolí realizováno na úrovni 344,04 m n. m. Kóta proniku šikmé rovinné části vtokového prahu se začátkem skluzu bude mít hodnotu 342,00 m n. m.



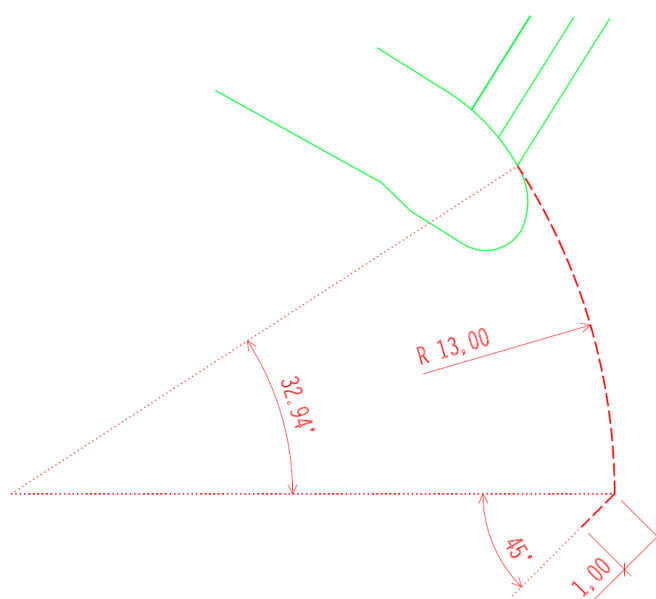
**Obr. 38 Popravní pohled na uzavření mrtvého prostoru mezi krajním pravým pilířem a svahem**

Z uvedených informací vyplývá, že dojde k celkovému absolutnímu poklesu dna kryté části skluzu o předmětných 1,35 m. Navázání na neměnnou geometrii otevřené části skluzu je třeba provést nejlépe v místě vertikálního oblouku v prostoru konfuzorové části skluzu. Tato změna

nebude mít na výsledky získané při našich experimentálních pracích prakticky žádný dopad. Lze říci, že hloubky proudu v prostoru skluzu získané na modelu VD byly stanoveny s jistou bezpečností, která odpovídá většímu převýšení, než které bude realizováno na díle. Pokud bychom při zanedbání mechanických ztrát porovnali rychlosti na konci skluzu stanovené pro spády rozdílné o 1,35 m, bude relativní rozdíl mezi získanými rychlostmi na zanedbatelné (v případě modelových zkoušek neměřitelné) úrovni 1 %.

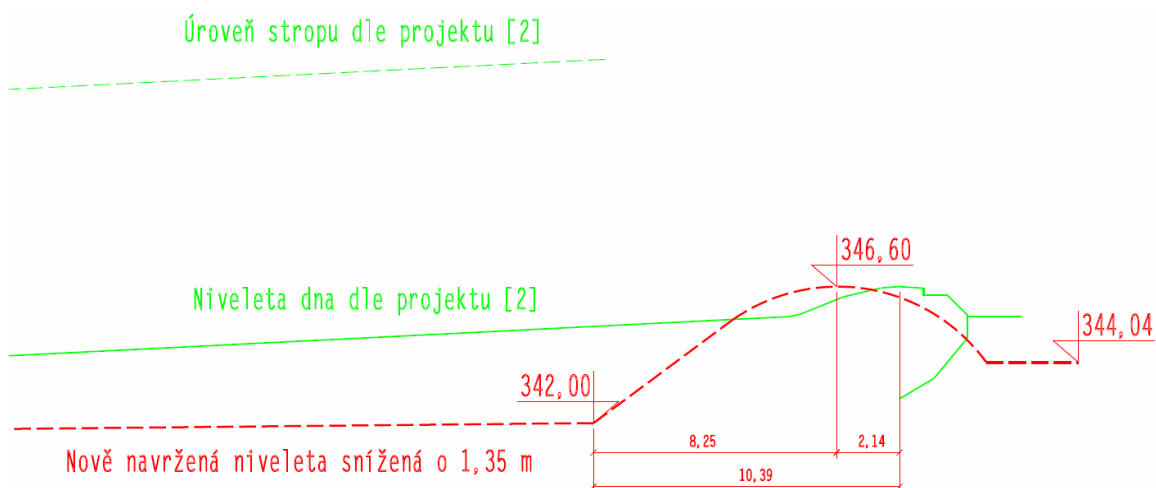


Obr. 39 Horní pohled na úpravu zavázání krajního levého pilíře směrem ke svahu



Obr. 40 Schéma úpravy zavázání levého krajního pilíře vtokového objektu



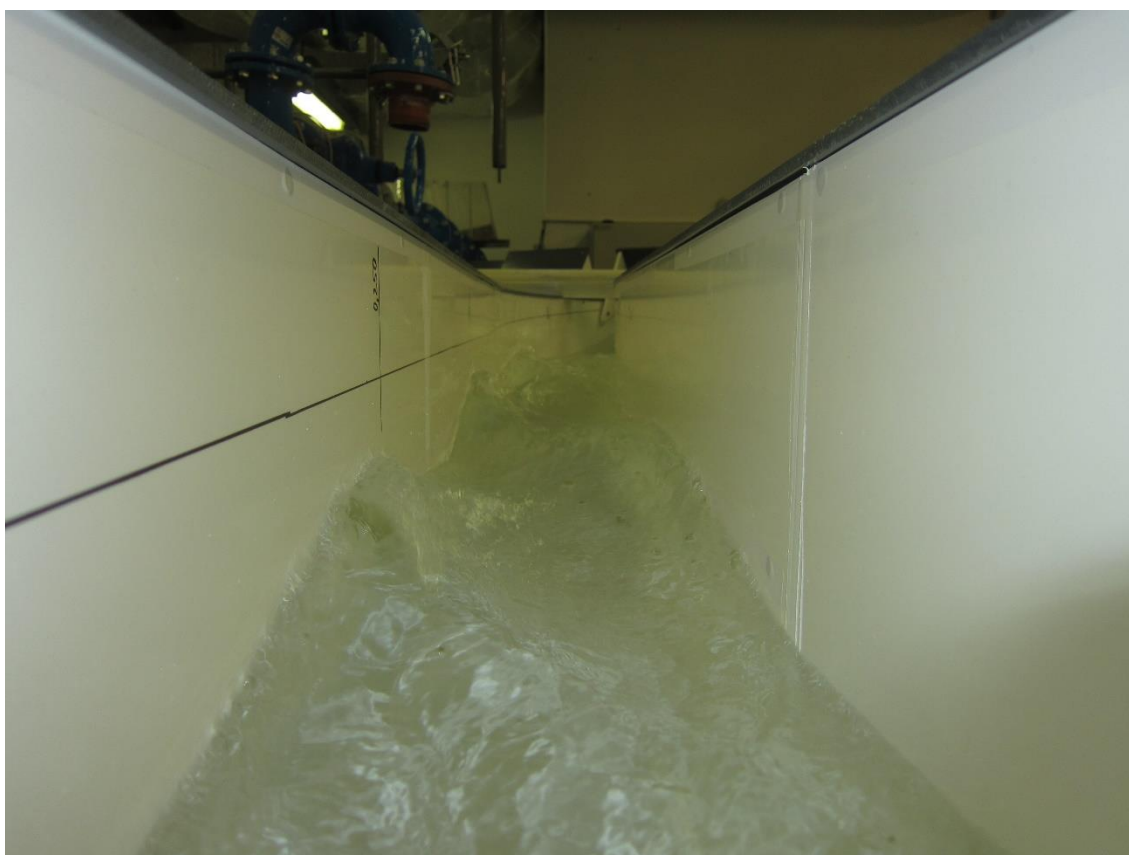


Obr. 41 Schéma úpravy vtokového prahu ve vztahu k navrženým konstrukcím dle [2]

## 7.2 Posouzení proudových poměrů na skluzu

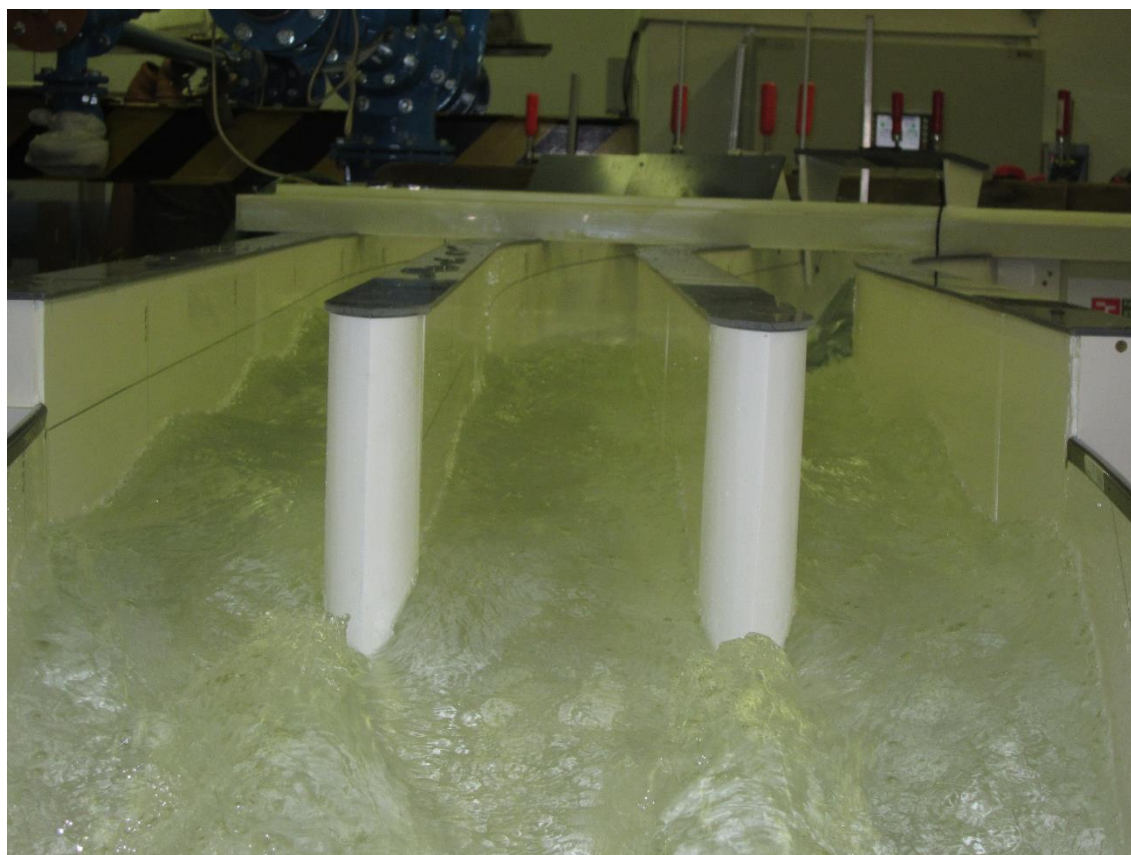
### 7.2.1 Posouzení proudových poměrů na skluzu bez stavebních úprav

Jak z předchozích odstavců zprávy vyplynulo, bylo proudění v kryté části skluzu v prakticky celém rozsahu průtoků objektem výrazně nehomogenní. Tato skutečnost byla způsobena kombinací více vlivů. Dominantním faktorem však byl nadkritický režim proudění realizující se v obloucích jednotlivých kanálů. Za tohoto režimu se na koncích každého z oblouků v závislosti na velikosti průtoku (Froudova kritéria) vytvářely mohutné příčné vlny dosahující po přepočtu na dílo výšky několika metrů.



Obr. 42 Protiproudání pohled na nadkritické proudění a příčné vlny v kanále 3 při variantě V0 a průtoku  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$

Ukázka tohoto proudění je patrná z obr. 33, obr. 35, obr. 42 či obr. 43. Toto výrazně nehomogenní proudění v jednotlivých kanálech kryté části skluzu se následně propagovalo poproudě do jeho otevřené části, kde vytvářelo výrazné příčné vlny a v příčném směru hloubkově nehomogenní proudění, vznikající vlny narážející na stěny skluzu dosahovaly úrovně výrazně převyšující návrhovou výšku jeho bočních stěn. Za uvedeného stavu vznikají výstupy vodní tříště, které převyšují výšku bočních stěn i o 9 m, viz obr. 48!

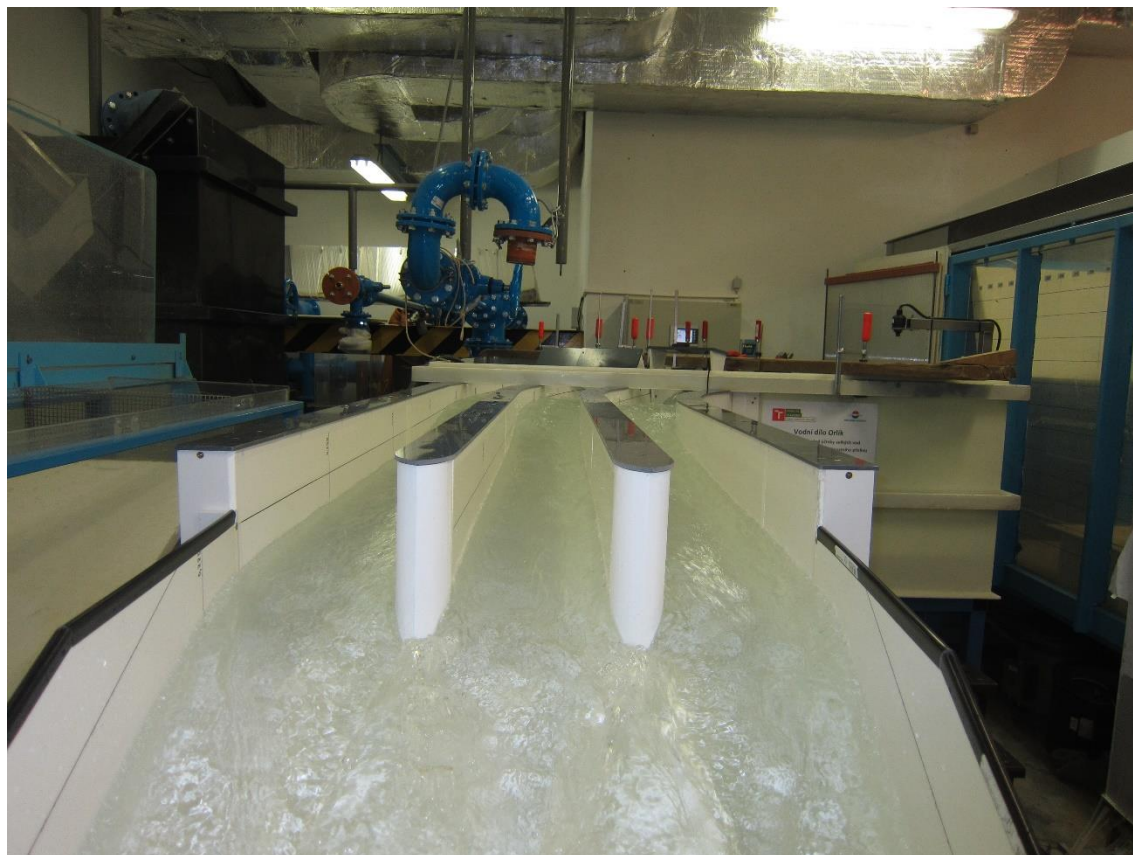


**Obr. 43 Protiproudění pohled na nehomogenní proudění při variantě V4 a průtoku  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$**

V závislosti na posuzované variantě V0 až V5 v jednotlivých kanálech kryté části skluzu při maximálních průtocích nastával za vtokovými prahy prostřednictvím přilehlého až vzdutého vodního skoku přechod z nadkritického režimu proudění do režimu podkritického. Změny režimu byly pro jednotlivé varianty již dříve uvedeny v tab. 2. Současně jsme již dříve uvedli, že ke změnám režimu proudění docházelo při různých průtocích v závislosti na tom, zda simulace probíhala při průtoku vzrůstajícím či klesajícím. V první fázi experimentálních prací byla snaha najít řešení, které tento jev potlačí a zabezpečí, aby v celém rozsahu návrhových průtoků k této změně režimu nedošlo a proudění bylo vždy v nadkritickém režimu tak, jak zamýšlel projektant. Ukázalo se však, že přechod do podkritického režimu v oblasti oblouků jednotlivých kanálů výrazným způsobem homogenizuje proudění a do prizmatického úseku kryté části skluzu vytéká zcela uklidněný a pravolevě hloubkově a rychlostně homogenizovaný proud. Porovnání charakteru proudění je jasně patrné z obr. 43 a obr. 44 pro dva rozdílné průtoky a variantu V4. V rámci výrobních výborů tak bylo rozhodnuto, že pro zajištění bezpečnosti objektu a komplexní provozní spolehlivosti bude požadován v co největším rozsahu průtoků popsáný přechod režimu proudění z nadkritického do režimu podkritického vodním skokem.

S podobným charakterem proudění, které bylo výše popsáno, se setkali i jiní autoři při řadě výzkumných úloh nadkritického proudění na skluzech vodních děl v místech, kde byly navrženy půdorysně orientované oblouky. Například zdroj [5] uvádí několik podobných příkladů skluzů, kde

musel být zajištěn v místě obloukové části skluzu přechod do podkritického proudění (Klabava u Ejpovic) anebo nalezeny jiné vhodné úpravy pro snížení kinetické energie přitékajícího proudu v kombinaci s interferenčními prahy instalovanými na dně skluzu (Hracholusky).



Obr. 44 Protiproudění pohled na homogenizované proudění při variantě V4 a průtoku  $Q = 1660 \text{ m}^3/\text{s}$

Během experimentálních prací byly pro varianty V0 a V6 zaměřeny v prostoru kryté i otevřené části skluzu průběhy hladin  $h_1$  až  $h_5$ , ze kterých byly za pomoci níže uvedených vztahů vypočteny příslušné na díle očekávané charakteristiky proudu. Tyto hloubky byly měřeny **vždy kolmo** k niveletě skluzu v daném měrném profilu. V případě jednotlivých kanálů kryté části kluzu byly měřeny hloubky vždy v rovině podélné osy příslušného kanálu, dle označení kanálu se jednalo o hloubky  $h_1$ ,  $h_2$  a  $h_3$ . V případě profilů napříč otevřenou částí skluzu k těmto hloubkám přibýly u stěn měřené hloubky  $h_4$  (poproudě vlevo) a  $h_5$  (poproudě vpravo). Schématicky vyznačené profily měření napříč příslušnými částmi kryté, resp. otevřené části skluzu jsou patrné z obr. 45.

Plocha průtočného průřezu  $S_i$  v příslušném kanálu kryté části skluzu šířky  $b_i$  byla stanovena dle:

$$S_i = h_i \cdot b_i, \quad kde i \in (1,3). \quad (7.3)$$

Plocha průtočného průřezu  $S$  v otevřené části skluzu šířky  $b$  byla stanovena dle:

$$S = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{n=5} h_i \cdot b, \quad kde i \in (1,5). \quad (7.4)$$

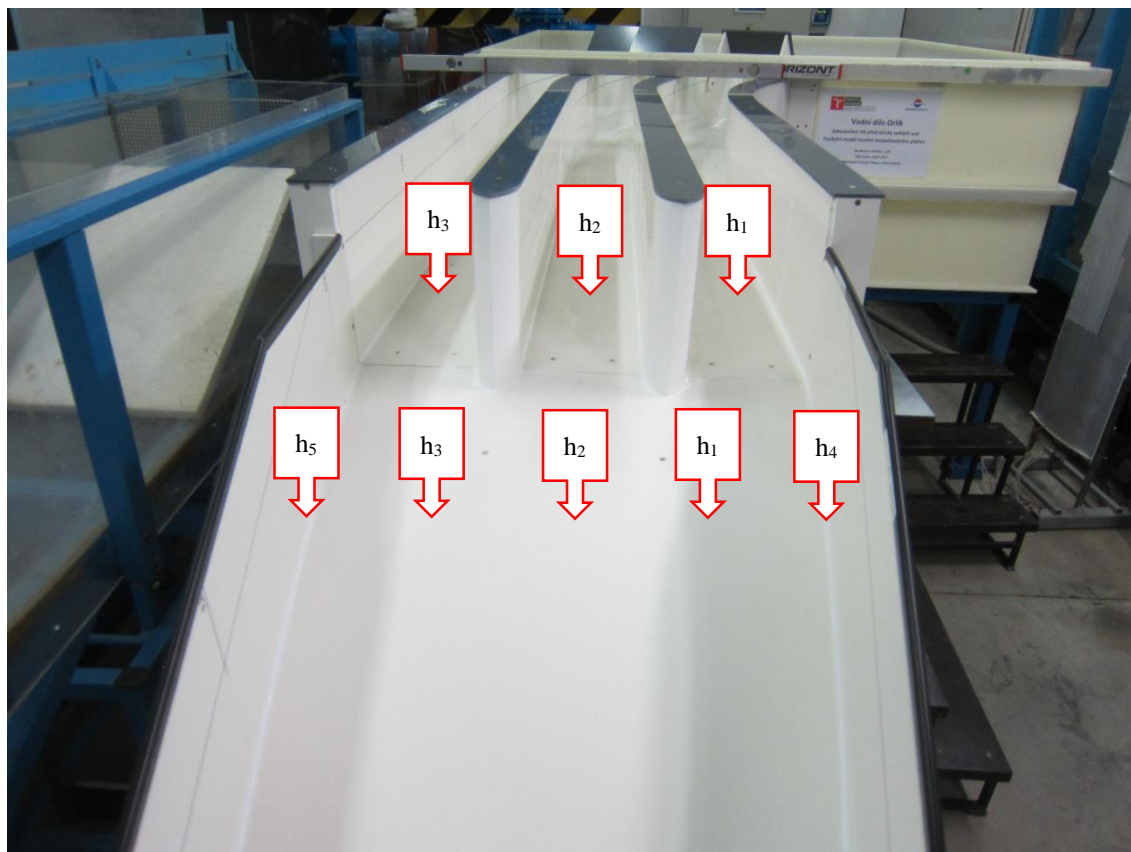
Střední (výpočtová) rychlost proudu v příslušném kanálu kryté části skluzu byla stanovena dle:

$$v_i = \frac{Q}{3 \cdot S_i}, \quad kde i \in (1,3). \quad (7.5)$$



Střední (výpočtová) rychlost proudu v otevřené části skluzu byla stanovena dle:

$$v = \frac{Q}{S}. \quad (7.6)$$



Obr. 45 Protiproudň pohled na pozice k niveletě kolmo měřených hloubek proudu v kryté a otevřené části skluzu

Hloubka provzdušněného proudu  $h_{aer,i}$  v jednotlivých kanálech kryté části skluzu ve smyslu rovnice (5.8) byla stanovena na základě průměrné rychlosti určené ze všech tří kanálů v příslušném měrném profilu dle:

$$h_{aer,i} = h_i \left( 1 + \frac{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^{n=3} v_i}{100} \right), \quad kde i \in (1,3). \quad (7.7)$$

Hloubka provzdušněného proudu v otevřené části skluzu vlevo  $h_{aer,L}$ , resp. vpravo  $h_{aer,P}$  ve smyslu rovnice (5.8) byla stanovena dle:

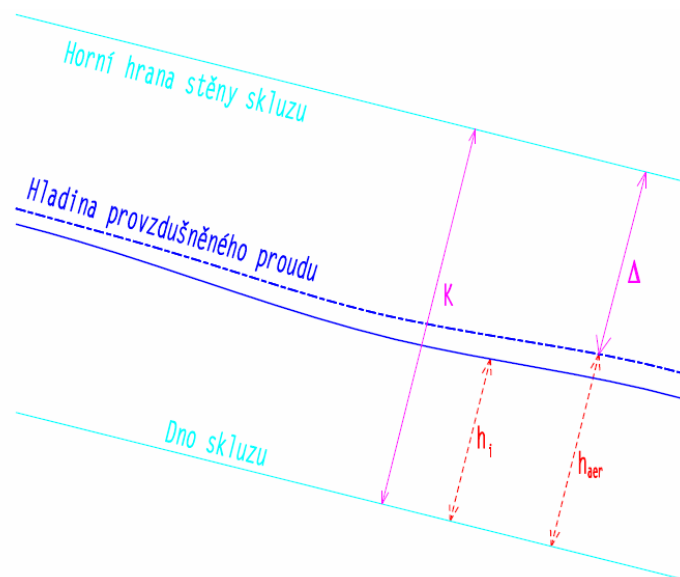
$$h_{aer,L} = h_4 \left( 1 + \frac{v}{100} \right), \quad resp. \quad h_{aer,P} = h_5 \left( 1 + \frac{v}{100} \right). \quad (7.8)$$

Kolmá odlehlost horní hrany levé  $\Delta_L$ , resp. pravé  $\Delta_P$  zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu byla stanovena dle:

$$\Delta_L = K - h_{aer,L}, \quad resp. \quad \Delta_P = K - h_{aer,P}, \quad (7.9)$$

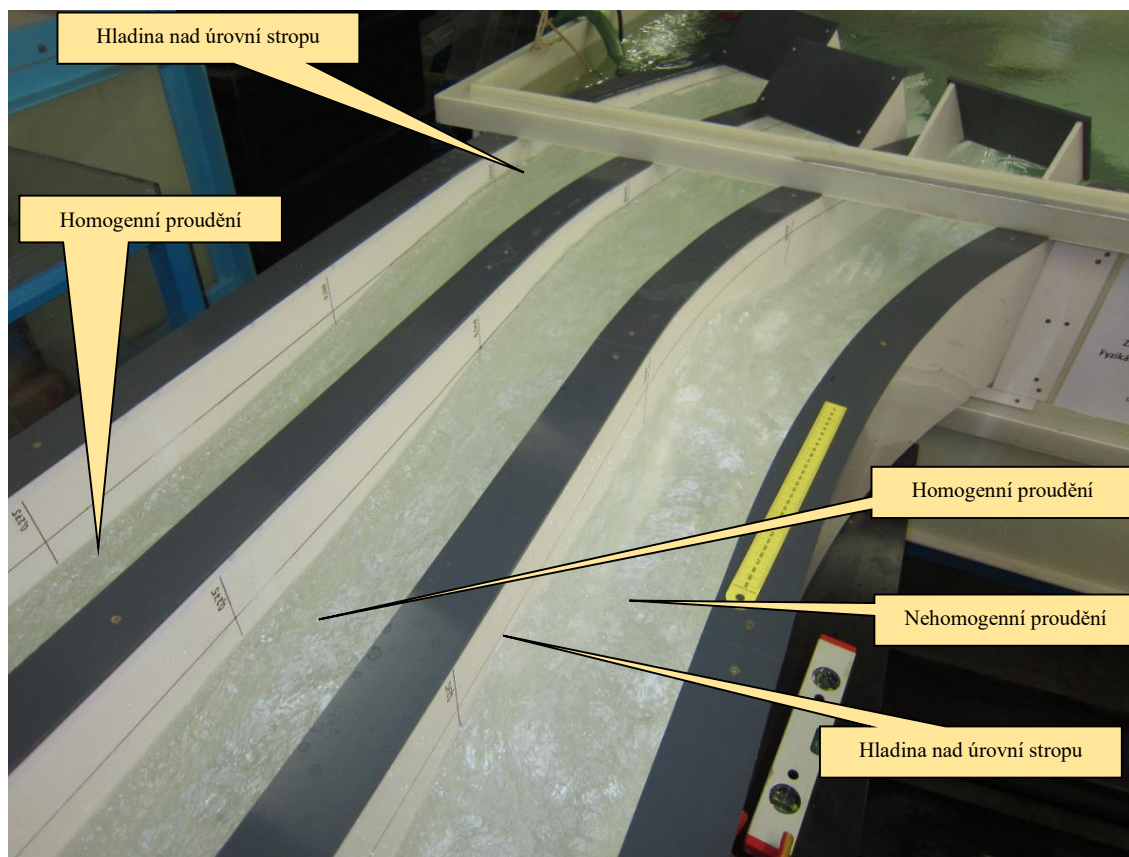
kde  $K$  je kolmá odlehlost horní hrany stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v měrném profilu.





**Obr. 46** Schéma měřených a vypočtených charakteristik proudu v měrném profilu skluzu

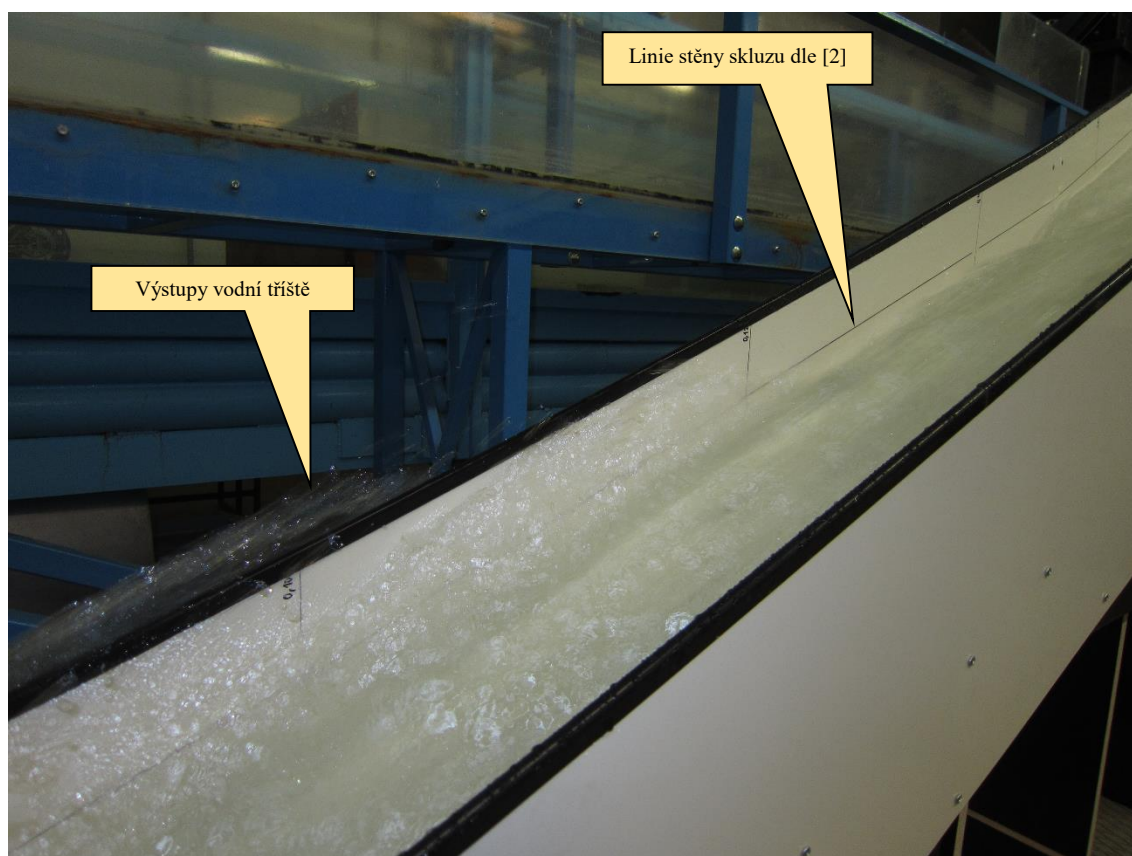
Pro projektovanou variantu V0 byly zaměřeny a vypočteny výše uvedené charakteristiky proudu. Průběh těchto charakteristik je patrný z tabelárních a grafických příloh s označením P\_T\_0\_S\_X (Příloha\_Tabulka\_varianta V0\_Stavající pilíře\_X = příslušný průtok) a P\_G\_0\_S\_X (Příloha\_Graf\_varianta V0\_Stavající pilíře\_X = příslušný průtok). S je označení pro stávající projektantem navržený tvar zhlaví vnitřních pilířů kryté části skluzu při přechodu do jeho otevřené části.



**Obr. 47.** Pohled na úroveň proudu v jednotlivých kanálech kryté části skluzu při variantě V0 a průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

Vzhledem k extrémně neuspořádaným proudovým poměrům v jednotlivých kanálech kryté části skluzu, o kterých jsme věděli, že budou eliminovány příslušnými úpravami, byly v těchto místech zaměřeny pouze maximální výstupy jednotlivých příčných vln. Především to platí při průtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$ . V grafech jsou vyneseny i kolmé odlehlosti stěn skluzu, resp. úroveň projektovaného stropu v kryté části skluzu. Je zřejmé, že při maximálním návrhovém průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  dochází k nepříjemnému ataku stropu kryté části skluzu, což je velmi dobře patrné z obr. 47. K tomuto stavu dochází v případech homogenního i nehomogenizovaného charakteru proudu.

O charakteru proudění v otevřené části skluzu jsme se již zmínili a dále ho vzhledem k avizovaným úpravám nebude komentovat. Průběh hladin je patrný z uvedených příloh a pro představu taktéž z obr. 48.



Obr. 48. Silně neuspořádané proudění na otevřené části skluzu s extrémními výstupy hladiny a vodní tříště při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

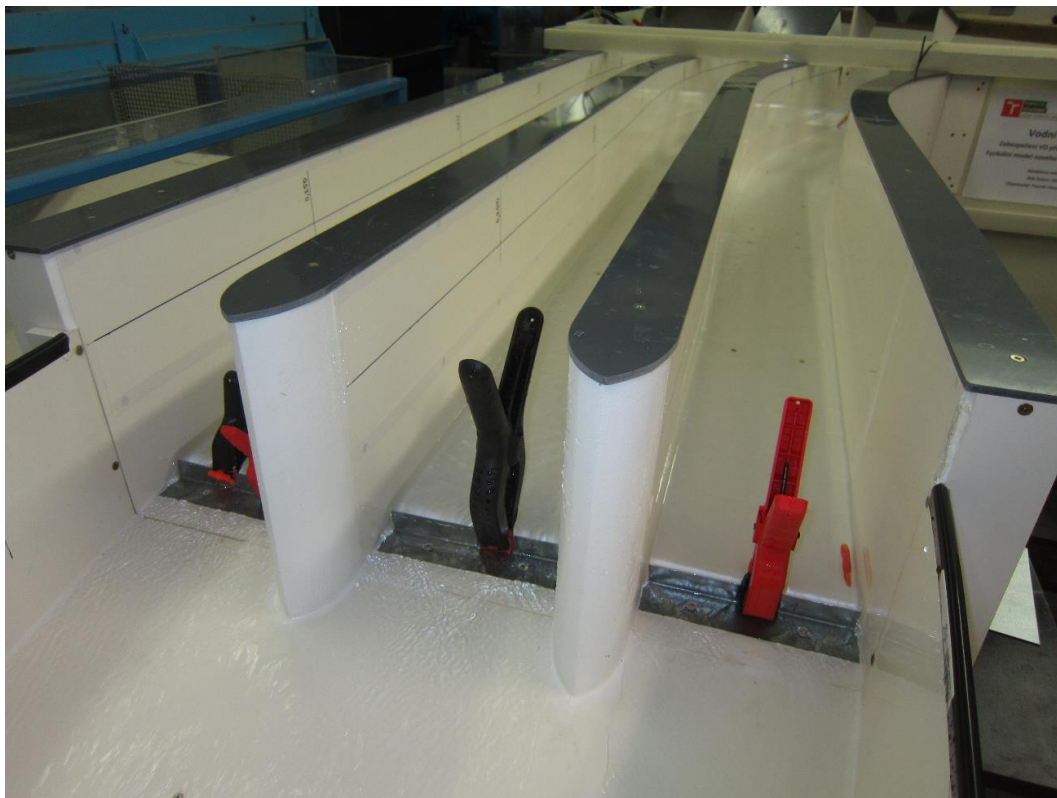
### 7.2.2 Posouzení proudových poměrů v kryté části skluzu pro variantu V6

Jak bylo již několikrát zmíněno a odůvodněno, bylo pro homogenizaci proudění v kryté a navazující části skluzu nutné zajistit, aby v prostoru za přelivnými prahy vtokového objektu došlo k přechodu nadkritického proudění do proudění podkritického. Tento přechod by neměl být nahodilý a splňovat podmínku opakovatelnosti výskytu v co největším rozsahu průtoků objektem. Současně musí být zajištěna dostatečná průtočná kapacita objektu, čehož bylo ve smyslu kapitoly 7.1 dosaženo přechodem z varianty V5 na variantu V6 s větší mírou prohloubení. Tato spočívá v úpravě přelivných prahů jednotlivých kanálů tak, jak bylo již uvedeno, a současně v instalaci tzv. vzdouvacích prahů.

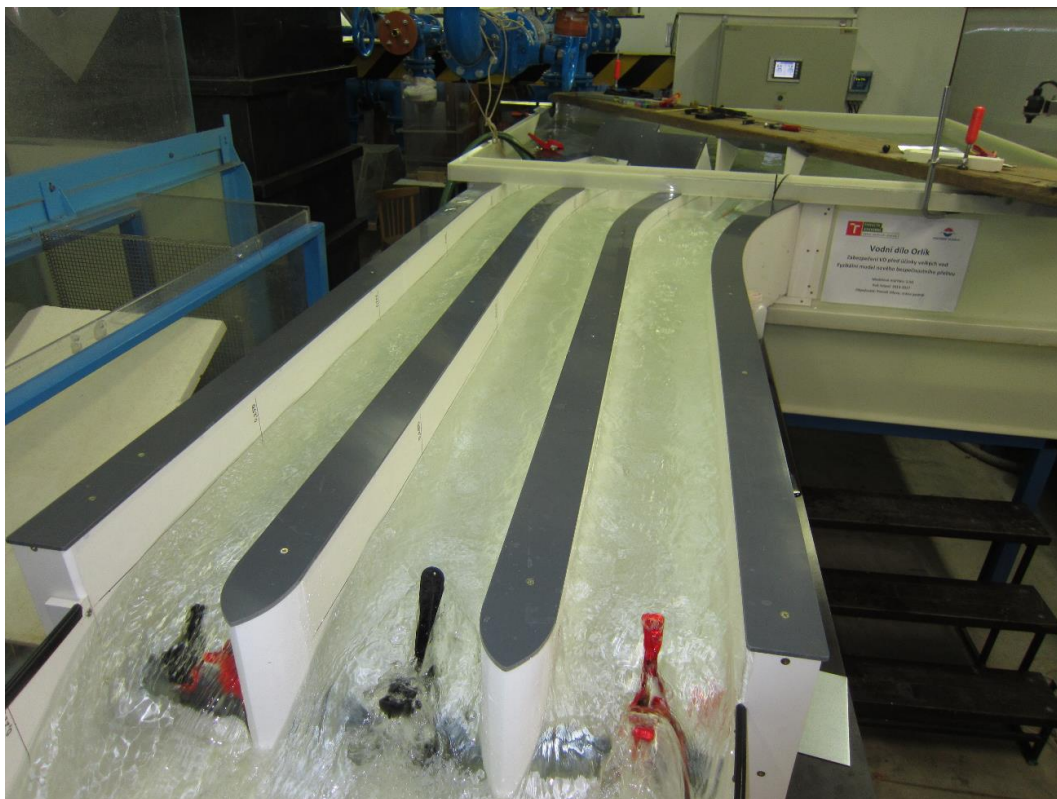
Hledání pozic a velikostí vzdouvacích prahů probíhalo v několika krocích s různými variantními přístupy. Byla zkoušena např. varianta instalace vzdouvacích prahů na přechodu mezi



krytou a otevřenou částí skluzu tak, jak je uvedeno na obr. 49 a obr. 50. Touto variantou bylo dosaženo požadovaného efektu, což lze vidět v porovnání s identickým průtokem na obr. 43.



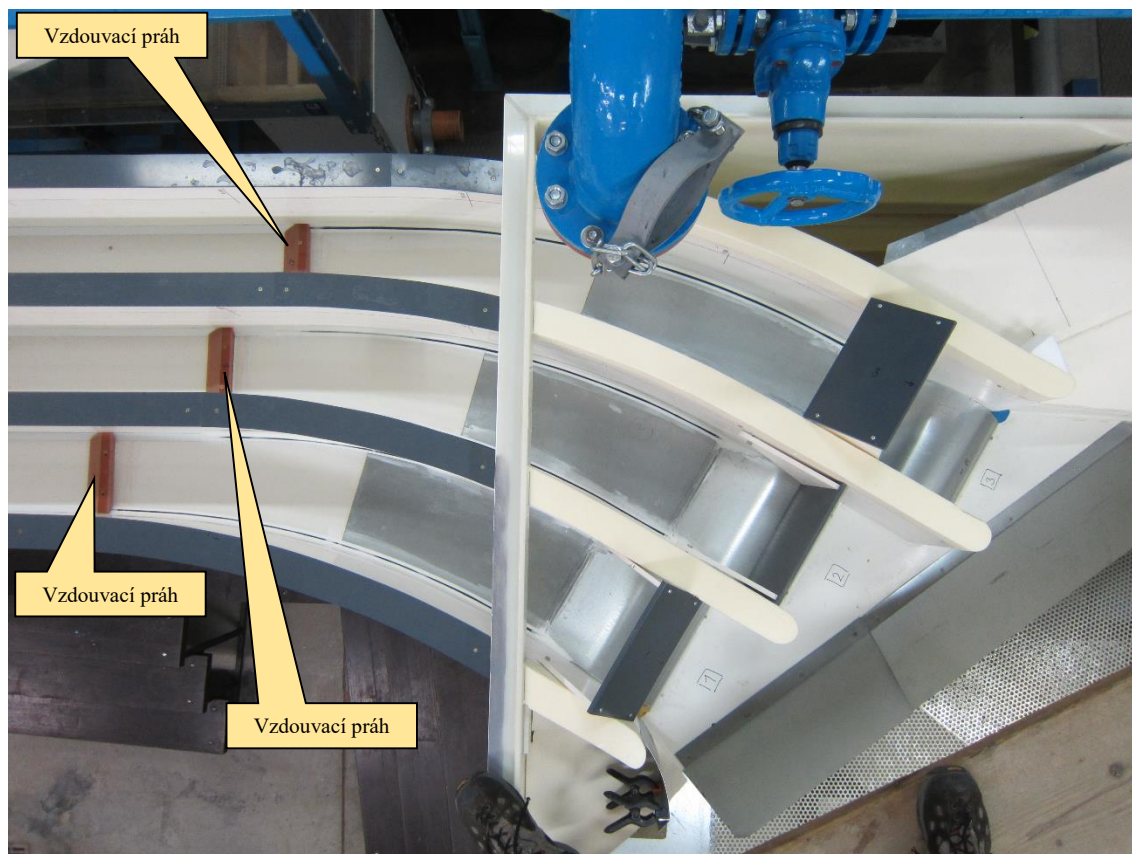
Obr. 49 Instalace 1,2 m vysokých vzdouvací prahů na konci kryté části skluzu



Obr. 50 Funkce 1,2 m vysokých vzdouvací prahů na konci kryté části skluzu při průtoku  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (porovnej s obr. 43!)

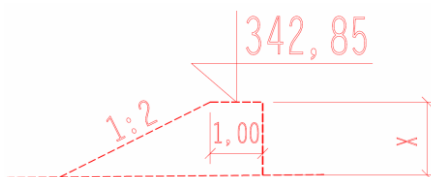
Nevýhodou tohoto řešení však bylo „nepotřebné“ vzduť proudů v celé délce kryté části skluzu a neuspořádaný charakter proudění při vstupu do otevřené části.

Výhodnějším řešením se tak jevila instalace vzdouvacích prahů na začátku prizmatických úseků kryté části skluzu, resp. konci oblouků jednotlivých kanálů. Pozice vzdouvacích prahů jsou patrné z obr. 51 a obr. 54.



**Obr. 51** Pozice vzdouvacích prahů na konci oblouků jednotlivých kanálů

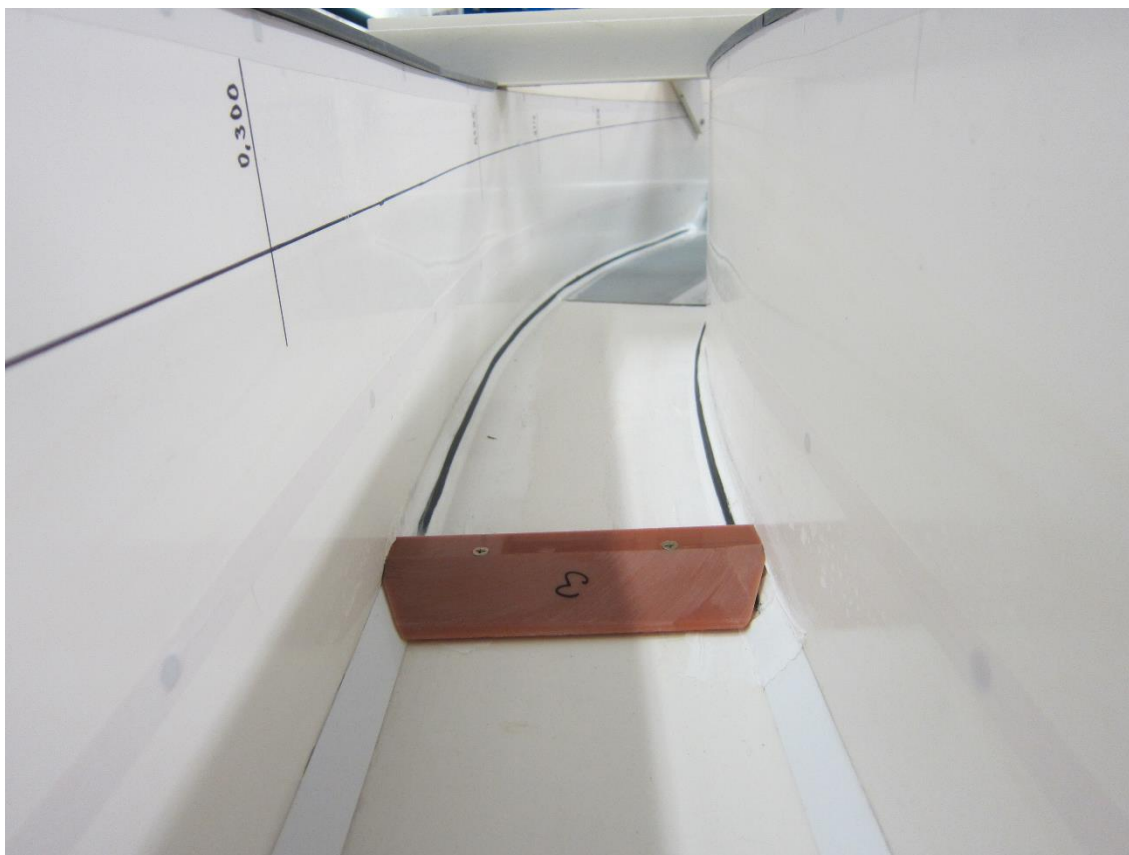
Nalezení tvarů, velikostí a výškových úrovní prahů v jednotlivých kanálech bylo prováděno postupně a v souvislosti se stanovením průtokové kapacity objektu. Hledání velikostí vzdouvacích prahů bylo prováděno samostatně pro každý kanál tak, aby pro návrhové průtoky došlo ke vzniku přilehlých vodních skoku ve vztahu k přelivným prahům. Po konečném výškovém zaměření jsme zjistili, že všechny tři vzdouvací prahy jsou „logicky“ ve vztahu k úrovním přelivných prahů na stejné výškové kótě 342,85 m n. m. Tato kóta již odpovídá uvažovanému zahloubení o 1,35 m. Tvar přelivného prahu byl konzultován při výrobním výboru s projektantem a jeho příčný průřez je zřejmý ze schématu na obr. 52. Výška jednotlivých prahů se pohybuje okolo 1,4 m a vyplývá z úrovně dna v místě situování, které je zřejmé z půdorysného schématu na obr. 54. Místa instalace vzdouvacích prahů jsou identifikována příslušným staničením. Ve schématu jsou uvedeny i konečné návrhové sklony v jednotlivých kanálech v prostoru jejich oblouků. V prostředním kanále je sklon 1,0 %. V kanále [1] je sklon 1,31 %, v kanále [3] je navržen sklon 0,70 %.



**Obr. 52.** Příčný řez vzdouvacím prahem



Detailní pohled na tvar vzdouvacího prahu je uveden na obr. 53. Projektant vhodným způsobem upraví prahy tak, aby byl dostatečně odvodněn prostor protiproudě před nimi.



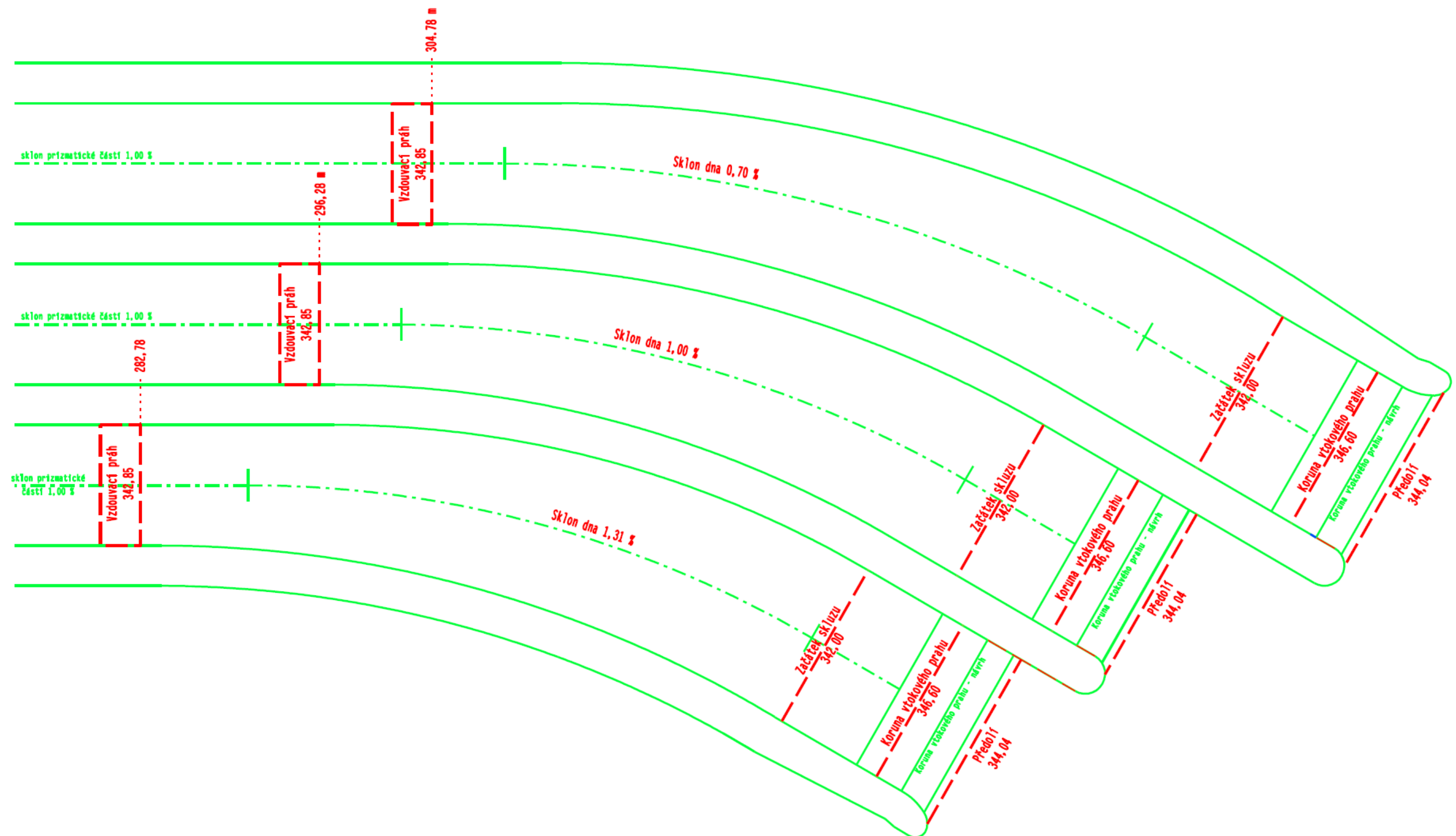
Obr. 53 Detailní protiproudění pohled na vzdouvací práh v kanále 3

Proudění na modelu při takto nalezených a instalovaných vzdouvacích prazích vykazovalo velkou míru opakovatelnosti přechodu režimu proudění (vzniku a zániku vodního skoku). Již dříve zmíněná hystereze ve vzniku vodního skoku při nárůstu a zániku poklesu průtoku nebyla pozorována. Přechod proudění za přelivnými prahy vtokového objektu prostřednictvím vodního skoku se realizuje již od celkového průtoku  $340 \text{ m}^3/\text{s}$  v kanálech 2 a 3. V kanále 1 nastává přechod následně při celkovém průtoku objektem od hodnoty  $450 \text{ m}^3/\text{s}$ .



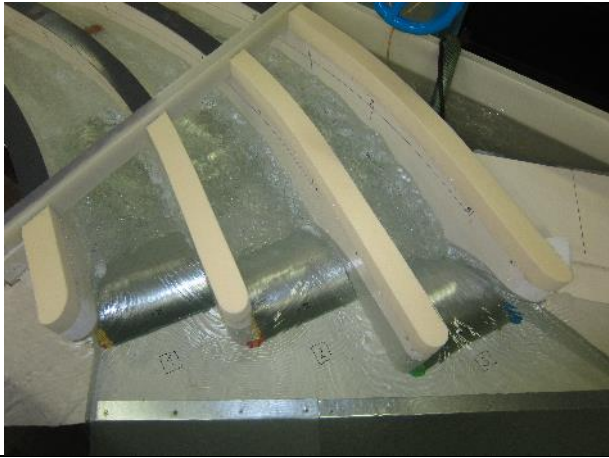



Proudění ve všech třech kanálech za všech pozorovaných průtoků je homogenní. Hloubky proudu měřené napříč v jednotlivých kanálech jsou prakticky identické. Vznikající vodní skok je tlumený bez extrémních fluktuací. Zpětný přechod do bystrinného proudění v okolí vzdouvacích prahů je klidný, hladina je „hladká“ bez náznaku příčných vln.

Popsaným řešením se podařilo homogenizovat proudění do té míry, že na přechodu mezi krytou a otevřenou částí skluzu jsou hloubky proudu v jednotlivých kanálech prakticky shodné, a to v rozsahu všech pozorovaných průtoků. Tento stav je příznivý pro dosažení pravolevé symetrie proudění v navazující otevřené části skluzu.

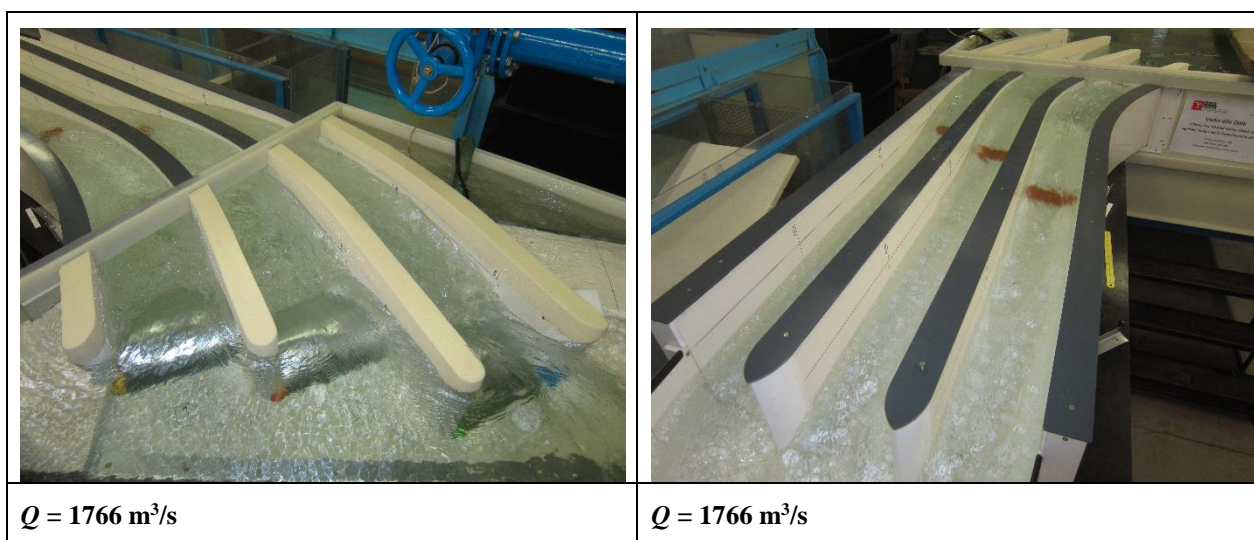
Ukázky proudění pro různé i oba návrhové průtoky jsou uvedeny na obr. 55. Průběhy hloubek proudu pro čtyři zvolené průtokové stavy jsou součástí přílohy P2. Měřené, resp. hloubky aerovaného proudu v kryté části skluzu odpovídají **maximálním hodnotám**, jež byly v průběhu měření v delším pozorovacím intervalu zaznamenány. Výstřiky proudu se v oblasti oblouků jednotlivých kanálů nevyskytují. Střední (výpočtové) rychlosti proudu stanovené ve smyslu (7.5) jsou při maximálním průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  v obloucích předmětných kanálů očekávatelné na úrovni  $9,0 \text{ m/s}$ . Intenzita provzdušnění proudu je nízká.



Obr. 54 Schéma úpravy jednotlivých kanálů v úseku mezi vtokovými a vzdouvacími prahy, červeně – nově navržené konstrukce

	
<p><math>Q = 510 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>	<p><math>Q = 510 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>
	
<p><math>Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>	<p><math>Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>
	
<p><math>Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>	<p><math>Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}</math></p>





**Obr. 55 Ukázky proudění v kryté části skluzu pro vybrané průtoky objektem**

Linie stropu viditelné na všech obrázcích u varianty V6, resp. všech variant, kde došlo ke změně sklonu dna kryté části skluzu, jsou a mohou být zavádějící. Jedná se o linie projektantem navržené úrovně stropu platné pro variantu V0.

V případě varianty V6 by tak hladinové úrovně proudu měly být správně v kryté části skluzu o 1,35 m níže. Protože projektant v dalších stupních projektové dokumentace bude na základě námi zjištěných průběhů hladin měnit úroveň dna, resp. i úroveň stropu, nejsou v přílohách P2 u varianty V6 linie stropu uvedeny. Je tak zajištěno, že nedojde k nesprávné interpretaci výsledků.

### **7.2.3 Posouzení proudových poměrů v otevřené části skluzu pro variantu V6**

Po homogenizaci proudění v jednotlivých kanálech kryté části skluzu bylo přistoupeno k optimalizaci proudových poměrů v jeho otevřené části. Již bylo zmíněno, že hloubky na konci jednotlivých kanálů kryté části skluzu byly téměř identické, což se projevovalo kladně na pravolevé symetrii proudění v jeho otevřené části. Jedinými prvky, které způsobovaly výraznější hladinové deformace a přispívaly tak ke vzniku příčných vln na hladině aerovaného proudu, tak byly tvary zhlaví dvou koncových vnitřních pilířů kryté části skluzu.

V následujících odstavcích budou popsány experimentální práce vedoucí k potlačení hladinových deformací vznikajících poproudě za těmito pilíři.

Následně budou prezentovány dosažené výsledky průběhů hladin na skluzu v případě, kdy jsou protékány pouze dva ze tří kanálů.

Závěrem kapitoly se zmíníme o možnostech potlačení přelévání stěn skluzu za pomoci liniových usměrňovačů.

#### **7.2.3.1 Proudění na skluzu při použití pilířů dle projektovaného stavu**

Symetrické zatížení skluzu za výtokem ze všech tří kanálů do jeho otevřené části je nejlépe pozorovatelné při nízkých průtocích. Za průtoku  $450 \text{ m}^3/\text{s}$  lze na obr. 56 pozorovat symetricky se utvářející křížové vlny. Největší hladinové deformace poproudě za navrženými pilíři jsou naopak zřetelné při maximálním návrhovém průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  na obr. 57. Tyto hladinové poruchy se přenáší dále po proudu a přispívají k přelévání stěn skluzu.



Obr. 56 Protiproudňí pohled na symetrické zatížení počátku otevřené části skluzu při průtoku  $450 \text{ m}^3/\text{s}$



Obr. 57 Protiproudňí pohled na hladinové deformace za koncovými pilíři při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$



Průběhy charakteristik proudu po délce skluzu pro čtyři vybrané průtoky byly měřeny a vypočteny tak, jak bylo popsáno v kapitole 7.2.1 a jsou uvedeny v příloze P2 s označením P\_T\_6\_S\_X (Příloha\_Tabulka\_varianta V6\_Stavající pilíře\_X = příslušný průtok) a P\_G\_6\_S\_X (Příloha\_Graf\_varianta V6\_Stavající pilíře\_X = příslušný průtok). Z těchto průběhů je patrné, že jak při průtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  tak i při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  dochází v počátku prizmatické části skluzu v okolí konce konfuzoru k přelévání navržených úrovní zdí skluzu. Toto přelévání je na obou stranách prakticky symetrické.

Maximální k niveletě daného měrného profilu kolmá odlehlost provzdušněného proudu nad úroveň projektovaných zdí skluzu při  $Q_{1\,000}$  dosahuje 0,78 m, při průtoku  $Q_{10\,000}$  dosahuje rozdíl až 2,23 m. Veškeré hodnoty jsou zřejmé z tabulek jednotlivých příloh. V případě přelití stěn skluzu jsou tyto hodnoty zvýrazněny červeným podbarvením v posledních dvou řádcích tabulek. Ukázka přelití v prostoru konce konfuzorové části skluzu je patrná z obr. 58. K přelití stěn při obou největších průtocích současně dochází také prakticky v celé koncové části skluzu, která je vedena ve sklonu 1 %. Hladinové úrovně pozorované na modelu odpovídají hloubkám neaerovaného proudu.

Z příloh je taktéž patrný trend průběhu střední (výpočtové) rychlosti, která se v otevřené části skluzu pohybuje při maximálním průtoku od vstupní hodnoty 12 m/s až po rychlost před zaústěním do prostoru dolní vody dosahující téměř 30 m/s. Jisté pozorovatelné „nelogické“ excesy na křivce rychlostí jsou dány příslušnými v daných profilech extrémními hladinovými nárůsty či propady, které nelze zde zvoleným výpočtovým přístupem zcela postihnout.

Potlačení přelévání stěn skluzu, pokud nebudou adekvátně navýšeny, v místě konce konfuzoru je možné realizovat instalací liniových usměrňovačů, které budou popsány později. Přelévání stěn skluzu v jeho dolní části není možné výrazně potlačit či odstranit. Jedinou možností je navýšení stěn skluzu.



Obr. 58 Počátek přelití pravé stěny skluzu ve staničení 175,00 při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

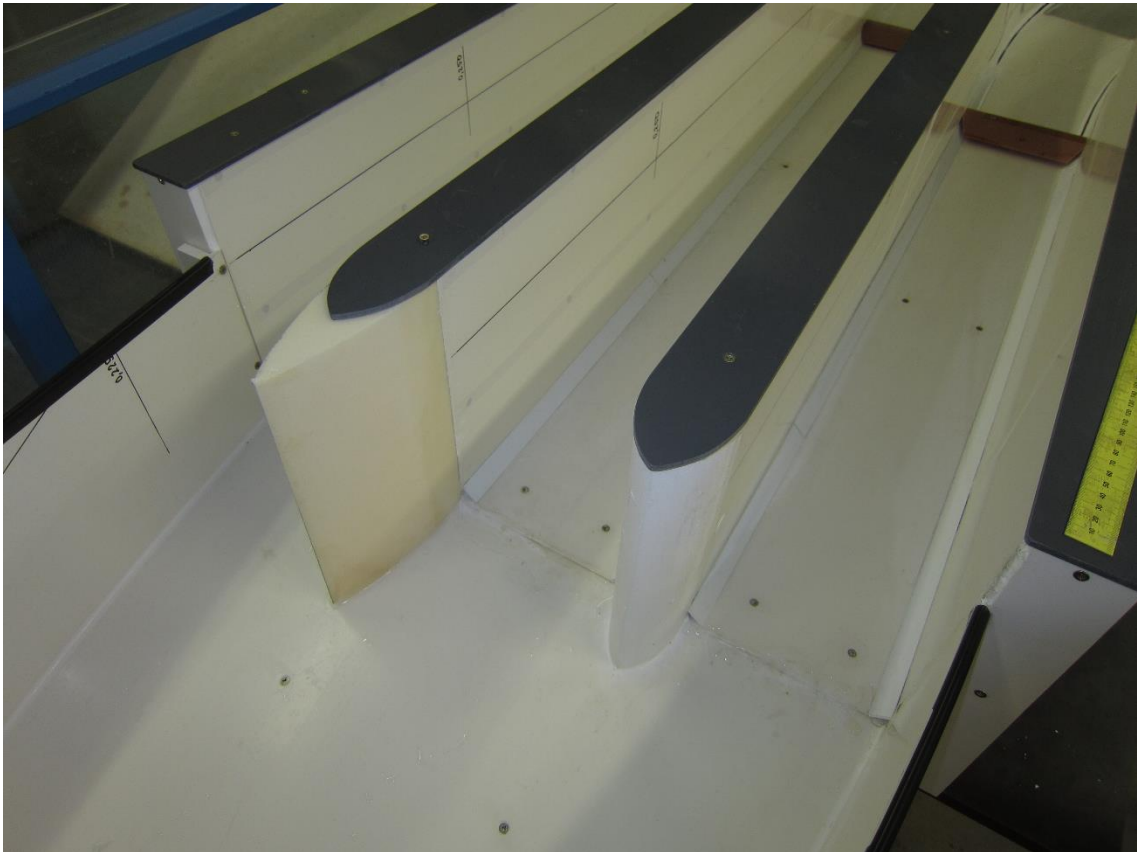


#### 7.2.3.2 Proudění na skluzu při použití prodloužených pilířů podobných projektovanému stavu

V rámci potlačení případně eliminace přelévání aerovaného proudu přes stěny otevřené části skluzu bylo vyzkoušeno několik variant úprav zhlaví koncových vnitřních pilířů kryté části skluzu.

Na obr. 59 je fotografie dvojnásobně prodloužené verze projektantem původně navrženého pilíře. Pro porovnání proudění mezi původním a upraveným pilířem byly zkoušky realizovány v konfiguraci na obr. 59.

Ukázalo se, že uvedené prodloužení pilíře má jen zanedbatelný dopad na hladinové deformace realizující se poproudě za ním, což je vidět z obr. 60. Oblast vzniku deformace je pouze odsunuta o příslušné prodloužení pilíře.



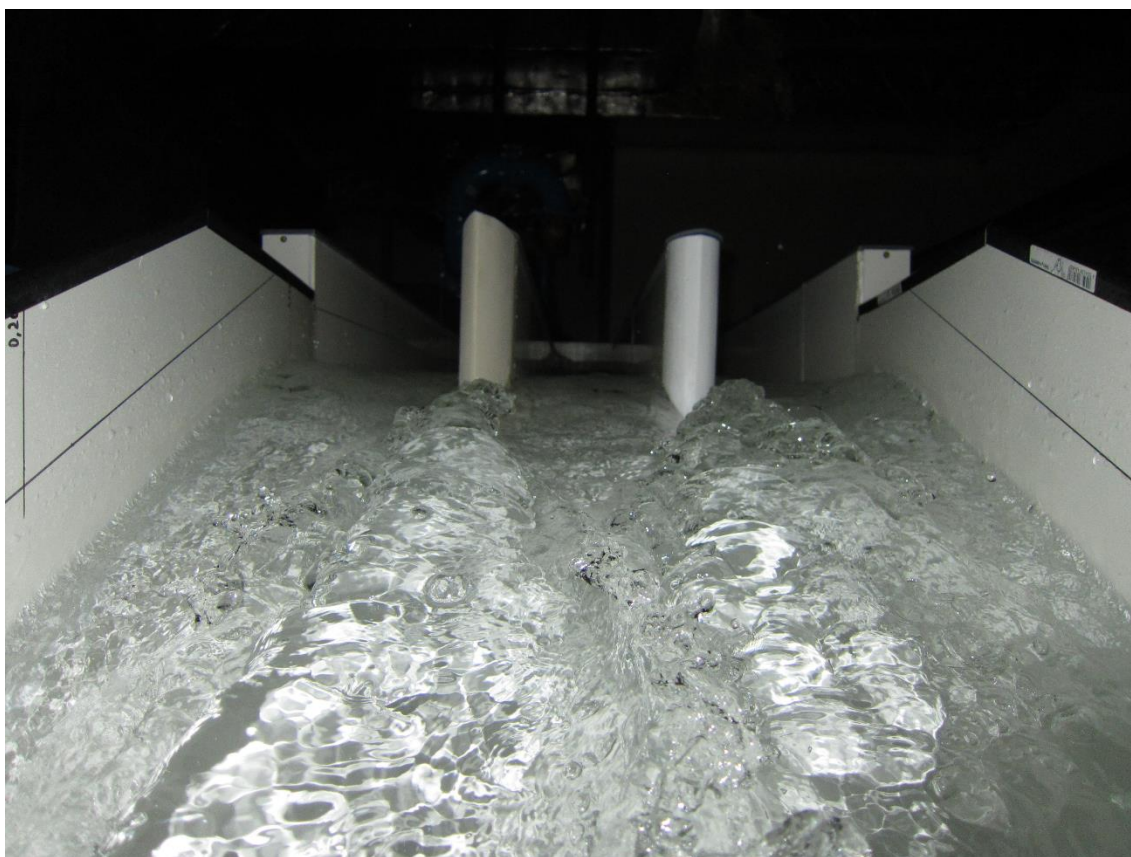
**Obr. 59** Porovnání prodloužené a původní verze zhlaví pilíře

#### 7.2.3.3 Proudění na skluzu při použití lineárních sbíhajících se pilířů

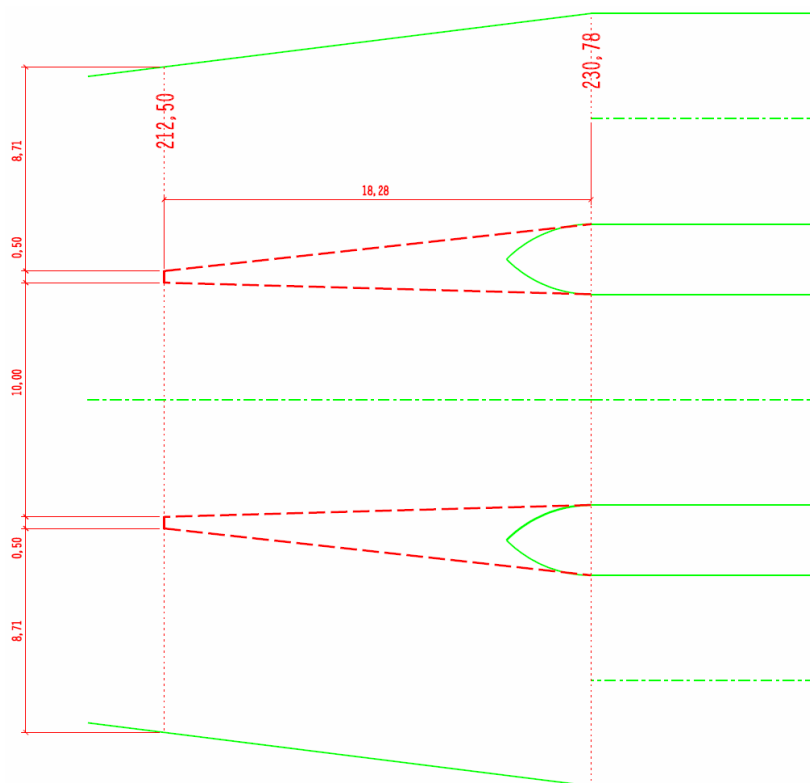
Na základě výzkumných prací publikovaných v [5] či námi přímo provedených na jiných dílech [7] jsme přistoupili k návrhu lineárních velmi pozvolně se půdorysně sbíhajících (zúžujících) pilířů.

V první fázi, byly pilíře navrženy s úhlem sbíhavosti, který korespondoval s úhlem konfuzorové části skluzu. Vzájemná paralelní odlehlost pilířů odpovídala šířce prostředního kanálu 9,00 m. Minimální tloušťka pilíře na jeho konci byla zvolena 0,5 m. Při prvních zkouškách se za takto realizovanými pilíři ukázalo výrazné potlačení hladinových deformací.

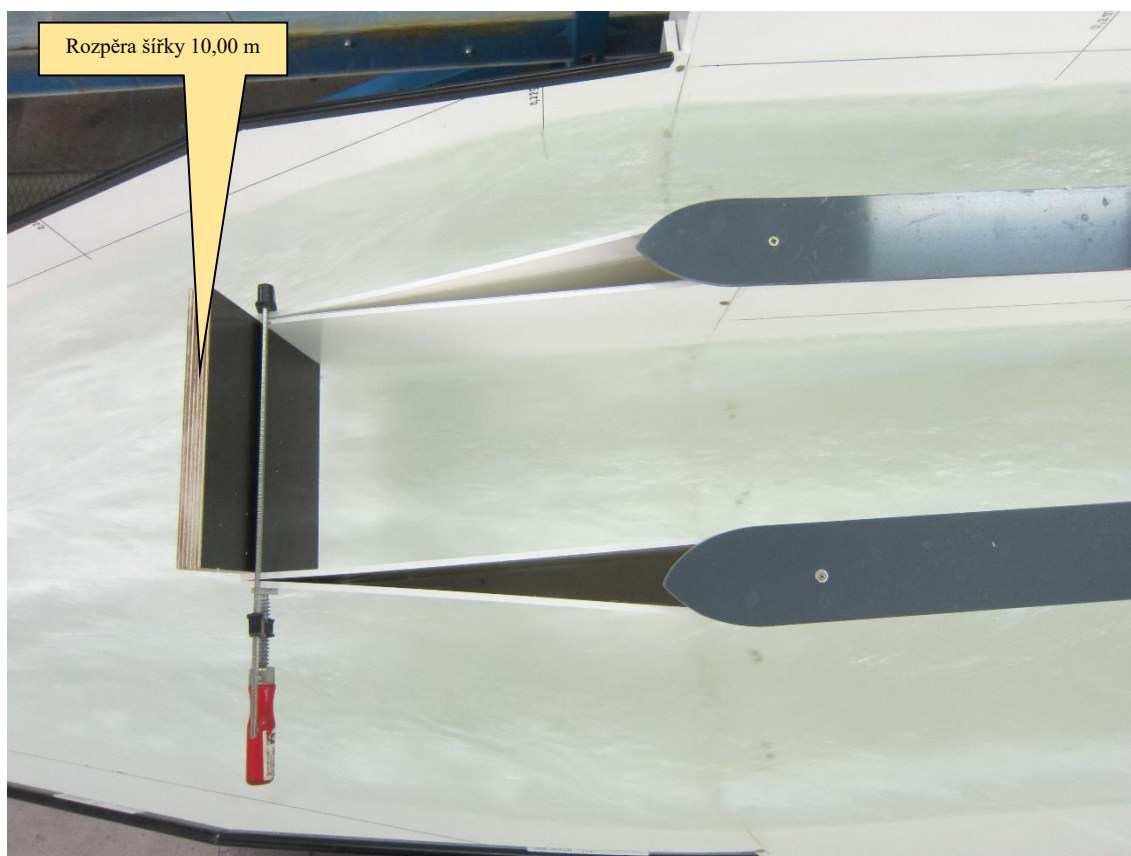
Usměrnění proudu však nebylo příznivé pro potlačení výběhu aerovaného proudu nad úrovní zdí skluzu v zájmových profilech. Bylo proto přistoupeno k postupným půdorysným úpravám navržených pilířů. Konečná varianta je patrná ze schématu na obr. 61. Vzájemná odlehlost pilířů se ve směru proudu velmi pomalu zvětšuje z 9,00 m až na konečných 10,00 m.



**Obr. 60 Hladinové deformace za dvěma rozdílnými pilíři**



**Obr. 61 Schéma uspořádání lineárních postupně se sbíhajících pilířů**



Obr. 62 Lineární postupně se sbíhající pilíře



Obr. 63 Potlačení výstupu proudu v prostoru konce konfuzoru skluzu při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$



Ukázalo se, že touto úpravou je možné minimalizovat výšky výstupu proudu v přístěnných oblastech skluzu. Průběh charakteristik proudu pro takto realizovanou úpravu je patrný z přílohy P2 s označením P\_T\_6\_L\_X (Příloha\_Tabulka\_varianta V6\_Lineární pilíře\_X = příslušný průtok) a P\_G\_6\_L\_X (Příloha\_Graf\_varianta V6\_Lineární pilíře\_X = příslušný průtok). Z příloh je patrné, že v místě konce konfuzoru skluzu při průtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  již téměř nedochází k přelítí úrovně navržených stěn skluzu, při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  odpovídá přelítí 1,39 m, což je o 0,84 m menší hodnota než u varianty s původními projektantem navrženými pilíři. Přelítí skluzu v jeho koncové části (sklon dna 1%) je prakticky shodné, nezávislé na protiproudě realizovaných úpravách. Absolutní střední (výpočtové) rychlosti na skluzu nejsou touto úpravou dotčeny a jsou prakticky identické s rychlostmi dosaženými při předchozí projektantem navržené variantě.

Navržené pilíře nemusí být realizovány v konstrukční výšce, která koresponduje s krytou částí skluzu (9,00 m), mohou být nižší. Hloubky aerovaného proudu v místě pilířů je možné odečíst z příslušných příloh. Pro větší představu jsou na obr. 64 vyfotografovány hloubky neaerovaného proudu při měření na modelu ocelovou měrkou.

	
Měřená hloubka proudu na počátku pilíře při průtoku $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$	Měřená hloubka proudu na konci pilíře při průtoku $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$
	
Měřená hloubka proudu na počátku pilíře při průtoku $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$	Měřená hloubka proudu na konci pilíře při průtoku $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

Obr. 64 Hloubky neaerovaného proudu na modelu na začátku a konci pilíře při obou návrhových průtocích

#### 7.2.3.4 Proudění na skluzu s jedním uzavřeným vtokem

V rámci experimentálních prací byly vyzkoušeny i kombinace simulující případy, kdy jeden z kanálů je uzavřený, bez průtoku a zbývající dva jsou otevřené a hladina v nádrži odpovídá úrovni 354,89 m n. m. To je kóta hladiny, která je na objektu dosažena při otevření všech uzávěrů a průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pokud byl tedy vždy jeden z uzávěrů uzavřen, bylo nutné adekvátním způsobem snížit průtok o 1/3. Simulovaná hodnota průtoku na díle tak odpovídala hodnotě  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Existují tři kombinace, které je možné v rámci uvedených manipulací realizovat. Jsou to:

- I. kanál 1 – zavřený, kanál 2 – otevřený, kanál 3 – otevřený
- II. kanál 1 – otevřený, kanál 2 – zavřený, kanál 3 – otevřený
- III. kanál 1 – otevřený, kanál 2 – otevřený, kanál 3 – zavřený

V přílohách je slovo zavřený nahrazenou zkratkou OFF, otevřený zkratkou ON.

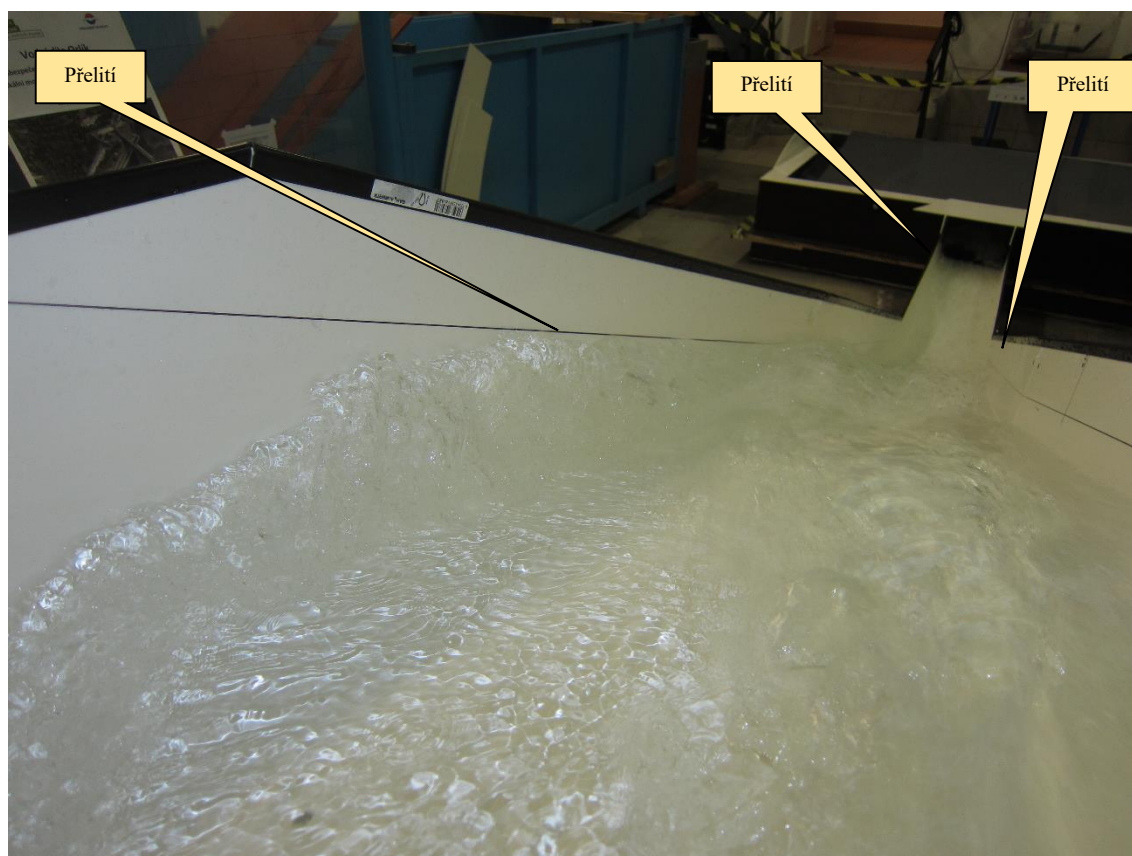
Na tomto místě je dobré poznamenat, že při všech uvedených kombinacích a 2/3 průtoku objektem dosahovaly hladiny vždy uvedené, prakticky shodné úrovně. Je tím tak prakticky potvrzeno, že kapacita jednotlivých kanálů je shodná, průtok je při plně otevřených uzávěrech dělen rovnoměrně.

Manipulace I. a III. jsou si z hlediska proudění v otevřené části skluzu prakticky vzájemně zrcadlově podobné. Voda neprotéká vždy jedním z krajních kanálů. Průběhy hladin při těchto dvou kombinacích jsou součástí přílohy P2 s označením P\_T\_6\_S\_1OFF (Příloha\_Tabulka\_varianta V6\_Stavající pilíře\_XOFF = označení zavřeného kanálu) resp. P\_T\_6\_S\_3OFF. V obou případech jsou přiloženy i grafické (G) výstupy s identickým značením. Z grafických průběhů charakteristik jsou vidět mohutné výstupy aerovaného proudu nad úroveň navržených zdí skluzu. Podle toho, který z kanálů je neprotékáný, je atakována prvotně levá nebo pravá stěna skluzu. Proud je následně odražen šikmo poproudě k protější stěně skluzu, kde vyvolá další přelítí. Tento jev se propaguje dále až k výtoku do dolní vody.

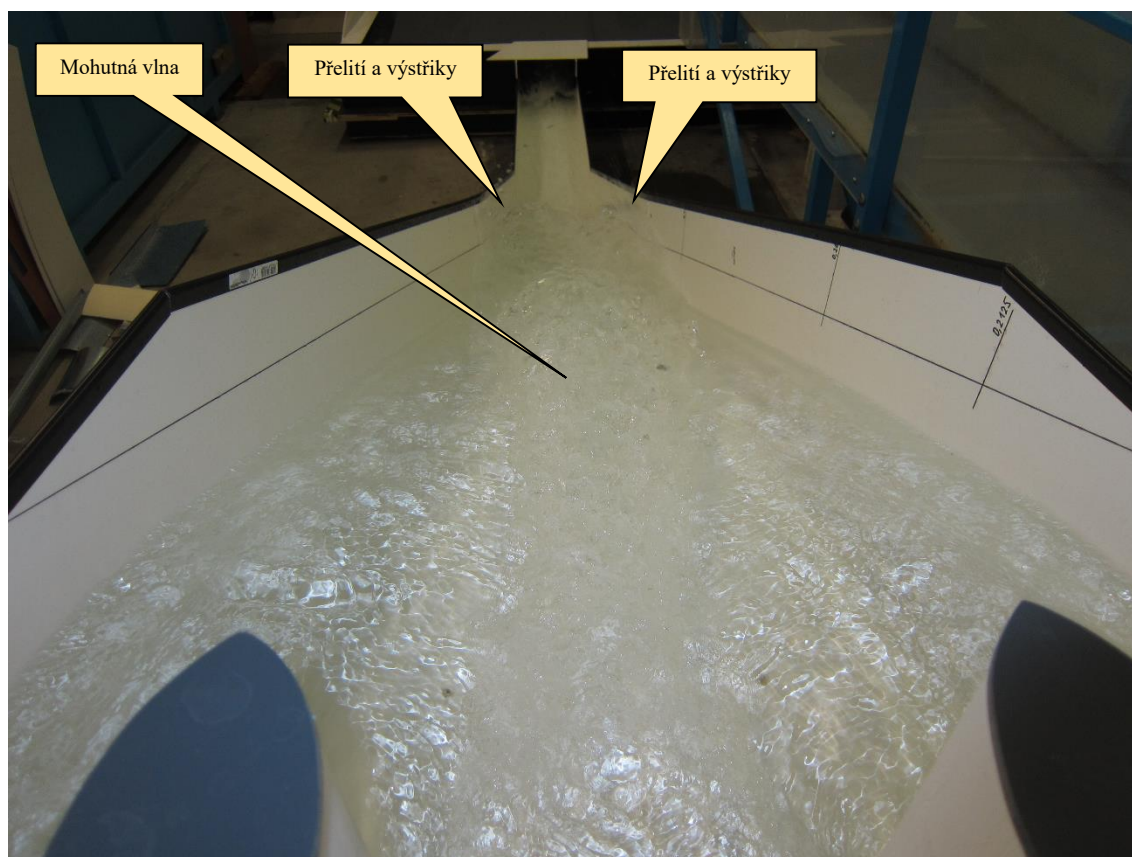
Uspořádání zhlaví konce vnitřních pilířů kryté části skluzu má vliv na místo vzniku přelítí navržených stěn skluzu. V rámci experimentálních prací byly na modelu zaměřeny stavy pouze s koncovými pilíři **dle návrhu projektanta**. Na obr. 65 jsou místa přelítí úrovní stěn skluzu při manipulaci se zavřeným kanálem 1.

V případě manipulace II., kdy je zatížení skluzu za jeho krytou částí prakticky symetrické, dochází v podélné ose symetrie vlivem soutoků proudů z kanálů 1 a 3 ke vzniku mohutné vlny. Ta se okamžitě „roztéká“ do stran a na obou stěnách skluzu za koncem jeho konfuzorové části vytváří vysoké výstřiky. Jedná se spíše o vodní tříšť než kompaktní deformovaný proud. Výstřiky dosahují ojediněle až 15 m. Ukázka tohoto proudění je patrná z obr. 66. Odpovídající tabelární a grafická příloha je označena P\_T(G)\_6\_S\_2OFF.

V rámci výzkumných prací nebyly prováděny zkoušky kombinací s **částečně otevřenými uzávěry**. Lze předpokládat, že charakter proudění v kryté i otevřené části skluzu bude zásahem (zásahy) uzávěru (ů) ovlivněno.



**Obr. 65 Poproudňní pohled na proudění ve skluzu při kombinaci otevření uzávěrů – 1OFF**



**Obr. 66 Poproudňní pohled na proudění ve skluzu při kombinaci otevření uzávěrů – 2OFF**



### 7.2.3.5 Potlačení přelévání stěn skluzu s pomocí liniových usměrňovačů (deflektorů)

Na několika vodních dílech uvedených například v [6] jsme řešili problematiku usměrnění vysoce nadkritického proudu za pomoci usměrňovacích prvků – deflektorů. Jedná se zpravidla o tvarově jednoduché plošné či liniově uzpůsobené konstrukce, které jsou instalovány do míst, ve kterých je třeba náhle změnit směr přitékajícího nadkritického proudu. Tyto deflektory lze s úspěchem použít i v místech, kde dochází k nepřipustným výstupům uceleného proudu či intenzivní vodní tříště nad úroveň stěn skluzu.

Pokud tedy není či nebude možné provést výrazné navýšení úrovně navržených stěn skluzu je možné do míst, která byla experimentálními zkouškami určena, instalovat popisované liniové usměrňovače.

Z prezentovaných výsledků proudění na skluzu je patrné, že za všech okolností, kdy jsou otevřeny všechny kanály, dojde při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  k přelití stěn skluzu v jeho horní části v prostoru konfuzoru. V případě popsanych kombinací při uzavření jednoho z kanálů, dojde při maximálním možném průtoku k přelití úrovně stěn skluzu vždy. Ve všech těchto případech je možné doporučit k potlačení přelití či nesouvislé vodní tříště realizující v přístěnné oblasti liniové usměrňovače.



**Obr. 67** Jedna z variant instalace liniových usměrňovačů

Přelití (vybřežení) skluzu v jeho dolní téměř vodorovné části je při návrhových průtocích způsobeno jeho nedostatečnou kapacitou, nikoliv jevy způsobenými příčnými vlnami. Zde je použití liniových usměrňovačů bezpředmětné.

V našem případě byly použity liniové usměrňovače, jejichž půdorysná šířka byla po přepočtu na dílo zvolena 1,00 m. Za všech výše uvedených kombinací byly následně hledány půdorysné pozice těchto usměrňovačů tak, aby proud natékající na ně odspodu byl „odhozen“ zpět směrem ke středu koryta skluzu. Vertikální úroveň všech zkoušených usměrňovačů korespondovala s horními

liniemi stěn skluzu navrženými projektantem. Na obr. 67 je ukázka způsobu instalace liniového usměrňovače v prostoru přechodu konfuzoru skluzu do jeho prizmatické části. Účinnost usměrňovače je zřejmá z obr. 68.



**Obr. 68 Usměrnění proudu jedním z instalovaných deflektorů**

V přílohové části zprávy vždy, kde je možné liniovými usměrňovači potlačit přelítí navržených úrovní stěn skluzu, jsou dodány navíc grafy, ve kterých jsou pozice předmětných usměrňovačů vyznačeny. U každého takto instalovaného prvku jsou navíc uvedena staničení jeho doporučeného počátku a konce. Průběh charakteristik proudu je v příslušných grafech v místě instalace liniových usměrňovačů pro přehlednost zachován.

Instalací usměrňovačů dojde jen k minimálnímu ovlivnění hloubek poproudě se realizujících za ním. V dolní téměř vodorovné části skluzu tak lze očekávat prakticky stejný průběh hladin odpovídající poměrům bez instalace usměrňovačů.

#### **7.2.3.6 Poznámka k realizaci opatření na úpravu proudění v prostoru otevřené části skluzu**

Z předložených výsledků vyplynulo, že chování proudu napříč a po délce skluzu je závislé na tvaru a uspořádání pilířů na konci jeho kryté části a současně i na kombinaci otevření segmentových uzávěrů jednotlivých kanálů. Společně s využitím liniových usměrňovačů nebo s navýšením stěn skluzu tak vzniká řada vzájemných kombinací vznikajících jevů a opatření k jejich případnému potlačení.

Vzhledem k tomu, že v době experimentálního výzkumu nebylo zcela jasné, pro které řešení se objednatel spolu s projektantem rozhodne, byly provedeny a v rámci výrobního výboru odsouhlaseny práce pouze v uvedeném rozsahu. V případě, že v rámci dalšího projektového řešení bude navržena kombinace opatření, které nebyly během experimentů realizovány, je možné je ve lhůtě šesti měsíců od předání této zprávy dodatečně na modelu posoudit.

Během těchto prací lze na základě projektantem navržených úprav posoudit a precizovat dosažené výsledky. Je také logický možné na modelu vyzkoušet i změny tvarů a rozměrů stavebních prvků, které nemohly být, například ze stavebně-technického hlediska, dle našich doporučení přesně v rámci projektu realizovány.

### 7.3 Proudové poměry v koncové části skluzu

Úkolem experimentálních prací bylo i posouzení poměrů realizujících se v prostoru konce skluzu. Úkolem zkoušek bylo zjistit, jaký dopad bude mít úroveň hladiny dolní vody na proudové poměry v koncové téměř vodorovné části skluzu při obou návrhových průtocích  $Q_{1\,000}$  a  $Q_{10\,000}$ . Hodnoty průtoků a jim příslušných úrovní hladin, které jsou pro toto posouzení rozhodující okrajovou podmínkou byly převzaty z [2] a jsou zřejmé z tab. 1 zprávy.



Obr. 69 Odtlačení proudu za hranu konce skluzu při průtoku  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$

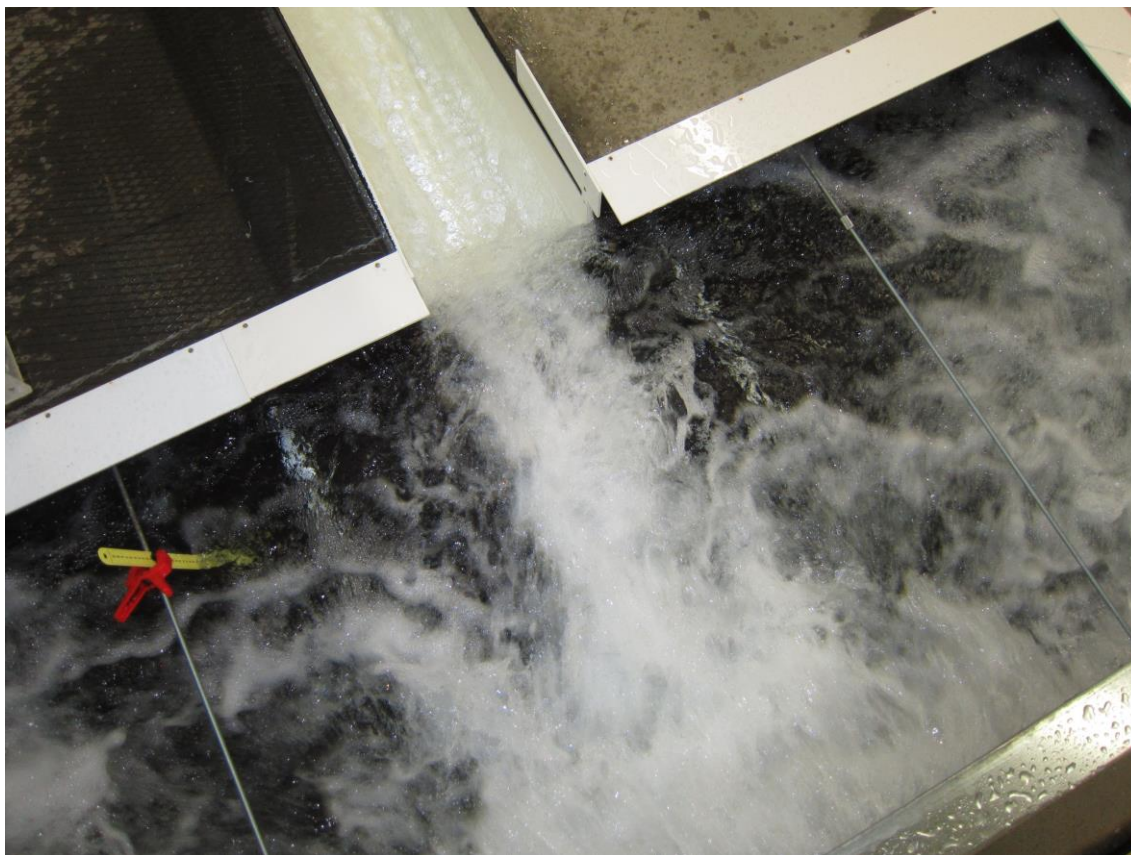
Z obr. 10 (podélný profil otevřené části skluzu) je patrné, že úrovně hladin při obou předmětných průtocích výrazně zaplavují koncovou část skluzu.

Z provedených zkoušek při obou průtocích jednoznačně vyplynulo, že proud dosahující středních rychlostí téměř 30 m/s „odtláčí“ vodu z prostoru koncové části skluzu a ke zpětnému vzduťi nedojde, na skluzu se realizuje nadkritický režim.

Během zkoušek nebyl simulován stav, kdy se voda za extrémních hladinových úrovní v prostoru dolní vody může na skluz dostávat přepadem přes jeho boční stěny. Charakter proudění v prostoru dolní vody poproudě za koncovou hranou skluzu nebyl posuzován.

Na obr. 69 a obr. 70 je možné pozorovat proudové poměry při obou návrhových průtocích.





Obr. 69 Odtlačení proudu za hranu konce skluzu při průtoku  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$

## 8 Závěr

Během 9 měsíců byly v Laboratoři vodohospodářského výzkumu Ústavu vodních staveb provedeny experimentální práce na fyzikálním modelu nového bezpečnostního objektu, jenž bude sloužit pro převádění extrémních průtoků. Předložená zpráva dosažené výsledky experimentálních prací shrnuje. V následujícím přehledu jsou uvedeny nejdůležitější z nich.

V kapitole 2 zprávy jsou podrobně popsány tvary a rozměry bezpečnostního objektu, které byly navrženy společností AQUATIS, a.s. a dodány v podkladech [1] a [2]. Součástí podkladů byly i dva návrhové průtoky  $Q_{1\,000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $Q_{10\,000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$ , na které byl objekt navržen a v rámci experimentálních prací posuzován.

Fyzikální model bezpečnostního objektu byl postaven v měřítku délek 1:50 a umožnil komplexně posoudit kapacitní a proudové poměry v jeho jednotlivých částech. Objekt byl realizován v rozsahu od předpolí jeho vtoků až po zaústění do prostoru koncového vzduť VD Kamýk. Model byl připojen k jednomu z hydraulických okruhů laboratoře s dostatečnou průtokovou kapacitou.

Rozsah požadovaných a provedených prací, které byly součástí SoD, je uveden v kapitole 4 předložené zprávy.

Kapitola 5 popisuje koncepci řešení hydraulického modelu, jeho stavbu, materiály a připojení k hydraulickému okruhu laboratoře. Součástí kapitoly je přehled modelové podobnosti a mezních podmínek, jež musejí být pro relevantní přepočty pozorovaných jevů z modelu na skutečnost dodrženy.

Postup prací je shrnut v kapitole 6. Kapitola 7 ve smyslu směru proudění vody objektem popisuje výsledky provedených experimentů.

V oblasti stanovení průtočné kapacity objektu bylo již v prvních fázích výzkumu konstatováno, že je nižší než projektant předpokládal. Bylo proto realizováno celkem šest variant úprav objektu, které postupně vedly k jeho zkapacitnění.

Poslední varianta V6 doporučená k realizaci, představuje úpravu tvaru vtokových prahů objektu a prohloubení navazující části skluzu o 1,35 m. Současně byla navržena změna sklonu dna kryté části skluzu v oblasti všech jeho tří oblouků, na jejichž půdorysných koncových profilech byly instalovány vzdouvací prahy. Příslušnými úpravami bylo dosaženo zkapacitnění bezpečnostního objektu a současně dosaženo homogenního proudění v jednotlivých kanálech kryté části skluzu. Tyto úpravy zajistily stabilní pravolevou symetrii proudu v navazující otevřené části skluzu.

Získaná  $Q/h$  charakteristika objektu vycházející z varianty V6 je v převážném rozsahu posuzovaných průtoků kapacitnější, než bylo očekáváno projektantem při řadě vodohospodářských výpočtů. Při průtocích nad 1200 m<sup>3</sup>/s je naopak kapacita nižší, neodpovídá původním předpokladům. Návrhy relevantních a rovnocenných způsobů „zkapacitnění“ objektu včetně možné změny měřítka modelu jsou součástí zprávy.

Proudění v otevřené části skluzu bylo výrazně závislé na uspořádání zhlaví vnitřních pilířů kryté části skluzu na přechodu do jeho otevřené části. Byly provedeny experimenty se stávajícími projektantem navrženými pilíři, s pilíři dvojnásobně prodlouženými a následně s pilíři postupně se lineárně sbíhajícími. Tyto posledně jmenované zajistily potlačení hladinových deformací v poproudním úseku a výrazné snížení výstupu proudu nad úroveň navržených zdí v pozorovaných měrných profilech. Ve všech případech vznikajících příčných vln je chování proudu vzhledem k podélné rovině symetrie skluzu prakticky symetrické.

Výrazné projevy nesymetrického charakteru proudění v otevřené části skluzu bylo možné pozorovat v případech, kdy byl objekt provozován vždy s jedním uzavřeným vtokem a maximálním možným průtokem dvěma zbylými (otevřenými). Za těchto simulací se ukázalo, že v otevřené části skluzu dochází k výraznému šíření příčných vln a přelévání navržených úrovní stěn skluzu. Podle provozované kombinace nastávají tyto jevy vždy v půdorysu skluzu v jiných místech. Jednou z možností eliminace těchto výstupů uceleného proudu či pouze vodní tříště je využití liniových usměrňovačů, které jsou ve zprávě pro některé kombinace provozu taktéž popsány a navrženy.

Očekávatelné charakteristiky proudu na díle pro řadu vybraných konfigurací jsou součástí přílohy P2.

Posouzeny byly i proudové poměry v okolí koncové hrany skluzu. Za jednoznačně definovaných úrovní hladiny dolní vody při předmětných návrhových průtocích bylo pozorováno, že proud dosahující rychlosti téměř 30 m/s „odtláčí“ vzdutou vodu v koncovém vzdutí nádrže VD Kamýk z prostoru konstrukce skluzu. Ke zpětnému vzdutí nedojde.

V rámci zpracování podrobnějšího projektu předmětného bezpečnostního objektu bude do řešení jistě zapracována řada námi získaných výsledků. Dodatečné návrhy objednatele či projektanta případně nutné, z různých důvodů vyvolané změny, je možné během roku 2017 dodatečně realizovat a posoudit na fyzikálním modelu. Ten ve smyslu SoD zůstane po dobu minimálně 6 měsíců funkční a připojen k hydraulickému okruhu laboratoře.

Výsledky prezentované v předložené zprávě splňují zadání, které bylo v rámci SoD mezi objednatelem a zhotovitelem dohodnuto. V rámci průběhu prací byly organizovány celkem čtyři oficiální výrobní výbory, ze kterých byly provedeny zápisy. Ty jsou součástí přílohy P3 zprávy.

Na tomto místě si dovolím poděkovat svým kolegům z LVV za výstavbu fyzikálního modelu a pomoci při všech výzkumných pracích. Nemalý dík patří i zástupcům objednatele a projektanta, kteří se aktivně účastnili jednání a přispěli svými poznatky při řešení fyzikálního modelového výzkumu nového bezpečnostního objektu VD Orlík.

-----  
Ing. Michal Žoužela, Ph.D.  
řešitel

Brno 27. 3. 2017

## 9 Literatura

- [1] Sehnal, J.; Jendruščák, M.; Studnička, T. VD Orlík – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Matematický 3D model proudění. AQUATIS a.s. Brno 2016
- [2] Sehnal, J.; Bárta, P. VD Orlík – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Dokumentace k žádosti pro vydání rozhodnutí o umístění stavby. AQUATIS a.s. Brno 2016
- [3] Čábelka, J.; Novák, P. Hydrotechnický výzkum I. Modelový výzkumu. SNTL. Praha 1964
- [4] Mäsiar, E.; Kamenský, J. Hydraulika pre stavebných inženierov /I/. Objekty a potrubia. ALFA. Bratislava 1985.
- [5] Haindl, K.; Lískovec, L. Nadkritické proudění ve vodním stavitelství. Práce a studie. Výzkumný ústav vodohospodářský v Praze. Praha 1973
- [6] Šulc, J., Žoužela, M., Mišta, Z.: Hydrotechnický výzkum kapacity skluzu a bezpečnostního přelivu VD Dalešice a možnost jejího zvýšení. Sborník příspěvků z 20. Mezinárodní konference „o Využití vodní energie“. Slovenská technická univerzita v Bratislavě, 2010, ISBN 978 - 80 - 227 - 3363 - 2
- [7] Šulc, J., Žoužela, M.: Modelový výzkum nového objektu pro převádění extrémních povodní VD Šance (bezpečnostní přeliv, skluz, vývar), Výzkumná zpráva, LVV – FAST – VUT v Brně, 2007
- [8] Šulc, J., Šafář, R.: Experimentální výzkum přepadu přes přeliv s kruhově zaoblenou korunou. Vodní hospodářství 7/2012, str. 236 – 241
- [9] Kolář, V. a kol.: Hydraulika. SNTL. Praha 1966



## **Přílohy:**

### **P1 – Q/h charakteristika vtokového objektu VD Orlík – varianta V6**

### **P2 – charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík**

#### **Varianta V0**

P\_T\_0\_S\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V0 –  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_0\_S\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V0 –  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

P\_T\_0\_S\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V0 –  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_0\_S\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V0 –  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

#### **Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta**

P\_T\_6\_S\_500 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_6\_S\_500 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

P\_T\_6\_S\_1 000 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1 000 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_6\_S\_1 000 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

P\_T\_6\_S\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_6\_S\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

P\_T\_6\_S\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

P\_G\_6\_S\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

P\_G\_6\_S\_def\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta, deflektor  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

#### **Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu**

P\_T\_6\_L\_500 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)

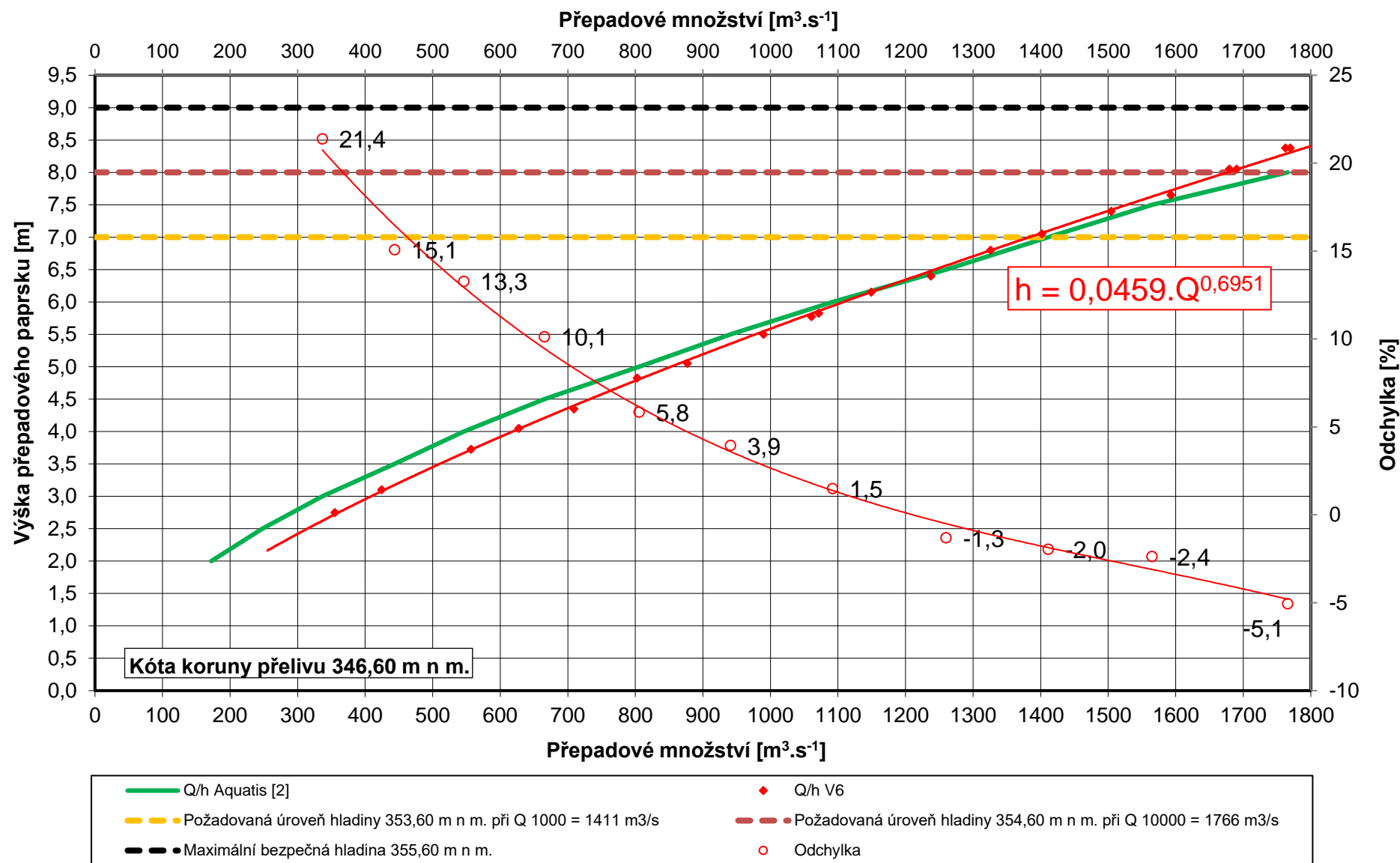
- P\_G\_6\_L\_500 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)
- P\_T\_6\_L\_1000 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu  $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)
- P\_G\_6\_L\_1000 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře  $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)
- P\_T\_6\_L\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)
- P\_G\_6\_L\_1411 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře  $Q = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)
- P\_T\_6\_L\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabulka)
- P\_G\_6\_L\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)
- P\_G\_6\_L\_def\_1766 – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – lineární postupně se sbíhající pilíře, deflektor  $Q = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  (graf)

**Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta – jeden z uzávěrů zavřený**

- P\_T\_6\_S\_1OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 1 OFF (tabulka)
- P\_G\_6\_S\_1OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 1 OFF (graf)
- P\_G\_6\_S\_def\_1OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta, deflektor  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 1 OFF (graf)
- P\_T\_6\_S\_2OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 2 OFF (tabulka)
- P\_G\_6\_S\_2OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 2 OFF (graf)
- P\_G\_6\_S\_def\_2OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta, deflektor  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 2 OFF (graf)
- P\_T\_6\_S\_3OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 3 OFF (tabulka)
- P\_G\_6\_S\_3OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 3 OFF (graf)
- P\_G\_6\_S\_def\_3OFF – Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík – Varianta V6 – pilíře dle návrhu projektanta, deflektor  $Q = 1177 \text{ m}^3/\text{s}$  – uzávěr 3 OFF (graf)

**P3 – Záznamy z výrobních výborů**

## Q/h charakteristika vtokového objektu VD Orлік - Varianta V6





Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V0

Číslo zkoušky	0_S_1411	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	79,80
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	7,74
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	354,34
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1411

Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,98	349,75	350,00	369,47	
Svislá odlehlost stěn (stropu) skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	
Kolmá odlehlost stěn (stropu) skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	70	59	58	62	69	56	104	88	75	77	91	104	105	134	143	107	86	92	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	55	66	82	47	59	111	73	61	69	115	100	84	103	127	131	125	134	89	101	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	60	52	48	57	56	64	81	74	74	79	91	103	115	124	129	147	113	102	110	110	102	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	65	56	71	79	58	71	66	105	104	64	96	127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	65	63	54	85	90	49	90	120	89	63	95	126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

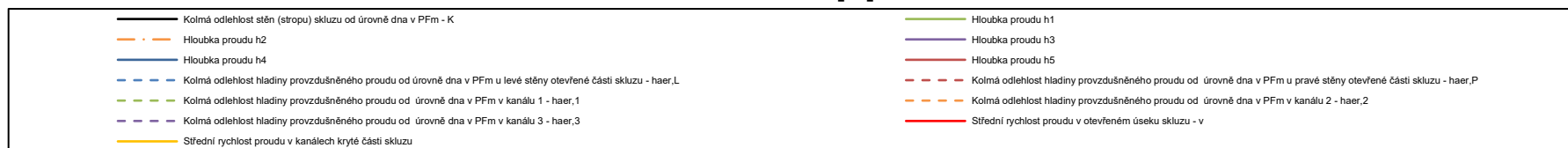
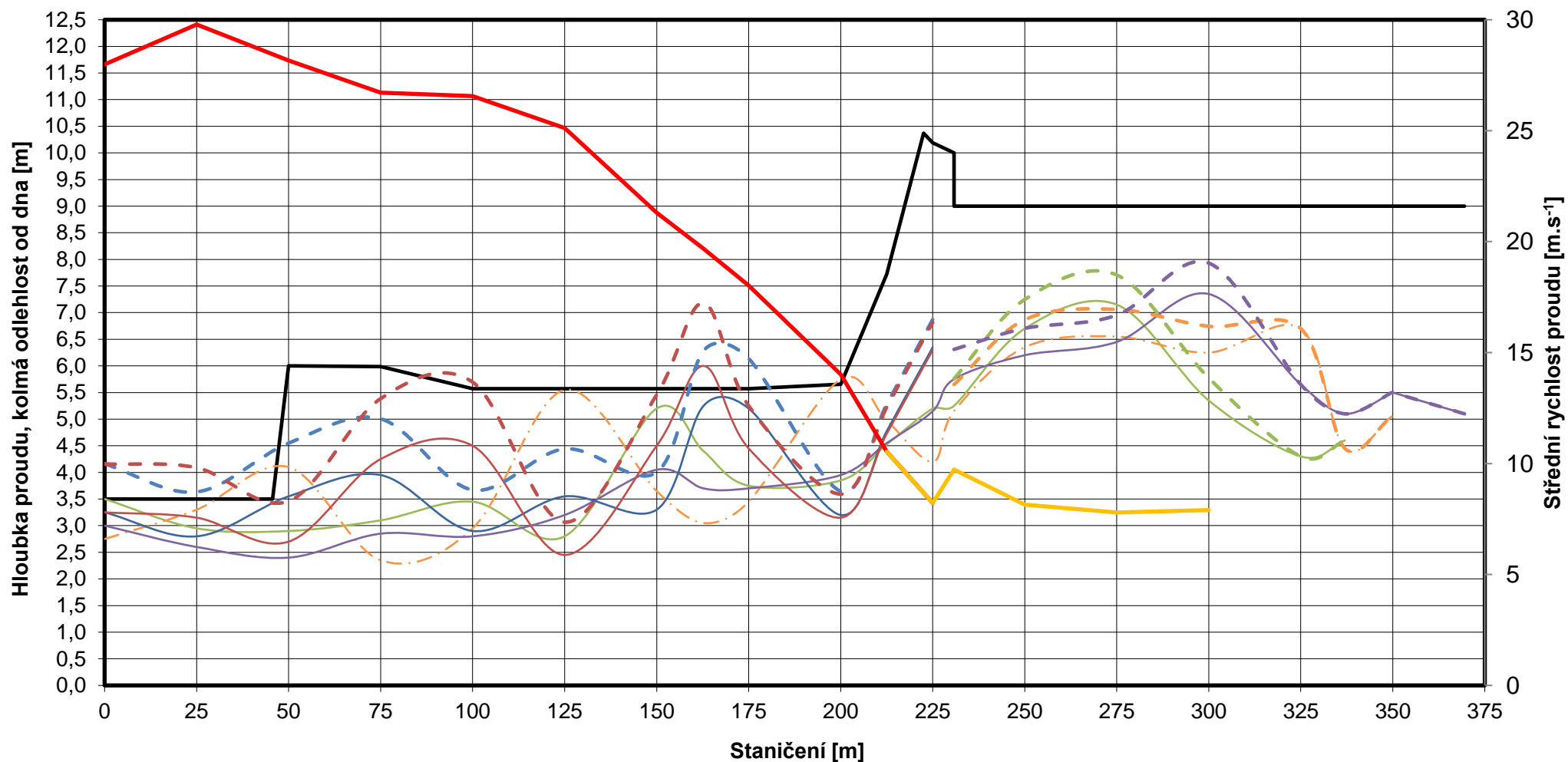
Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu $h_1$	m	3,50	2,95	2,90	3,10	3,45	2,80	5,20	4,40	3,75	3,85	4,53	5,20	5,25	6,70	7,15	5,35	4,30	4,60				
Hloubka proudu $h_2$	m	2,75	3,30	4,10	2,35	2,95	5,55	3,65	3,05	3,45	5,75	4,98	4,20	5,15	6,35	6,55	6,25	6,70	4,45	5,05			
Hloubka proudu $h_3$	m	3,00	2,60	2,40	2,85	2,80	3,20	4,05	3,70	3,70	3,95	4,55	5,15	5,75	6,20	6,45	7,35	5,65	5,10	5,50	5,50	5,10	
Hloubka proudu $h_4$	m	3,25	2,80	3,55	3,95	2,90	3,55	3,30	5,25	5,20	3,20	4,78	6,35										
Hloubka proudu $h_5$	m	3,25	3,15	2,70	4,25	4,50	2,45	4,50	6,00	4,45	3,15	4,73	6,30										
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	50,4	47,4	50,1	52,8	53,1	56,2	66,2	71,7	78,3	100,7	133,9	171,6										
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													47,3	60,3	64,4	55,0						
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													46,4	57,2	59,0	58,4						
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													51,8	55,8	58,1	66,2						
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	27,99	29,79	28,17	26,72	26,56	25,12	21,30	19,68	18,02	14,01	10,53	8,22										
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,95	7,80	7,31	8,55						
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													10,15	8,23	7,98	8,05						
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,09	8,43	8,10	7,11						
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	28,0	29,8	28,2	26,7	26,6	25,1	21,3	19,7	18,0	14,0	10,5	8,2	9,7	8,2	7,8	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	4,16	3,63	4,55	5,01	3,67	4,44	4,00	6,28	6,14	3,65	5,28	6,87										
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	4,16	4,09	3,46	5,39	5,70	3,07	5,46	7,18	5,25	3,59	5,22	6,82										
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													5,76	7,25	7,71	5,77	4,30	4,60				
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													5,65	6,87	7,06	6,74	6,70	4,45	5,05			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													6,31	6,71	6,95	7,93	5,65	5,10	5,50	5,50	5,10	
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzrušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-0,66	-0,13	1,45	0,98	1,90	1,13	1,57	-0,71	-0,57	2,01	2,44	3,32										
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-0,66	-0,59	2,54	0,60	-0,12	2,51	0,11	-1,61	0,32	2,06	2,50	3,37										

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

# Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V0

$Q = 1411 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,34 m n. m.



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V0

Číslo zkoušky	0_S_1766	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	99,90
Měřitko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	9,04
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	355,64
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1766

Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>																						
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,98	349,75	350,00	369,47
Svislá odlehlost stěn (stropu) skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Kolmá odlehlost stěn (stropu) skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	80	98	69	75	90	66	116	114	91	90	111	132	145	168	175	130	98	109	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	90	71	92	61	61	120	94	81	89	115	109	103	118	141	149	174	178	180	126	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	80	70	65	74	73	69	106	93	89	108	114,5	121	130	142	146	162	181	172	175	175	126
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	90	68	78	85	76	83	78	114	120	79	107	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	90	65	64	88	89	82	75	111	130	78	106	134	-	-	-	-	-	-	-	-	-

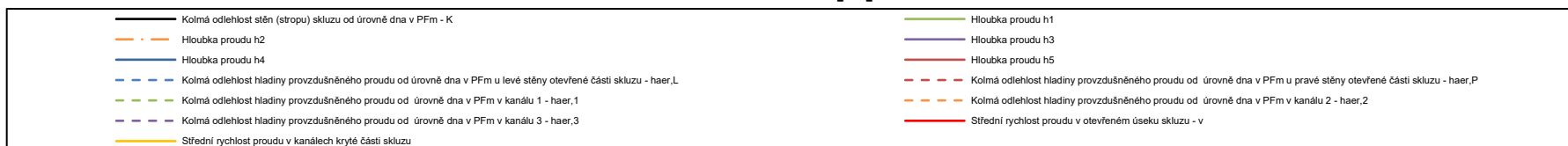
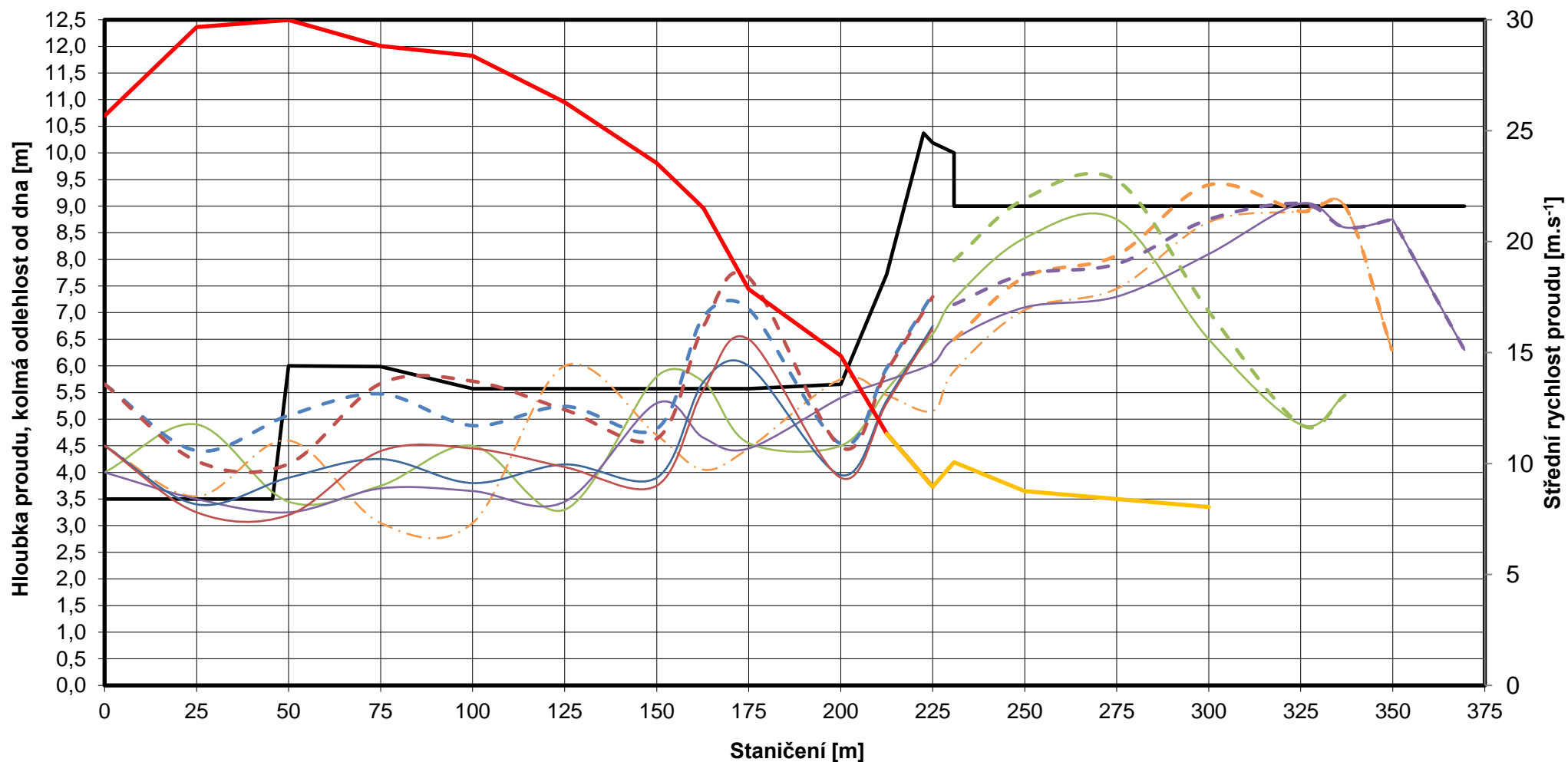
Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	4,00	4,90	3,45	3,75	4,50	3,30	5,80	5,70	4,55	4,50	5,55	6,60	7,25	8,40	8,75	6,50	4,90	5,45			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	4,50	3,55	4,60	3,05	3,05	6,00	4,70	4,05	4,45	5,75	5,45	5,15	5,90	7,05	7,45	8,70	8,90	9,00	6,30		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	4,00	3,50	3,25	3,70	3,65	3,45	5,30	4,65	4,45	5,40	5,73	6,05	6,50	7,10	7,30	8,10	9,05	8,60	8,75	8,75	6,30
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	4,50	3,40	3,90	4,25	3,80	4,15	3,90	5,70	6,00	3,95	5,35	6,75									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	4,50	3,25	3,20	4,40	4,45	4,10	3,75	5,55	6,50	3,90	5,30	6,70									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	68,8	59,5	58,9	61,3	62,2	67,2	75,0	82,1	98,9	118,9	155,7	197,2									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													65,3	75,6	78,8	66,8					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													53,1	63,5	67,1	81,3					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													58,5	63,9	65,7	72,9					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	25,67	29,67	29,99	28,82	28,37	26,28	23,53	21,52	17,86	14,85	11,35	8,96									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,02	7,79	7,48	8,81					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													11,09	9,28	8,78	7,24					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													10,06	9,21	8,96	8,07					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	25,7	29,7	30,0	28,8	28,4	26,3	23,5	21,5	17,9	14,9	11,3	9,0	10,1	8,8	8,4	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	5,66	4,41	5,07	5,47	4,88	5,24	4,82	6,93	7,07	4,54	5,96	7,35									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	5,66	4,21	4,16	5,67	5,71	5,18	4,63	6,74	7,66	4,48	5,90	7,30									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													7,98	9,14	9,49	7,02	4,90	5,45			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													6,49	7,67	8,08	9,40	8,90	9,00	6,30		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													7,15	7,72	7,91	8,75	9,05	8,60	8,75	8,75	6,30
Kolmá odlehlost horní hrany zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-2,16	-0,91	0,93	0,51	0,69	0,33	0,75	-1,36	-1,50	1,12	1,76	2,84									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-2,16	-0,71	1,84	0,32	-0,14	0,39	0,94	-1,17	-2,09	1,18	1,82	2,89									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V0**  
 **$Q = 1766 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 355,64 m n. m.**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta

Císlo zkoušky	6_S_500	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	28,30
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	3,45
Úroveň hladiny v nádrži	m n. n.	350,05
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	500

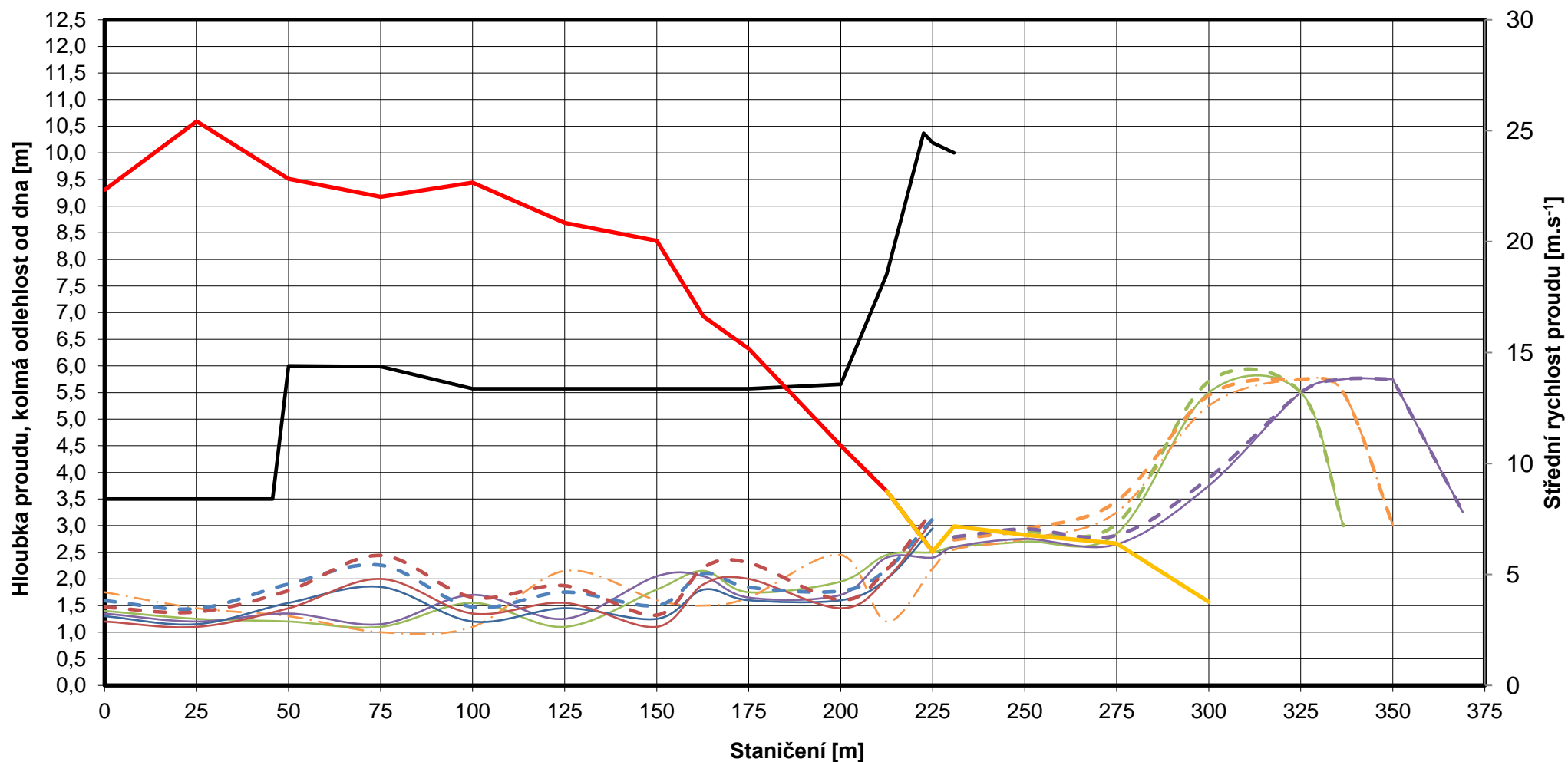
Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	28	25	24	22	31	22	36	43	35	39	49	50	52	54	57	110	110	60	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	35	29	26	20	22	43	32	30	33	49	24	44	51	55	65	105	115	110	60	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	27	24	27	23	34	25	41	41	33	34	48	48	52	55	53	75	110	115	115	115	65
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	26	23	31	37	24	29	25	36	32	32	40	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	24	22	29	40	27	31	22	38	40	29	40	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	1,40	1,25	1,20	1,10	1,55	1,10	1,80	2,15	1,75	1,95	2,45	2,50	2,60	2,70	2,85	5,50	5,50	3,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	1,75	1,45	1,30	1,00	1,10	2,15	1,60	1,50	1,65	2,45	1,20	2,20	2,55	2,75	3,25	5,25	5,75	5,50	3,00		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	1,35	1,20	1,35	1,15	1,70	1,25	2,05	2,05	1,65	1,70	2,40	2,40	2,60	2,75	2,65	3,75	5,50	5,75	5,75	5,75	3,25
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	1,30	1,15	1,55	1,85	1,20	1,45	1,25	1,80	1,60	1,60	2,00	2,95									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	1,20	1,10	1,45	2,00	1,35	1,55	1,10	1,90	2,00	1,45	2,00	3,10									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	22,4	19,7	21,9	22,7	22,1	24,0	25,0	30,1	33,0	46,3	57,1	83,0									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													23,4	24,3	25,7	56,5					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													23,0	24,8	29,3	49,1					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													23,4	24,8	23,9	33,8					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	22,33	25,42	22,82	22,02	22,66	20,84	20,04	16,63	15,18	10,81	8,75	6,03									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													7,13	6,86	6,50	2,95					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													7,27	6,74	5,70	3,40					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													7,13	6,74	6,99	4,94					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	22,3	25,4	22,8	22,0	22,7	20,8	20,0	16,6	15,2	10,8	8,8	6,0	7,2	6,8	6,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	1,59	1,44	1,90	2,26	1,47	1,75	1,50	2,10	1,84	1,77	2,18	3,13									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	1,47	1,38	1,78	2,44	1,66	1,87	1,32	2,22	2,30	1,61	2,18	3,29									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													2,79	2,88	3,03	5,71	5,50	3,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													2,73	2,94	3,46	5,45	5,75	5,50	3,00		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													2,79	2,94	2,82	3,89	5,50	5,75	5,75	5,75	3,25
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	1,91	2,06	4,10	3,73	4,10	3,82	4,07	3,47	3,73	3,88	5,55	7,06									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	2,03	2,12	4,22	3,55	3,92	3,70	4,25	3,35	3,27	4,05	5,55	6,90									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta**  
 **$Q = 500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 350,05 m n. m.**





Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta

Císlo zkoušky	6_S_1000	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	56,55
Měřitko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	5,58
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	352,18
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1000

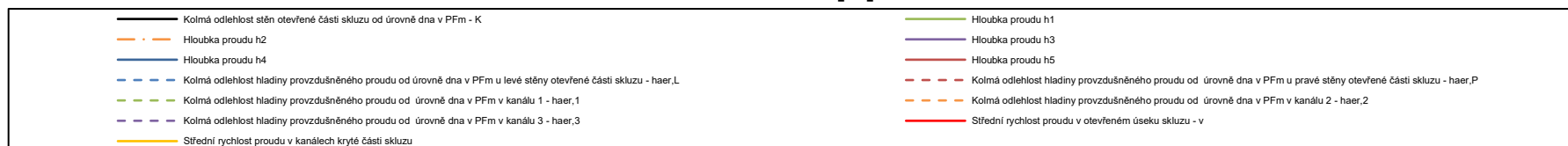
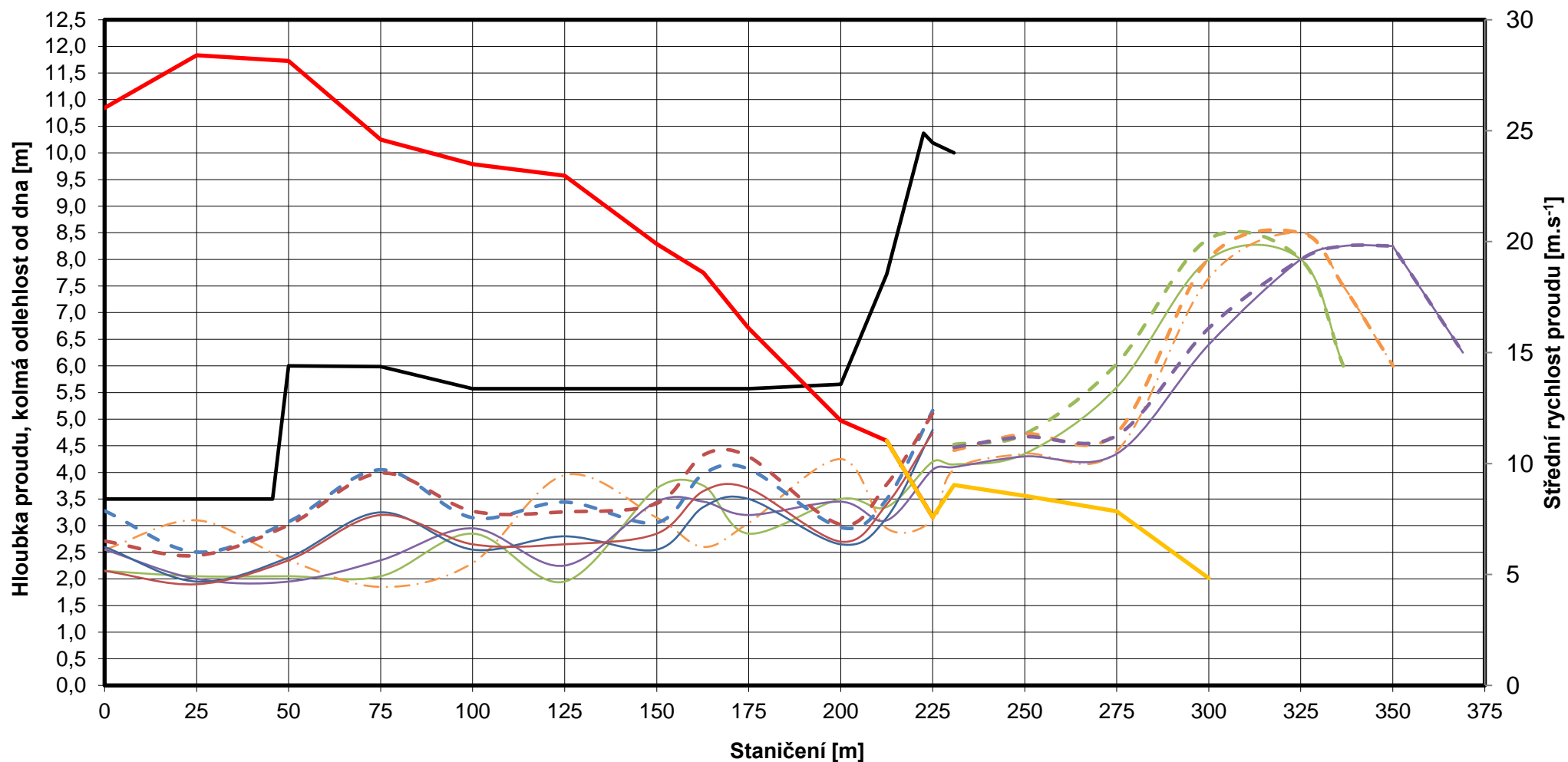
Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	43	41	41	41	57	39	74	75	57	70	67	84	83	87	112	160	160	120	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	51	62	47	37	46	79	63	52	61	85	59	62	81	87	88	153	170	150	120	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	51	40	39	47	59	45	69	69	64	69	62	81	82	86	87	128	160	165	165	165	125
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	52	39	48	65	51	56	51	67	70	53	63	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	43	38	47	64	53	53	57	73	74	54	68	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	2,15	2,05	2,05	2,05	2,85	1,95	3,70	3,75	2,85	3,50	3,35	4,20	4,15	4,35	5,60	8,00	8,00	6,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	2,55	3,10	2,35	1,85	2,30	3,95	3,15	2,60	3,05	4,25	2,95	3,10	4,05	4,35	4,40	7,65	8,50	7,50	6,00		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	2,55	2,00	1,95	2,35	2,95	2,25	3,45	3,45	3,20	3,45	3,10	4,05	4,10	4,30	4,35	6,40	8,00	8,25	8,25	8,25	6,25
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	2,60	1,95	2,40	3,25	2,55	2,80	2,55	3,35	3,50	2,65	3,15	4,80									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	2,15	1,90	2,35	3,20	2,65	2,65	2,85	3,65	3,70	2,70	3,40	4,75									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	38,4	35,2	35,5	40,6	42,6	43,5	50,2	53,8	62,1	83,7	90,7	131,9									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													37,4	39,2	50,4	82,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													36,5	39,2	39,6	71,5					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													36,9	38,7	39,2	57,6					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	26,03	28,40	28,14	24,60	23,49	22,97	19,90	18,60	16,10	11,94	11,02	7,58									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													8,92	8,51	6,61	4,05					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,14	8,51	8,41	4,66					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,03	8,61	8,51	5,79					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	26,0	28,4	28,1	24,6	23,5	23,0	19,9	18,6	16,1	11,9	11,0	7,6	9,0	8,5	7,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	3,28	2,50	3,08	4,05	3,15	3,44	3,06	3,97	4,06	2,97	3,50	5,16									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	2,71	2,44	3,01	3,99	3,27	3,26	3,42	4,33	4,30	3,02	3,77	5,11									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													4,52	4,72	6,04	8,39	8,00	6,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													4,42	4,72	4,75	8,02	8,50	7,50	6,00		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													4,47	4,67	4,69	6,71	8,00	8,25	8,25	8,25	6,25
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	0,22	1,00	2,92	1,94	2,42	2,13	2,51	1,60	1,51	2,69	4,22	5,03									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	0,79	1,06	2,99	2,00	2,30	2,31	2,15	1,24	1,28	2,63	3,95	5,08									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta**  
 **$Q = 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 352,18 m n. m.**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta

Číslo zkoušky	6_S_1411	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	79,80
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	7,10
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	353,70
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1411

Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05	
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22										
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19										
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	60	53	61	62	79	62	98	92	71	93	89	103	109	117	152	197	200	170	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	65	64	66	51	60	95	79	77	81	105	69	84	107	113	117	181	205	195	170	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	67	67	66	62	79	58	99	90	77	92	87	101	111	111	112	160	195	200	205	205	170	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	65	57	57	82	70	75	67	107	92	65	91	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	60	57	61	78	62	74	72	104	95	71	88	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

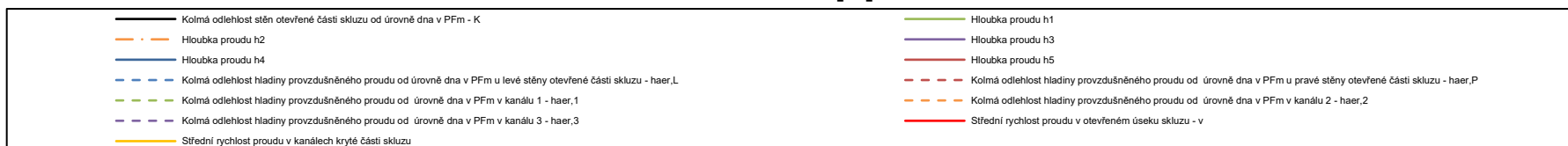
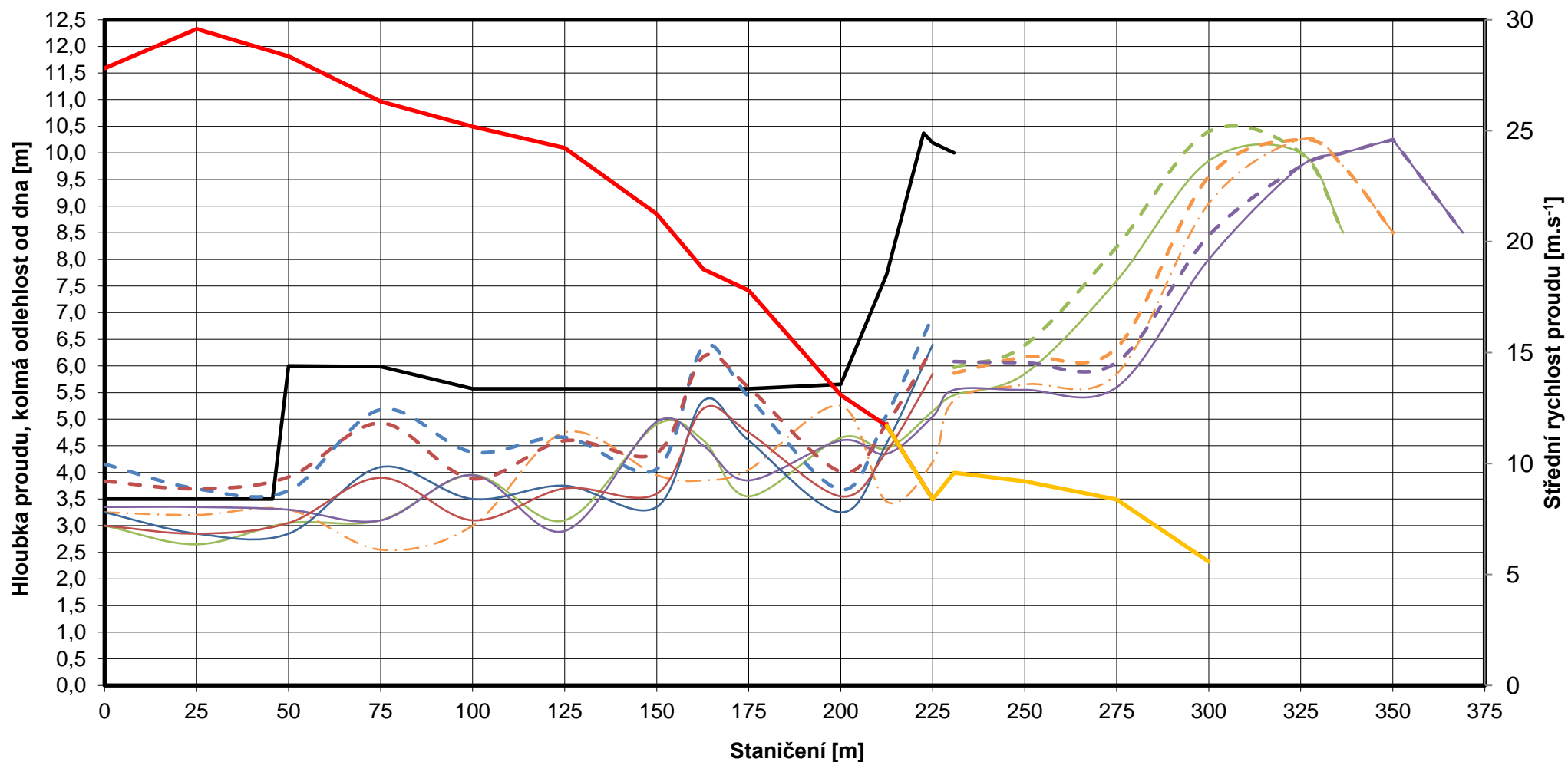
Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	3,00	2,65	3,05	3,10	3,95	3,10	4,90	4,60	3,55	4,65	4,45	5,15	5,45	5,85	7,60	9,85	10,00	8,50			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	3,25	3,20	3,30	2,55	3,00	4,75	3,95	3,85	4,05	5,25	3,45	4,20	5,35	5,65	5,85	9,05	10,25	9,75	8,50		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	3,35	3,35	3,30	3,10	3,95	2,90	4,95	4,50	3,85	4,60	4,35	5,05	5,55	5,55	5,60	8,00	9,75	10,00	10,25	10,25	8,50
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	3,25	2,85	2,85	4,10	3,50	3,75	3,35	5,35	4,60	3,25	4,55	6,40									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	3,00	2,85	3,05	3,90	3,10	3,70	3,60	5,20	4,75	3,55	4,40	5,85									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	50,7	47,7	49,8	53,6	56,0	58,2	66,4	75,2	79,2	107,8	120,5	168,2									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													49,1	52,7	68,4	101,3					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													48,2	50,9	52,7	84,6					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													50,0	50,0	50,4	72,0					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	27,81	29,59	28,35	26,32	25,19	24,22	21,25	18,76	17,80	13,09	11,70	8,39									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,59	8,93	6,87	4,64					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,77	9,25	8,93	5,56					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													9,41	9,41	9,33	6,53					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	27,8	29,6	28,3	26,3	25,2	24,2	21,2	18,8	17,8	13,1	11,7	8,4	9,6	9,2	8,4	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	4,15	3,69	3,66	5,18	4,38	4,66	4,06	6,35	5,42	3,68	5,08	6,94									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	3,83	3,69	3,91	4,93	3,88	4,60	4,36	6,18	5,60	4,01	4,91	6,34									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													5,97	6,39	8,24	10,40	10,00	8,50			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													5,86	6,17	6,34	9,55	10,25	9,75	8,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													6,08	6,06	6,07	8,45	9,75	10,00	10,25	10,25	8,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-0,65	-0,19	2,34	0,81	1,19	0,91	1,51	-0,78	0,15	1,98	2,64	3,25									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-0,33	-0,19	2,09	1,06	1,69	0,97	1,21	-0,60	-0,02	1,64	2,81	3,85									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta**  
 **$Q = 1411 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 353,70 m n. m.**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta

Císlo zkoušky	6_S_1766	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	99,90
Měřítka délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	8,29
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	354,89
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1766

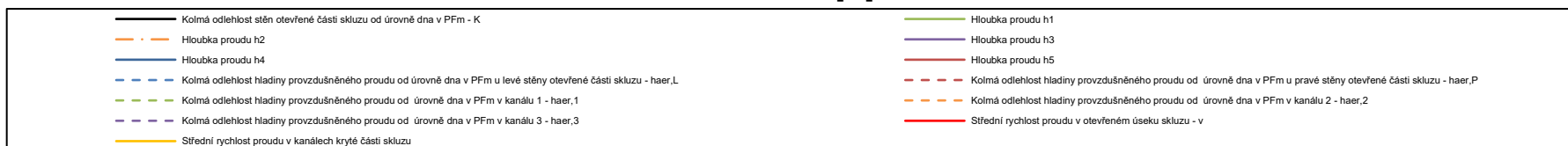
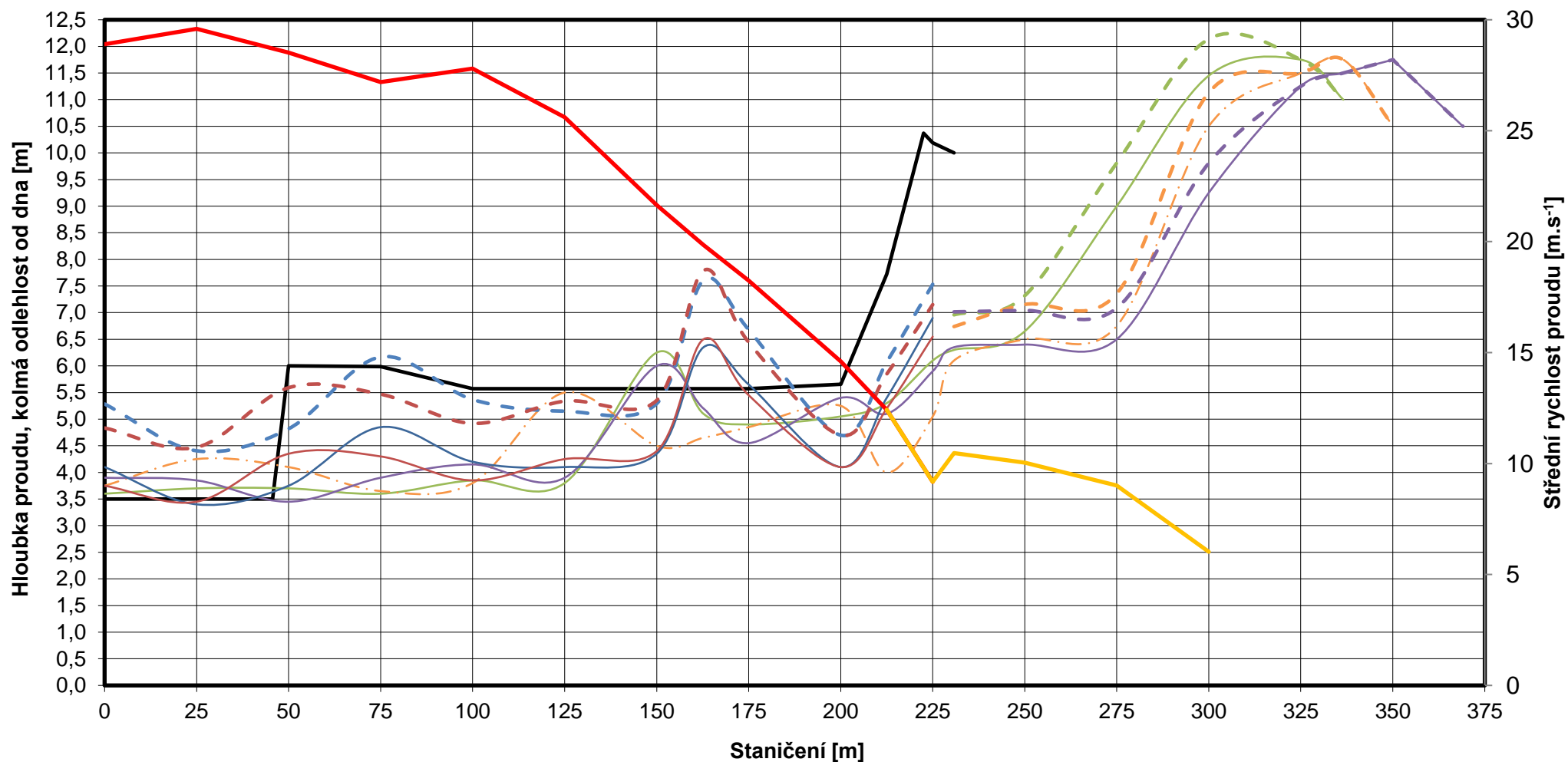
Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	72	74	74	72	77	76	125	102	98	101	106	122	126	133	180	229	235	220	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	75	85	82	73	76	110	90	93	97	105	80	101	122	130	135	210	230	235	210	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	78	77	69	78	83	78	120	104	91	108	102	118	127	128	130	185	225	230	235	235	210
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	82	68	75	97	84	82	87	127	113	82	108	138	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	75	69	87	86	77	85	88	130	109	82	104	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametry proudu po přepočtu na dílo

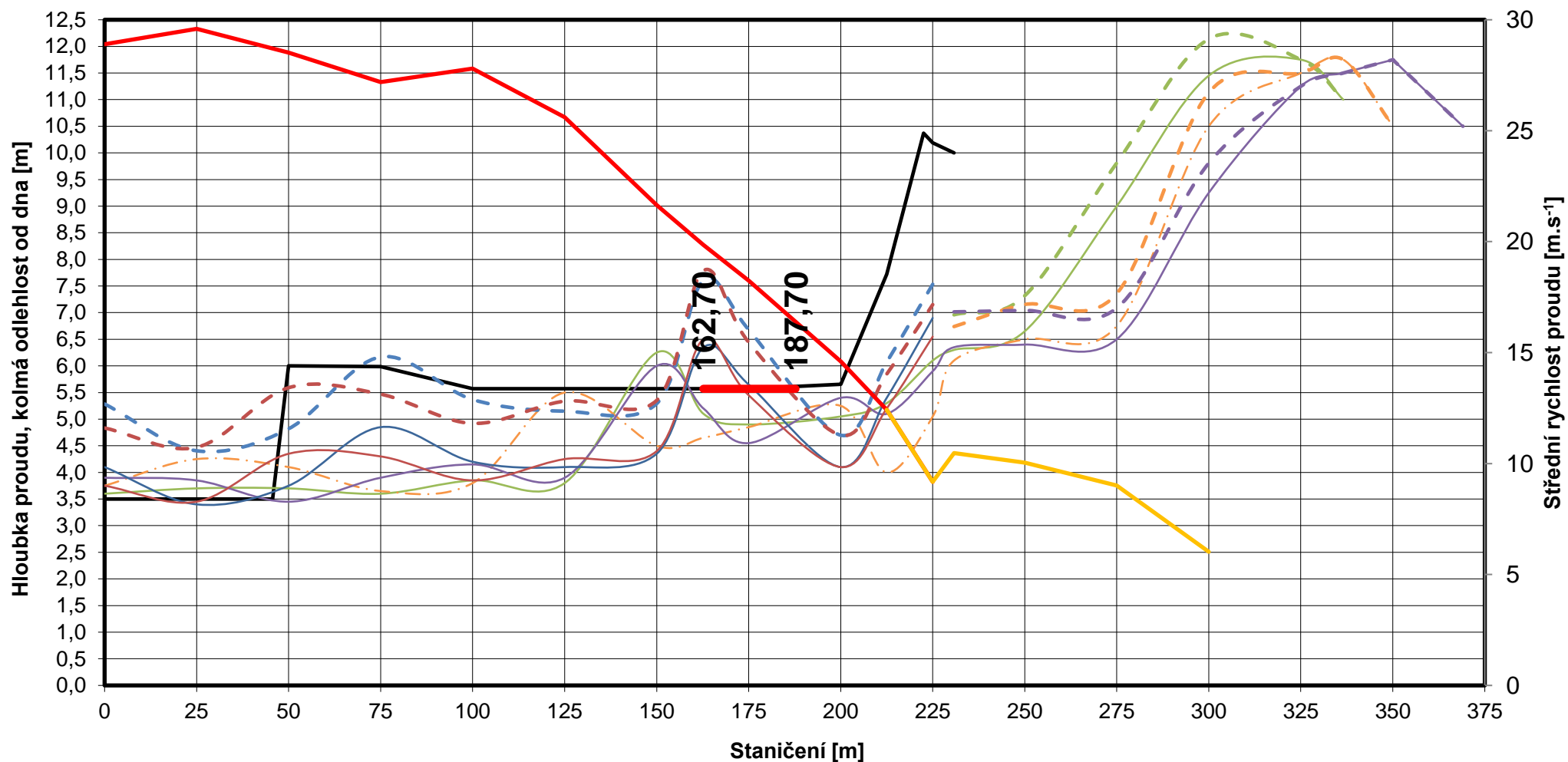
Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	3,60	3,70	3,70	3,60	3,85	3,80	6,25	5,10	4,90	5,05	5,30	6,10	6,30	6,65	9,00	11,45	11,75	11,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	3,75	4,25	4,10	3,65	3,80	5,50	4,50	4,65	4,85	5,25	4,00	5,05	6,10	6,50	6,75	10,50	11,50	11,75	10,50		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	3,90	3,85	3,45	3,90	4,15	3,90	6,00	5,20	4,55	5,40	5,10	5,90	6,35	6,40	6,50	9,25	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	4,10	3,40	3,75	4,85	4,20	4,10	4,35	6,35	5,65	4,10	5,40	6,90									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	3,75	3,45	4,35	4,30	3,85	4,25	4,40	6,50	5,45	4,10	5,20	6,55									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	61,1	59,7	61,9	65,0	63,5	69,0	81,6	89,0	96,8	120,9	142,2	192,5									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													56,7	59,9	81,0	117,7					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													54,9	58,5	60,8	98,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													57,2	57,6	58,5	83,3					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	28,89	29,59	28,52	27,19	27,80	25,61	21,64	19,85	18,25	14,60	12,42	9,18									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													10,38	9,84	7,27	5,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													10,72	10,06	9,69	6,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													10,30	10,22	10,06	7,07					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	28,9	29,6	28,5	27,2	27,8	25,6	21,6	19,9	18,2	14,6	12,4	9,2	10,5	10,0	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	5,28	4,41	4,82	6,17	5,37	5,15	5,29	7,61	6,68	4,70	6,07	7,53									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	4,83	4,47	5,59	5,47	4,92	5,34	5,35	7,79	6,44	4,70	5,85	7,15									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													6,96	7,32	9,81	12,14	11,75	11,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													6,74	7,15	7,36	11,13	11,50	11,75	10,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													7,01	7,04	7,09	9,81	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-1,78	-0,91	1,18	-0,18	0,20	0,42	0,28	-2,04	-1,11	0,96	1,65	2,66									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-1,33	-0,97	0,41	0,52	0,65	0,23	0,22	-2,22	-0,87	0,96	1,88	3,04									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta**  
 **$Q = 1766 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m.**



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta**  
 **$Q = 1766 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m., deflektory**





Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu

Císlo zkoušky	6_L_500	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	28,30
Měřitko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	3,45
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	350,05
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	500

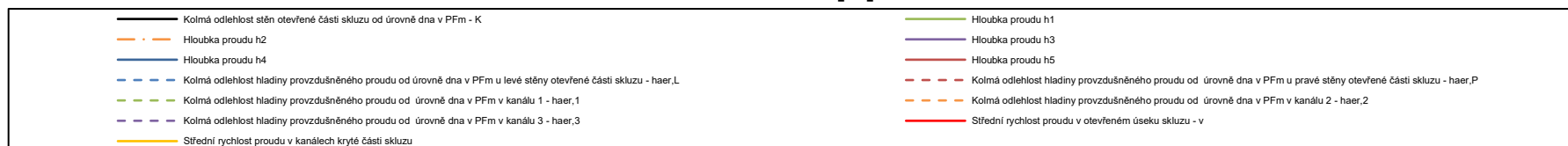
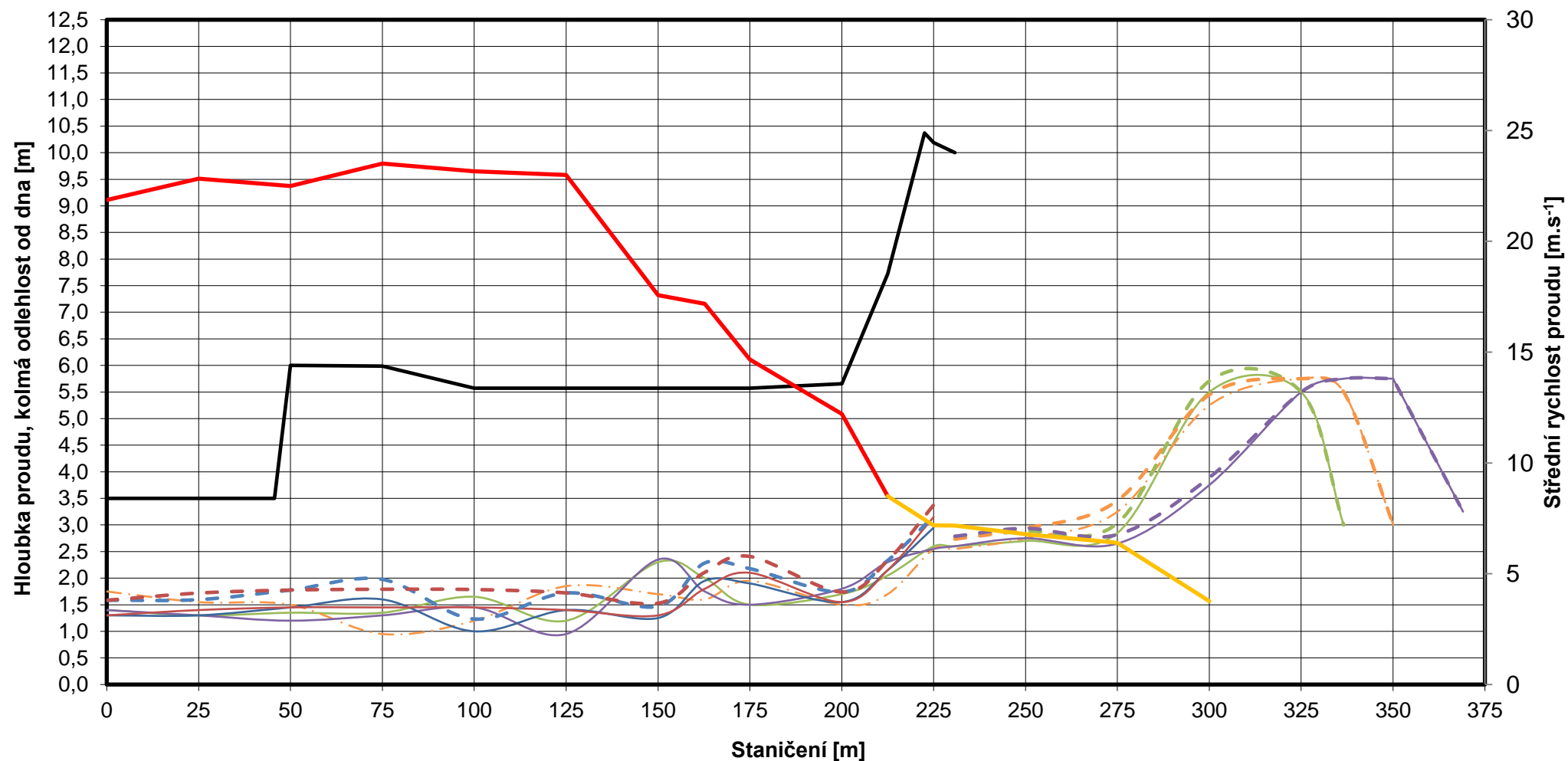
Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m												8,91	9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m												9,32	9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m												8,91	9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	28	26	27	27	33	24	46	40	30	34	41	52	52	54	57	110	110	60	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	35	31	30	19	24	37	34	32	39	30	34	51	51	55	65	105	115	110	60	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	28	26	24	26	29	19	47	35	30	36	46	51	52	55	53	75	110	115	115	115	65
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	26	26	29	32	20	28	25	39	38	31	43	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	26	28	29	29	29	28	26	36	42	31	43	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	1,40	1,30	1,35	1,35	1,65	1,20	2,30	2,00	1,50	1,70	2,05	2,60	2,60	2,70	2,85	5,50	5,50	3,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	1,75	1,55	1,50	0,95	1,20	1,85	1,70	1,60	1,95	1,50	1,70	2,55	2,55	2,75	3,25	5,25	5,75	5,50	3,00		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	1,40	1,30	1,20	1,30	1,45	0,95	2,35	1,75	1,50	1,80	2,30	2,55	2,60	2,75	2,65	3,75	5,50	5,75	5,75	5,75	3,25
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	1,30	1,30	1,45	1,60	1,00	1,40	1,25	1,95	1,90	1,55	2,15	2,95									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	1,30	1,40	1,45	1,45	1,45	1,40	1,30	1,80	2,10	1,55	2,15	3,15									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	22,9	21,9	22,2	21,3	21,6	21,8	28,5	29,1	34,1	41,0	58,9										
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>												23,2	23,4	24,3	25,7	56,5					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>												23,8	23,0	24,8	29,3	49,1					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>												22,7	23,4	24,8	23,9	33,8					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	21,87	22,82	22,49	23,51	23,16	22,99	17,57	17,18	14,67	12,21	8,50										
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>												7,20	7,13	6,86	6,50	2,95					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>												7,02	7,27	6,74	5,70	3,40					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>												7,34	7,13	6,74	6,99	4,94					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	21,9	22,8	22,5	23,5	23,2	23,0	17,6	17,2	14,7	12,2	8,5	7,2	7,2	6,8	6,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	1,58	1,60	1,78	1,98	1,23	1,72	1,47	2,29	2,18	1,74	2,33	3,16									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	1,58	1,72	1,78	1,79	1,79	1,72	1,53	2,11	2,41	1,74	2,33	3,38									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m												2,79	2,79	2,88	3,03	5,71	5,50	3,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m												2,73	2,73	2,94	3,46	5,45	5,75	5,50	3,00		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m												2,73	2,79	2,94	2,82	3,89	5,50	5,75	5,75	5,75	3,25
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	1,92	1,90	4,22	4,01	4,34	3,85	4,10	3,29	3,39	3,92	5,39										
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	1,92	1,78	4,22	4,20	3,79	3,85	4,04	3,46	3,16	3,92	5,39										

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře**  
 **$Q = 500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 350,05 m n. m.**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu

Císlo zkoušky	6_L_1000	
Průtok na modelu	$\text{l.s}^{-1}$	56,55
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	5,58
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	352,18
Průtok na díle	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	1000

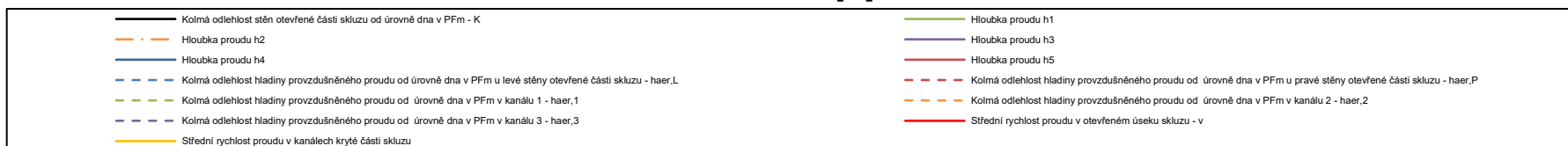
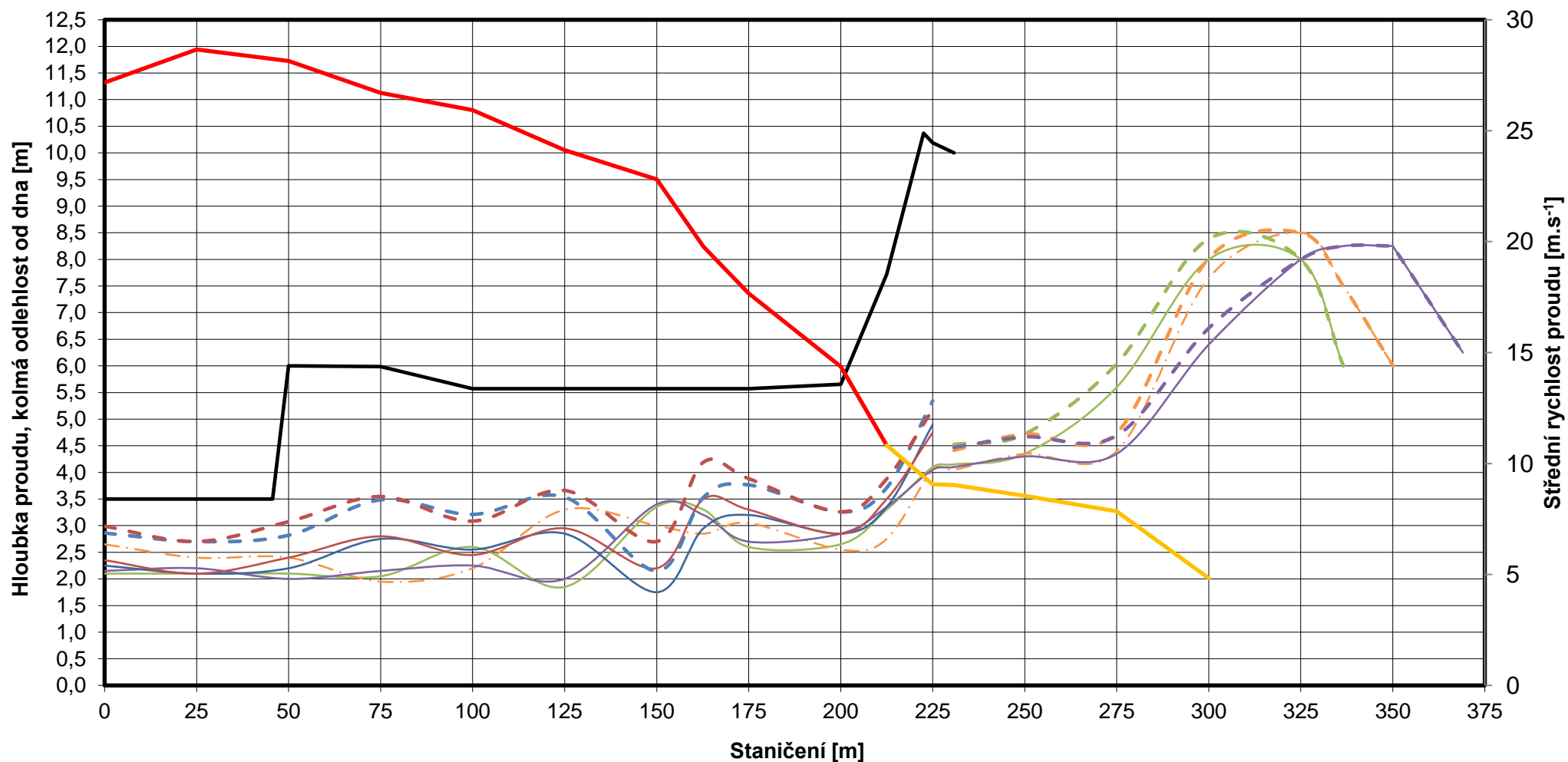
Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - $PF_m$	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v $PF_m$ - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v $PF_m$ - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m												8,91	9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m												9,32	9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m												8,91	9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu $h_1$ (model)	mm	42	42	42	41	52	37	67	66	52	53	66	82	83	87	112	160	160	120	-	-	-
Hloubka proudu $h_2$ (model)	mm	53	48	48	39	44	66	60	57	61	51	55	81	81	87	88	153	170	150	120	-	-
Hloubka proudu $h_3$ (model)	mm	43	44	40	43	45	40	68	64	54	57	67	81	82	86	87	128	160	165	165	165	125
Hloubka proudu $h_4$ (model)	mm	45	42	44	55	51	57	35	59	64	57	67	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu $h_5$ (model)	mm	47	42	48	56	49	59	44	70	66	57	70	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu $h_1$	m	2,10	2,10	2,10	2,05	2,60	1,85	3,35	3,30	2,60	2,65	3,30	4,10	4,15	4,35	5,60	8,00	8,00	6,00			
Hloubka proudu $h_2$	m	2,65	2,40	2,40	1,95	2,20	3,30	3,00	2,85	3,05	2,55	2,75	4,05	4,05	4,35	4,40	7,65	8,50	7,50	6,00		
Hloubka proudu $h_3$	m	2,15	2,20	2,00	2,15	2,25	2,00	3,40	3,20	2,70	2,85	3,35	4,05	4,10	4,30	4,35	6,40	8,00	8,25	8,25	8,25	6,25
Hloubka proudu $h_4$	m	2,25	2,10	2,20	2,75	2,55	2,85	1,75	2,95	3,20	2,85	3,35	4,90									
Hloubka proudu $h_5$	m	2,35	2,10	2,40	2,80	2,45	2,95	2,20	3,50	3,30	2,85	3,50	4,75									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	$\text{m}^2$	36,8	34,9	35,5	37,4	38,6	41,4	43,8	50,6	56,6	69,6	92,4										
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - $S_1$	$\text{m}^2$												36,5	37,4	39,2	50,4	82,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - $S_2$	$\text{m}^2$												37,7	36,5	39,2	39,6	71,5					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - $S_3$	$\text{m}^2$												36,1	36,9	38,7	39,2	57,6					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	$\text{m.s}^{-1}$	27,17	28,66	28,14	26,70	25,93	24,12	22,80	19,77	17,67	14,37	10,82										
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - $v_1$	$\text{m.s}^{-1}$												9,12	8,92	8,51	6,61	4,05					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - $v_2$	$\text{m.s}^{-1}$												8,83	9,14	8,51	8,41	4,66					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - $v_3$	$\text{m.s}^{-1}$												9,23	9,03	8,61	8,51	5,79					
Součinitel provzdušnění - $K_{aer}$	%	27,2	28,7	28,1	26,7	25,9	24,1	22,8	19,8	17,7	14,4	10,8	9,1	9,0	8,5	7,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ u levé stěny otevřené části skluzu - $h_{aer,L}$	m	2,86	2,70	2,82	3,48	3,21	3,54	2,15	3,53	3,77	3,26	3,71	5,34									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ u pravé stěny otevřené části skluzu - $h_{aer,P}$	m	2,99	2,70	3,08	3,55	3,09	3,66	2,70	4,19	3,88	3,26	3,88	5,18									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 1 - $h_{aer,1}$	m												4,47	4,52	4,72	6,04	8,39	8,00	6,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 2 - $h_{aer,2}$	m												4,42	4,42	4,72	4,75	8,02	8,50	7,50	6,00		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 3 - $h_{aer,3}$	m												4,42	4,47	4,67	4,69	6,71	8,00	8,25	8,25	8,25	6,25
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - $\Delta_L$	m	0,64	0,80	3,18	2,50	2,36	2,03	3,42	2,04	1,81	2,40	4,01										
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - $\Delta_P$	m	0,51	0,80	2,92	2,44	2,49	1,91	2,87	1,38	1,69	2,40	3,84										

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře**  
 **$Q = 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 352,18 m n. m.**





Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu

Číslo zkoušky	6_L_1411	
Průtok na modelu	$\text{l.s}^{-1}$	79,80
Měřitko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	7,10
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	353,70
Průtok na díle	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	1411

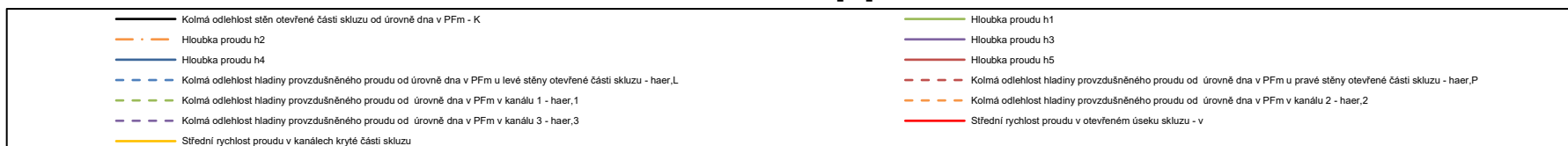
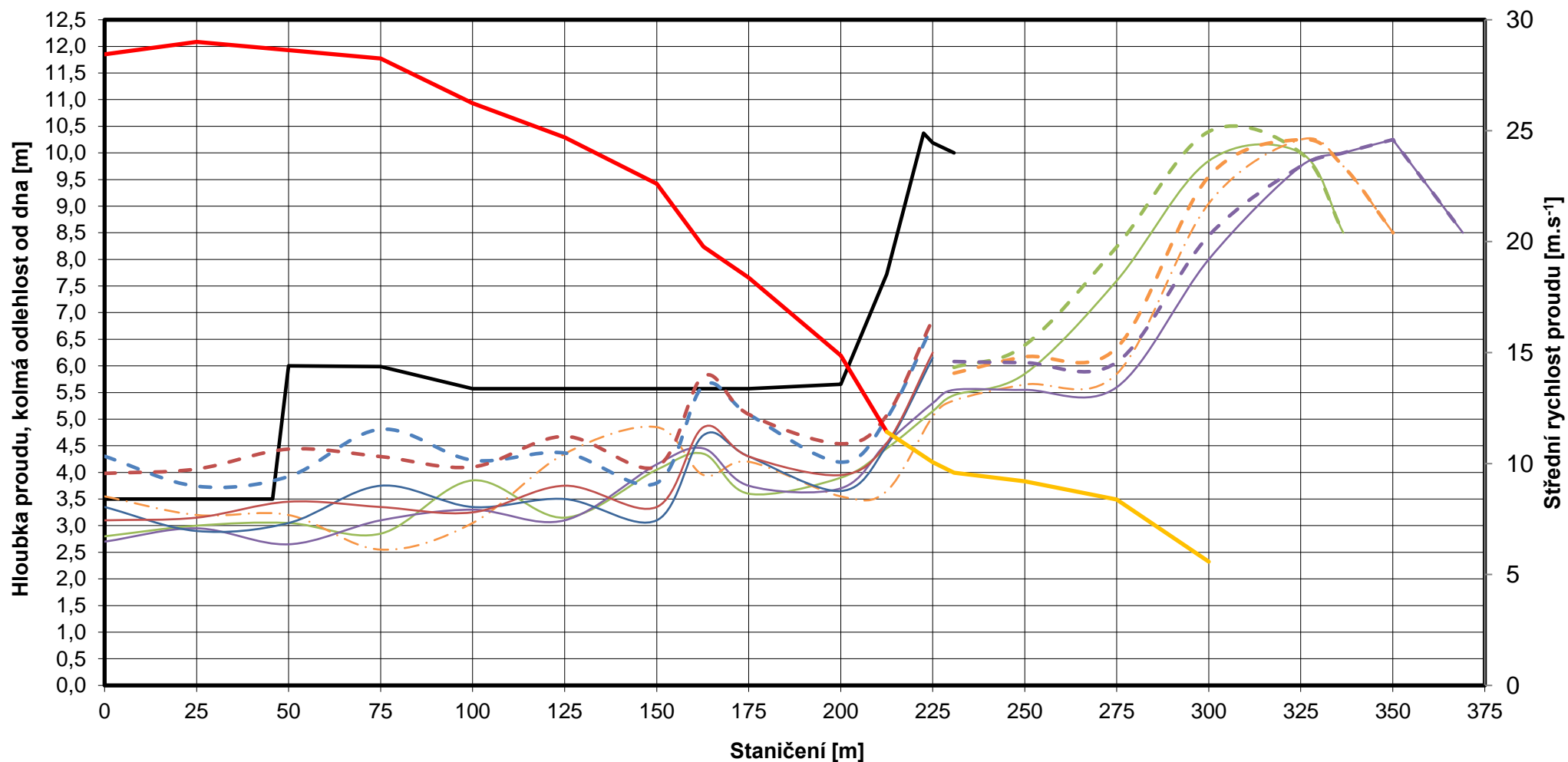
Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05	
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22										
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19										
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m												8,91	9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m												9,32	9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m												8,91	9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	56	60	61	57	77	63	81	87	72	78	89	103	109	117	152	197	200	170	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	71	64	64	51	61	87	97	79	84	71	73	101	107	113	117	181	205	195	170	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	54	59	53	62	66	62	83	89	75	74	91	106	111	111	112	160	195	200	205	205	170	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	67	58	61	75	67	70	62	94	86	73	90	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	62	63	69	67	65	75	67	97	86	79	91	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu $h_1$	m	2,80	3,00	3,05	2,85	3,85	3,15	4,05	4,35	3,60	3,90	4,45	5,15	5,45	5,85	7,60	9,85	10,00	8,50			
Hloubka proudu $h_2$	m	3,55	3,20	3,20	2,55	3,05	4,35	4,85	3,95	4,20	3,55	3,65	5,05	5,35	5,65	5,85	9,05	10,25	9,75	8,50		
Hloubka proudu $h_3$	m	2,70	2,95	2,65	3,10	3,30	3,10	4,15	4,45	3,75	3,70	4,55	5,30	5,55	5,55	5,60	8,00	9,75	10,00	10,25	10,25	8,50
Hloubka proudu $h_4$	m	3,35	2,90	3,05	3,75	3,35	3,50	3,10	4,70	4,30	3,65	4,50	6,15									
Hloubka proudu $h_5$	m	3,10	3,15	3,45	3,35	3,25	3,75	3,35	4,85	4,30	3,95	4,55	6,25									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	49,6	48,6	49,3	49,9	53,8	57,1	62,4	71,4	76,8	94,9	123,4										
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>												45,9	49,1	52,7	68,4	101,3					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>												47,1	48,2	50,9	52,7	84,6					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>												47,2	50,0	50,0	50,4	72,0					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	28,44	29,00	28,63	28,26	26,24	24,70	22,61	19,77	18,38	14,87	11,43										
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>												10,25	9,59	8,93	6,87	4,64					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>												9,99	9,77	9,25	8,93	5,56					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>												9,96	9,41	9,41	9,33	6,53					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	28,4	29,0	28,6	28,3	26,2	24,7	22,6	19,8	18,4	14,9	11,4	10,1	9,6	9,2	8,4	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	4,30	3,74	3,92	4,81	4,23	4,36	3,80	5,63	5,09	4,19	5,01	6,77									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	3,98	4,06	4,44	4,30	4,10	4,68	4,11	5,81	5,09	4,54	5,07	6,88									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m												5,67	5,97	6,39	8,24	10,40	10,00	8,50			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m												5,56	5,86	6,17	6,34	9,55	10,25	9,75	8,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m												5,83	6,08	6,06	6,07	8,45	9,75	10,00	10,25	10,25	8,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-0,80	-0,24	2,08	1,18	1,34	1,21	1,77	-0,06	0,48	1,46	2,71										
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-0,48	-0,56	1,56	1,69	1,47	0,89	1,46	-0,24	0,48	1,12	2,65										

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře**  
 **$Q = 1411 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 353,70 m n. m.**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře na konci kryté části skluzu

Císlo zkoušky	6_L_1766	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	99,90
Měřitko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	8,29
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	354,89
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1766

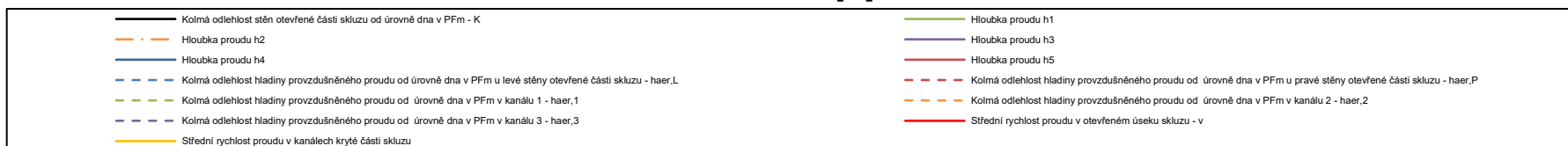
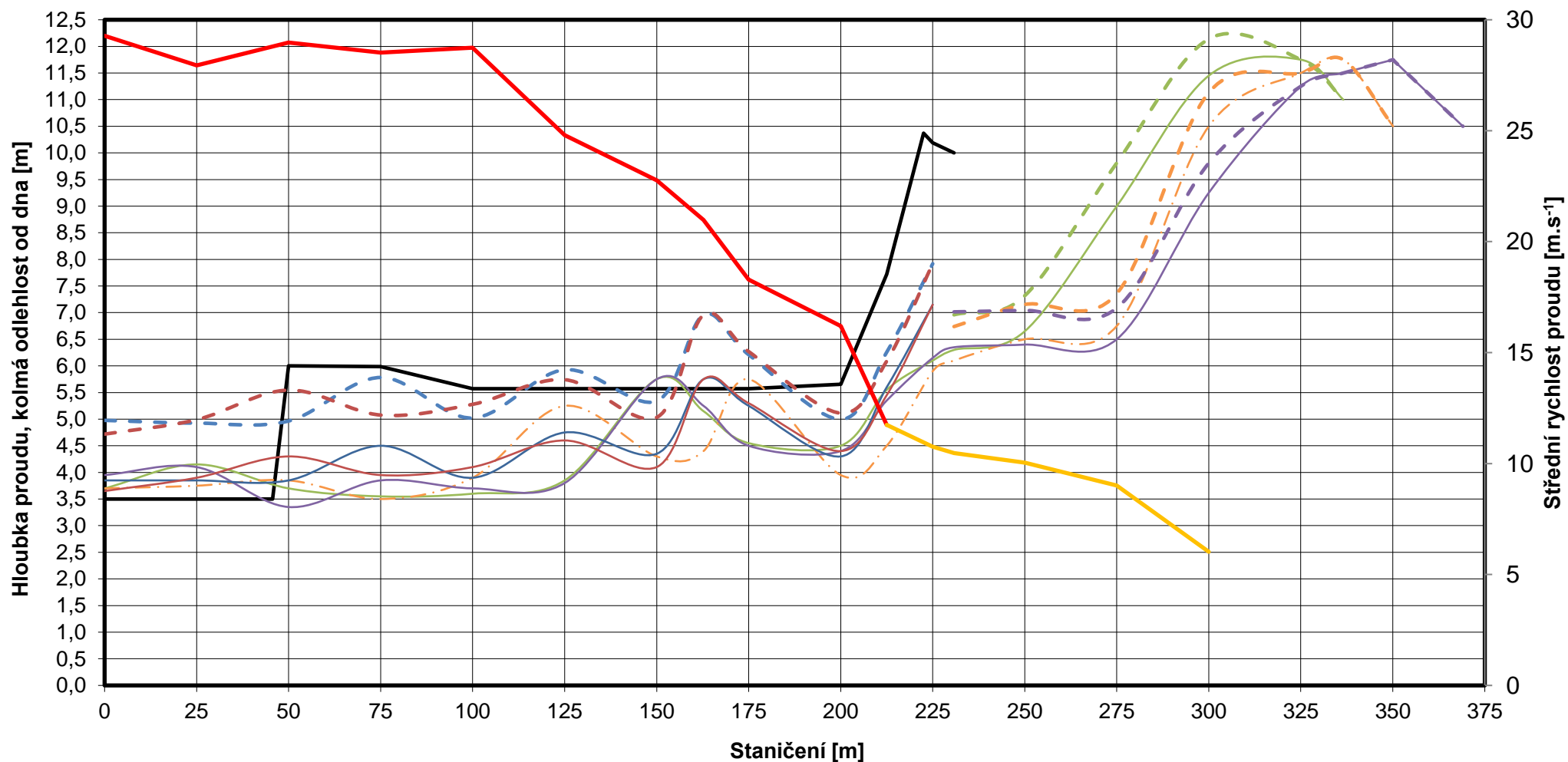
Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05	
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22										
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19										
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m												8,91	9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m												9,32	9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m												8,91	9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	74	83	74	71	72	77	115	103	91	90	111	122	126	133	180	229	235	220	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	74	75	77	70	78	105	86	88	115	79	90	118	122	130	135	210	230	235	210	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	79	82	67	77	74	76	115	105	90	88	107	123	127	128	130	185	225	230	235	235	210	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	77	77	77	90	78	95	87	115	105	86	112	143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	73	78	86	79	82	92	82	115	106	88	109	143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	3,70	4,15	3,70	3,55	3,60	3,85	5,75	5,15	4,55	4,50	5,55	6,10	6,30	6,65	9,00	11,45	11,75	11,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	3,70	3,75	3,85	3,50	3,90	5,25	4,30	4,40	5,75	3,95	4,50	5,90	6,10	6,50	6,75	10,50	11,50	11,75	10,50		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	3,95	4,10	3,35	3,85	3,70	3,80	5,75	5,25	4,50	4,40	5,35	6,15	6,35	6,40	6,50	9,25	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	3,85	3,85	3,85	4,50	3,90	4,75	4,35	5,75	5,25	4,30	5,60	7,15									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	3,65	3,90	4,30	3,95	4,10	4,60	4,10	5,75	5,30	4,40	5,45	7,15									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	60,3	63,2	61,0	61,9	61,4	71,2	77,6	84,2	96,6	109,0	150,4										
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>												54,4	56,7	59,9	81,0	117,7					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>												55,0	54,9	58,5	60,8	98,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>												54,8	57,2	57,6	58,5	83,3					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	29,28	27,94	28,97	28,52	28,74	24,80	22,76	20,98	18,28	16,20	11,74										
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>												10,83	10,38	9,84	7,27	5,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>												10,71	10,72	10,06	9,69	6,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>												10,74	10,30	10,22	10,06	7,07					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	29,3	27,9	29,0	28,5	28,7	24,8	22,8	21,0	18,3	16,2	11,7	10,8	10,5	10,0	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	4,98	4,93	4,97	5,78	5,02	5,93	5,34	6,96	6,21	5,00	6,26	7,92									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	4,72	4,99	5,55	5,08	5,28	5,74	5,03	6,96	6,27	5,11	6,09	7,92									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m												6,76	6,96	7,32	9,81	12,14	11,75	11,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m												6,53	6,74	7,15	7,36	11,13	11,50	11,75	10,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m												6,81	7,01	7,04	7,09	9,81	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-1,48	-1,43	1,03	0,20	0,55	-0,36	0,23	-1,39	-0,64	0,66	1,46										
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-1,22	-1,49	0,45	0,91	0,29	-0,17	0,54	-1,39	-0,70	0,54	1,63										

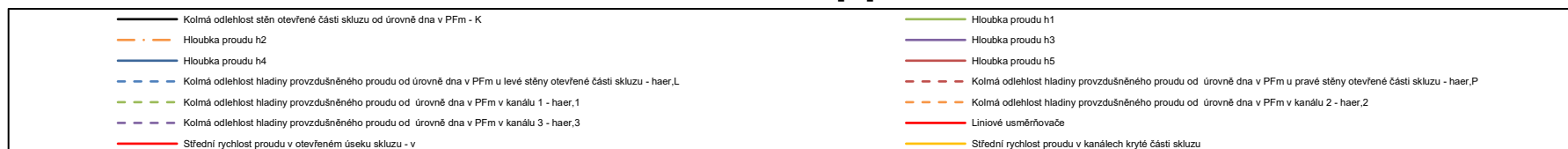
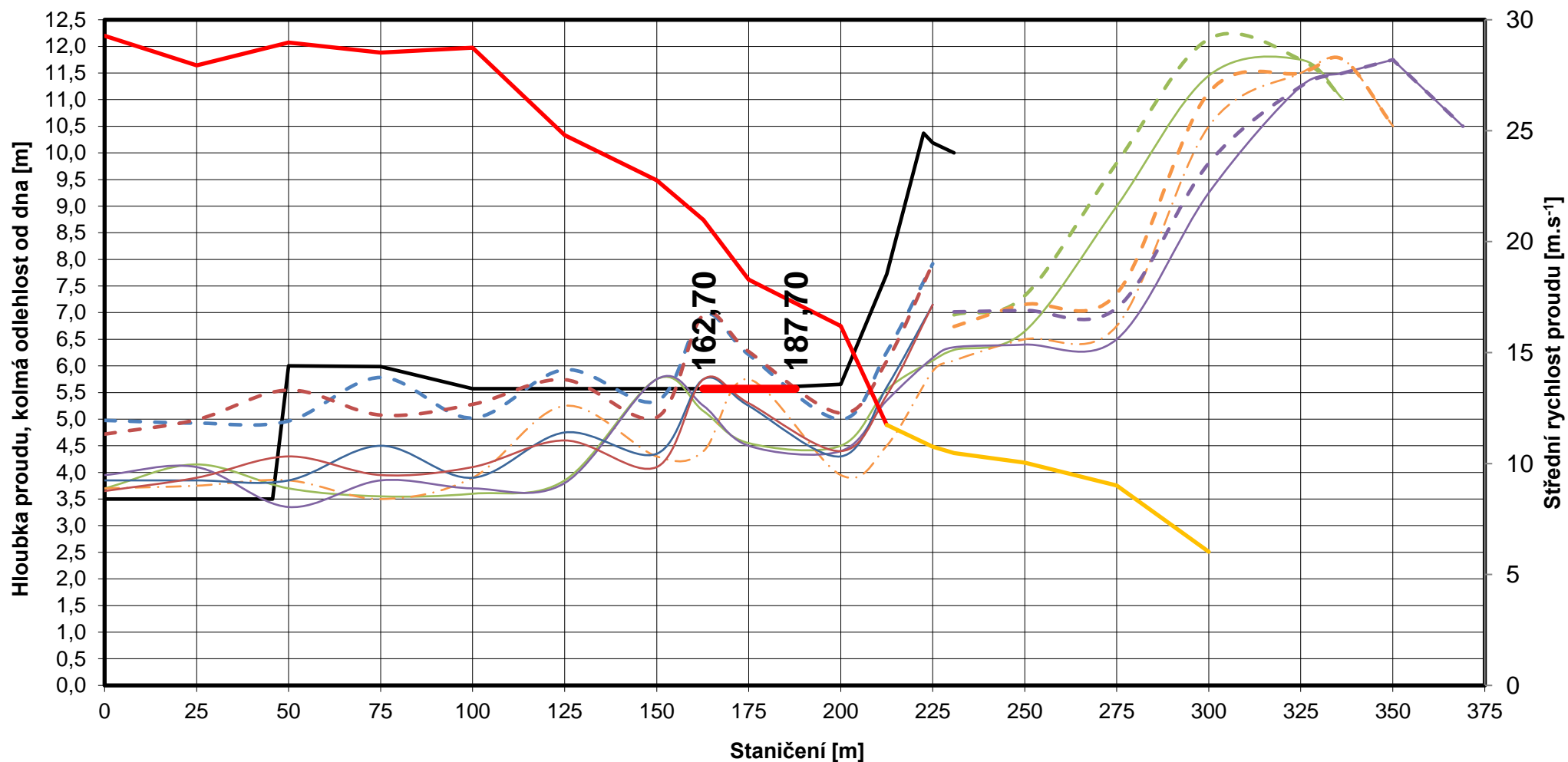
	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře**  
 **$Q = 1766 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m.**





**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - lineární postupně se sbíhající pilíře**  
 **$Q = 1766 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m., deflektory**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta - uzávěr 1 OFF

Císlo zkoušky	6_S_1OFF	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	66,60
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	8,29
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	354,89
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1177

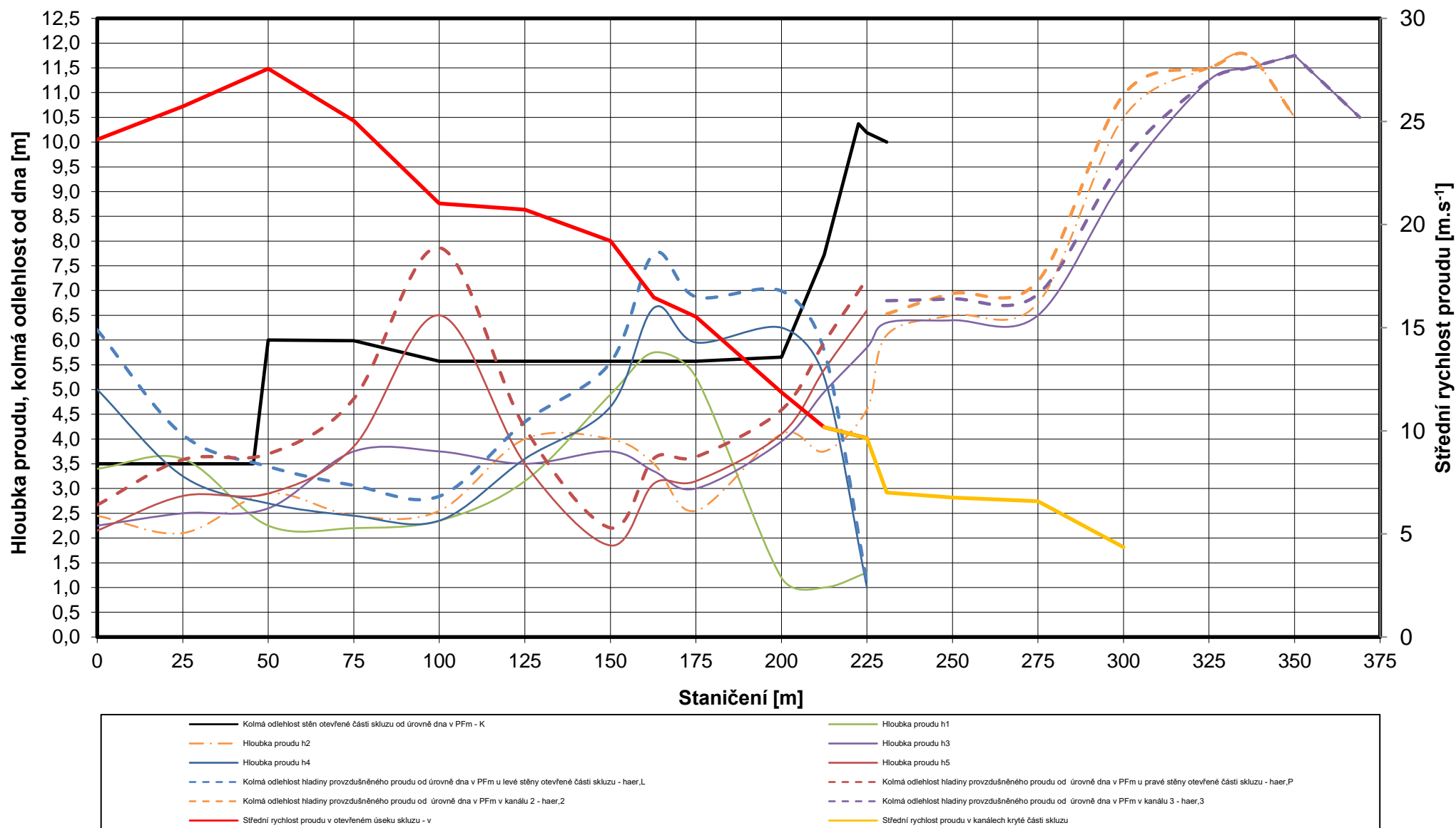
Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05	
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22										
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19										
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	68	72	45	44	47	63	98	115	105	24	20	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	49	42	58	49	51	80	80	70	51	82	75	92	122	130	135	210	230	235	210	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	45	50	52	75	75	70	75	67	60	79	99	117	127	128	130	185	225	230	235	235	210	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	100	65	54	49	47	72	93	133	119	125	105	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	43	57	58	77	130	70	37	62	63	82	108	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Parametry proudu po přepočtu na dílo

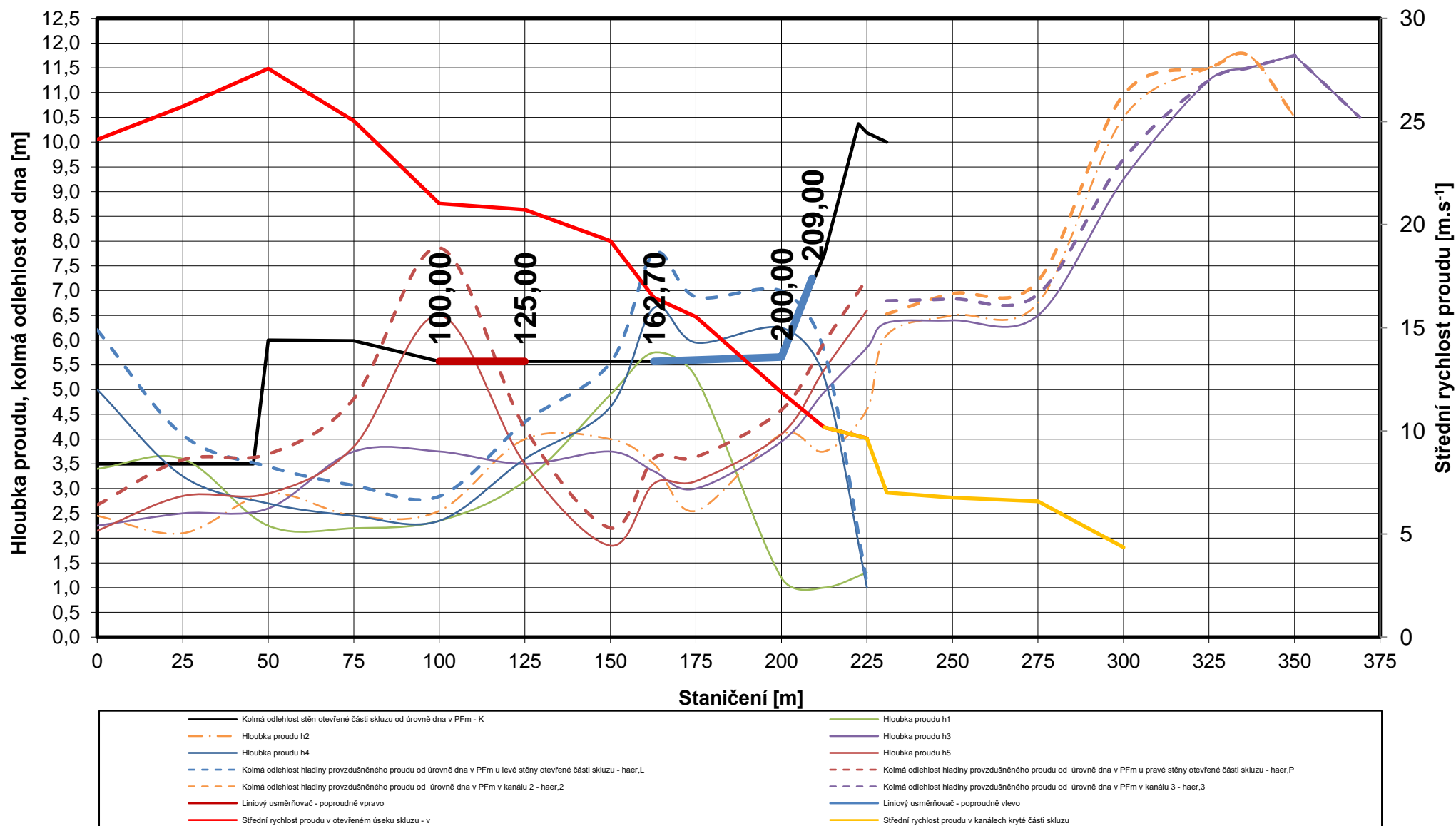
Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	3,40	3,60	2,25	2,20	2,35	3,15	4,90	5,75	5,25	1,20	1,00	1,30	-	-	-	-	-	-			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	2,45	2,10	2,90	2,45	2,55	4,00	4,00	3,50	2,55	4,10	3,75	4,60	6,10	6,50	6,75	10,50	11,50	11,75	10,50		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	2,25	2,50	2,60	3,75	3,75	3,50	3,75	3,35	3,00	3,95	4,95	5,85	6,35	6,40	6,50	9,25	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	5,00	3,25	2,70	2,45	2,35	3,60	4,65	6,65	5,95	6,25	5,25	1,00									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	2,15	2,85	2,90	3,85	6,50	3,50	1,85	3,10	3,15	4,10	5,40	6,60									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	48,8	45,8	42,7	47,0	56,0	56,8	61,3	71,5	75,8	99,2	115,7	122,1									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													-	-	-	-					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													54,9	58,5	60,8	98,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>													57,2	57,6	58,5	83,3					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	24,13	25,73	27,56	25,03	21,02	20,73	19,21	16,46	15,53	11,87	10,17	9,64									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													-	-	-	-					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													7,15	6,71	6,46	4,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>													6,87	6,81	6,71	4,71					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	24,1	25,7	27,6	25,0	21,0	20,7	19,2	16,5	15,5	11,9	10,2	9,6	7,0	6,8	6,6	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	6,21	4,09	3,44	3,06	2,84	4,35	5,54	7,74	6,87	6,99	5,78	1,10									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	2,67	3,58	3,70	4,81	7,87	4,23	2,21	3,61	3,64	4,59	5,95	7,24									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													-	-	-	-	-	-			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													6,53	6,94	7,19	10,96	11,50	11,75	10,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													6,79	6,83	6,93	9,65	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	-2,71	-0,59	2,56	2,92	2,73	1,22	0,03	-2,17	-1,30	-1,34	1,94	9,09									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	0,83	-0,08	2,30	1,17	-2,30	1,35	3,37	1,96	1,93	1,07	1,77	2,95									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 1 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m.**



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 1 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m., deflektory**





Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta - uzávěr 2 OFF

Císlo zkoušky	6_S_2OFF	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	66,60
Měřítko délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	8,29
Úroveň hladiny v nádrži	m n. n.	354,89
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1177

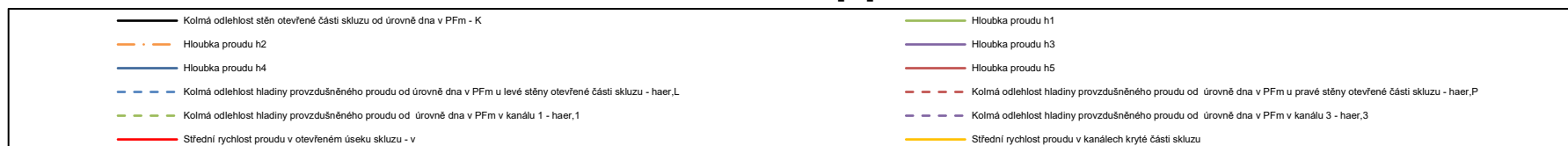
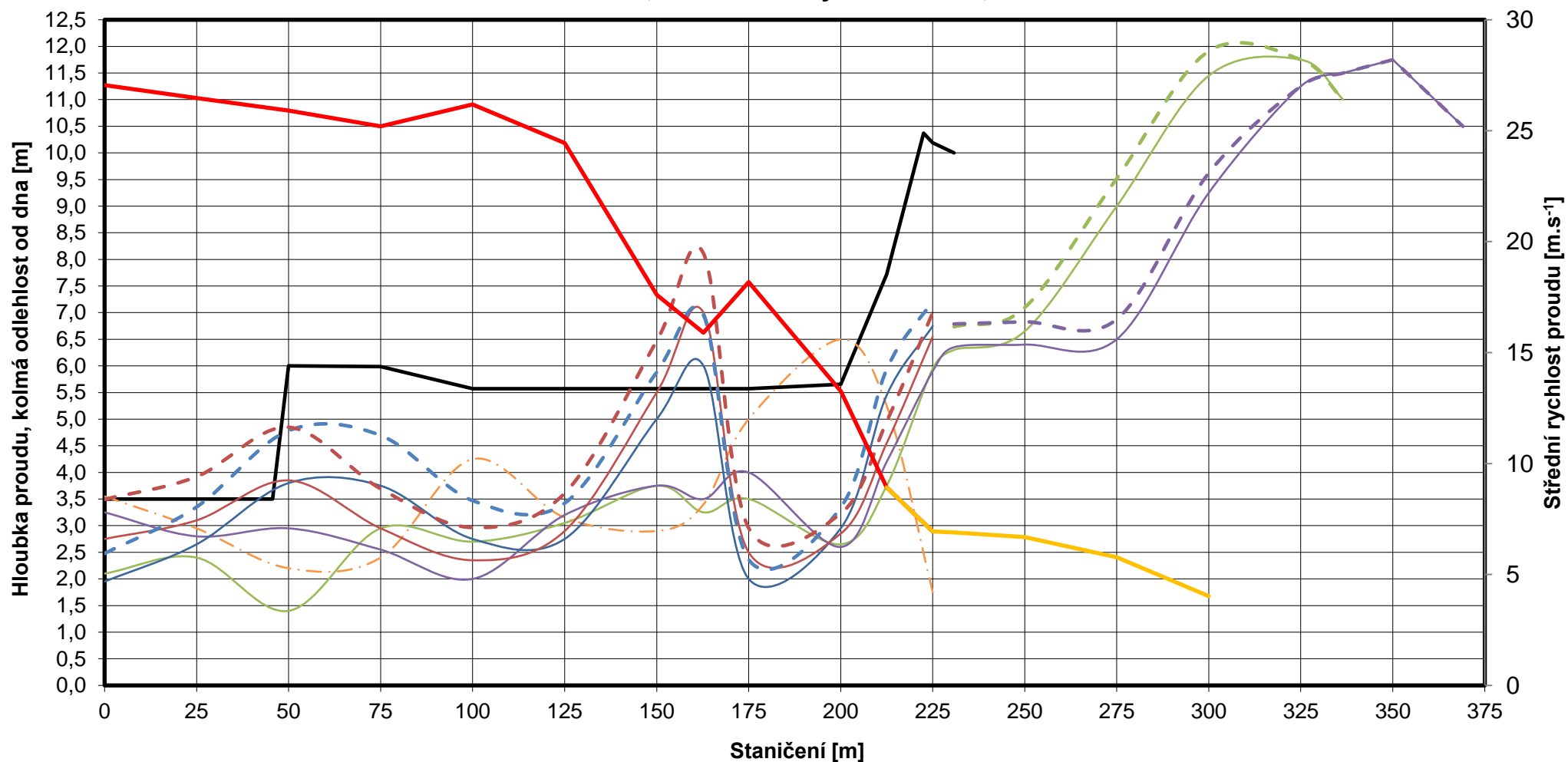
Část skluzu		Otevřená část skluzu												Krytá část skluzu									
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05	
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22										
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19										
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00				
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00	
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	42	48	28	59	54	61	75	65	70	53	75	119	126	133	180	229	235	220	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	71	59	44	48	85	63	58	68	100	130	105	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	65	56	59	51	40	64	75	70	80	52	84	118	127	128	130	185	225	230	235	235	210	
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	39	53	76	75	55	55	100	120	40	59	109	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	55	62	77	59	47	58	110	140	50	57	91	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Parametry proudu po přepočtu na dílo

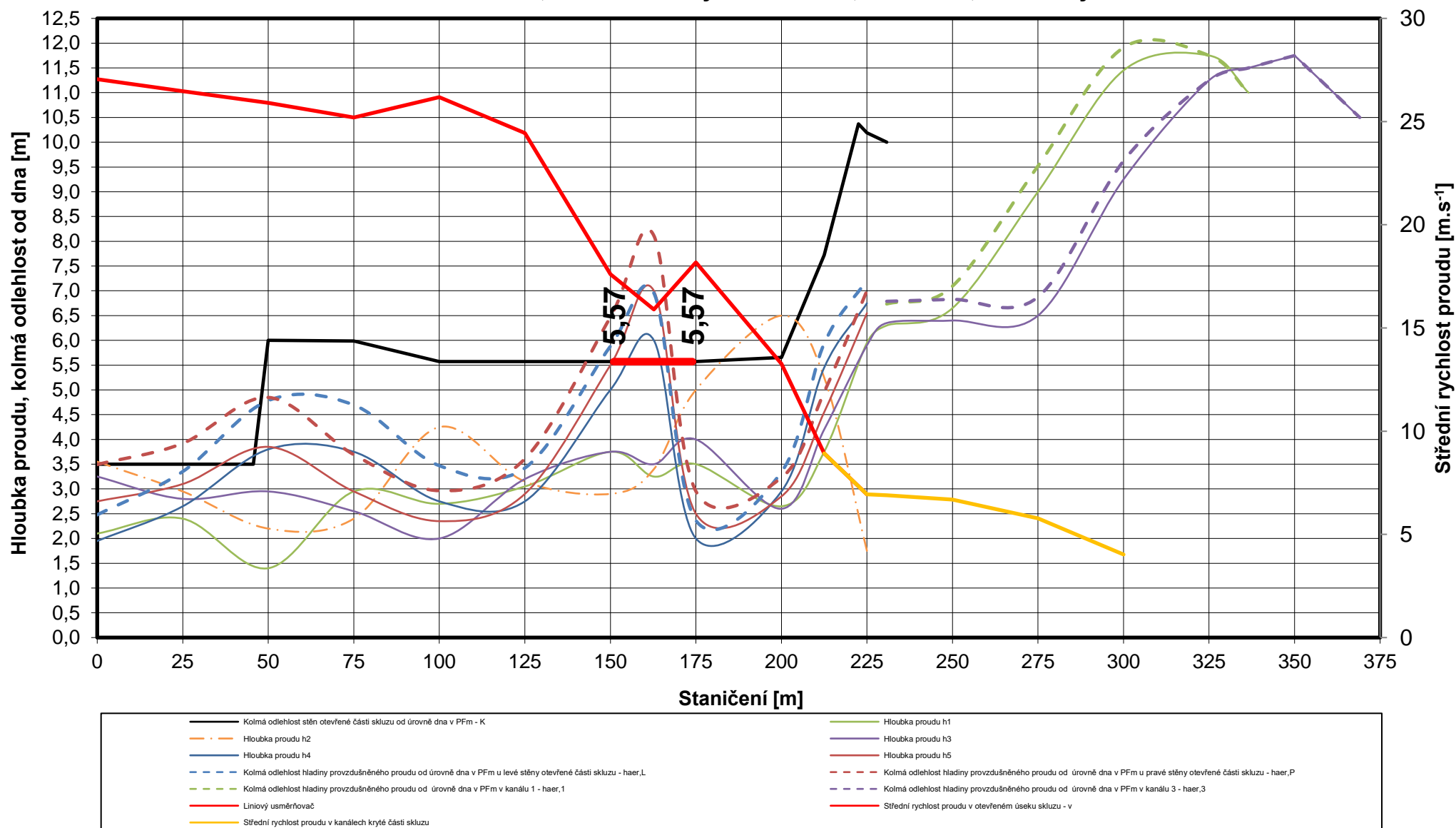
Hloubka proudu $h_1$	m	2,10	2,40	1,40	2,95	2,70	3,05	3,75	3,25	3,50	2,65	3,75	5,95	6,30	6,65	9,00	11,45	11,75	11,00			
Hloubka proudu $h_2$	m	3,55	2,95	2,20	2,40	4,25	3,15	2,90	3,40	5,00	6,50	5,25	1,75	-	-	-	-	-	-			
Hloubka proudu $h_3$	m	3,25	2,80	2,95	2,55	2,00	3,20	3,75	3,50	4,00	2,60	4,20	5,90	6,35	6,40	6,50	9,25	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Hloubka proudu $h_4$	m	1,95	2,65	3,80	3,75	2,75	2,75	5,00	6,00	2,00	2,95	5,45	6,75									
Hloubka proudu $h_5$	m	2,75	3,10	3,85	2,95	2,35	2,90	5,50	7,00	2,50	2,85	4,55	6,55									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	43,5	44,5	45,4	46,7	45,0	48,2	66,9	74,1	64,8	88,8	131,9	169,7									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - $S_1$	m <sup>2</sup>													56,7	59,9	81,0	117,7					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - $S_2$	m <sup>2</sup>													-	-	-	-					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - $S_3$	m <sup>2</sup>													57,2	57,6	58,5	83,3					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	27,05	26,47	25,91	25,20	26,19	24,45	17,60	15,89	18,18	13,26	8,92	6,94									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - $v_1$	m.s <sup>-1</sup>													6,92	6,56	4,84	3,33					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - $v_2$	m.s <sup>-1</sup>													-	-	-	-					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - $v_3$	m.s <sup>-1</sup>													6,87	6,81	6,71	4,71					
Součinitel provzdušnění - $K_{aer}$	%	27,1	26,5	25,9	25,2	26,2	24,4	17,6	15,9	18,2	13,3	8,9	6,9	6,9	6,7	5,8	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ u levé stěny otevřené části skluzu - $h_{aer,L}$	m	2,48	3,35	4,78	4,69	3,47	3,42	5,88	6,95	2,36	3,34	5,94	7,22									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ u pravé stěny otevřené části skluzu - $h_{aer,P}$	m	3,49	3,92	4,85	3,69	2,97	3,61	6,47	8,11	2,95	3,23	4,96	7,00									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 1 - $h_{aer,1}$	m													6,73	7,09	9,52	11,91	11,75	11,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 2 - $h_{aer,2}$	m													-	-	-	-	-	-	-		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v $PF_m$ v kanálu 3 - $h_{aer,3}$	m													6,79	6,83	6,88	9,62	11,25	11,50	11,75	11,75	10,50
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - $\Delta_L$	m	1,02	0,15	1,22	1,29	2,10	2,15	-0,31	-1,38	3,21	2,31	1,79	2,97									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - $\Delta_P$	m	0,01	-0,42	1,15	2,29	2,61	1,96	-0,90	-2,54	2,62	2,43	2,77	3,19									

	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle

**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 2 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m.**



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 2 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m., deflektory**



Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlik - Varianta V6 - pilíře na konci kryté části skluzu dle návrhu projektanta - uzávěr 3 OFF

Císlo zkoušky	6_S_3OFF	
Průtok na modelu	l.s <sup>-1</sup>	66,60
Měřítka délek	-	50
Odlehlost hladiny od úrovně přelivu	m	8,29
Úroveň hladiny v nádrži	m n. m.	354,89
Průtok na díle	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	1177

Část skluzu		Otevřená část skluzu											Krytá část skluzu									
	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Označení měrného profilu na modelu - PF <sub>m</sub>																						
Staničení	m	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	162,72	175,00	200,00	212,50	225,00	230,78	250,00	275,00	300,00	325,00	336,56	350,08	350,00	369,05
Svislá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - Z	m	3,50	3,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,87	10,22									
Kolmá odlehlost stěn otevřené části skluzu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> - K	m	3,50	3,50	6,00	5,99	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,66	7,72	10,19									
Šířka dna skluzu v otevřeném úseku	m	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,05	25,30	28,43	31,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šířka dna skluzu v kanálu 1	m													9,00	9,00	9,00	10,28	12,60	13,00			
Šířka dna skluzu v kanálu 2	m													9,00	9,00	9,00	9,35	11,21	11,74	13,00		
Šířka dna skluzu v kanálu 3	m													9,00	9,00	9,00	9,00	10,27	10,77	12,27	12,28	13,00
Hloubka proudu h <sub>1</sub> (model)	mm	43	49	52	71	53	60	53	52	55	96	96	117	126	133	180	229	235	220	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>2</sub> (model)	mm	51	57	59	44	56	70	85	70	49	73	62	107	122	130	135	210	230	235	210	-	-
Hloubka proudu h <sub>3</sub> (model)	mm	69	73	47	42	51	64	95	115	95	25	24	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>4</sub> (model)	mm	48	57	62	78	120	69	32	70	95	84	104	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hloubka proudu h <sub>5</sub> (model)	mm	115	61	58	56	54	69	88	125	115	125	95	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

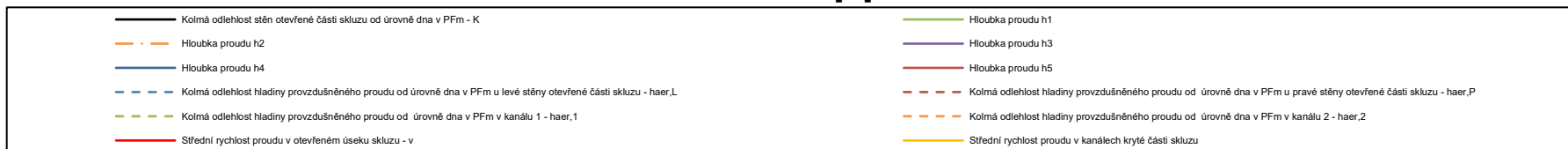
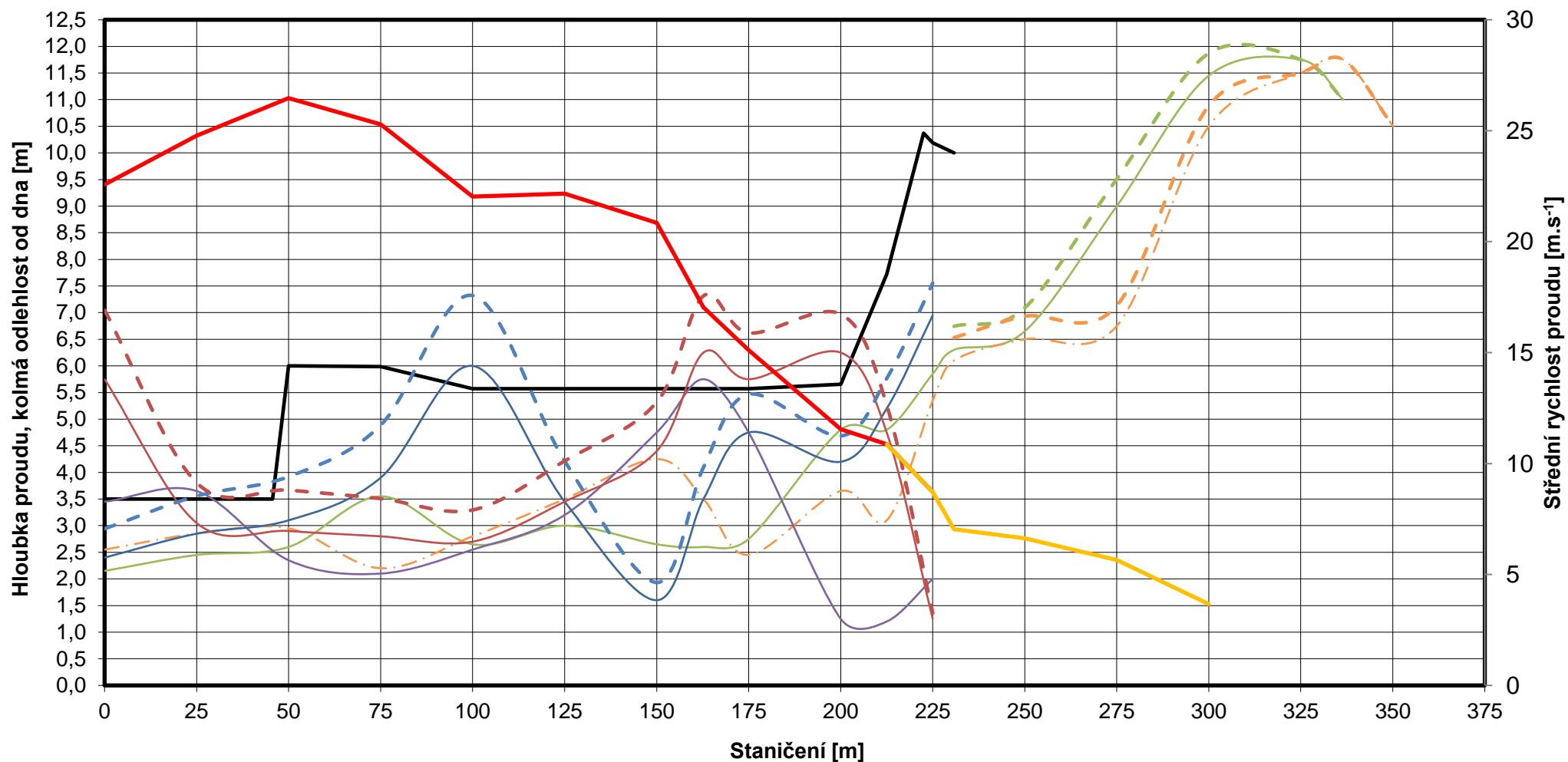
Parametry proudu po přepočtu na dílo

Hloubka proudu h <sub>1</sub>	m	2,15	2,45	2,60	3,55	2,65	3,00	2,65	2,60	2,75	4,80	4,80	5,85	6,30	6,65	9,00	11,45	11,75	11,00			
Hloubka proudu h <sub>2</sub>	m	2,55	2,85	2,95	2,20	2,80	3,50	4,25	3,50	2,45	3,65	3,10	5,35	6,10	6,50	6,75	10,50	11,50	11,75	10,50		
Hloubka proudu h <sub>3</sub>	m	3,45	3,65	2,35	2,10	2,55	3,20	4,75	5,75	4,75	1,25	1,20	2,00									
Hloubka proudu h <sub>4</sub>	m	2,40	2,85	3,10	3,90	6,00	3,45	1,60	3,50	4,75	4,20	5,20	6,95									
Hloubka proudu h <sub>5</sub>	m	5,75	3,05	2,90	2,80	2,70	3,45	4,40	6,25	5,75	6,25	4,75	1,25									
Plocha průtočného průřezu v otevřeném úseku skluzu - S	m <sup>2</sup>	52,2	47,5	44,5	46,6	53,4	53,1	56,5	69,1	77,9	102,0	108,3	135,0									
Plocha průtočného průřezu kanálu 1 - S <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>													56,7	59,9	81,0	117,7					
Plocha průtočného průřezu kanálu 2 - S <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>													54,9	58,5	60,8	98,2					
Plocha průtočného průřezu kanálu 3 - S <sub>3</sub>	m <sup>2</sup>																					
Střední rychlost proudu v otevřeném úseku skluzu - v	m.s <sup>-1</sup>	22,57	24,78	26,47	25,29	22,03	22,16	20,85	17,03	15,11	11,55	10,87	8,72									
Střední rychlost proudu v kanálu 1 - v <sub>1</sub>	m.s <sup>-1</sup>													6,92	6,56	4,84	3,33					
Střední rychlost proudu v kanálu 2 - v <sub>2</sub>	m.s <sup>-1</sup>													7,15	6,71	6,46	4,00					
Střední rychlost proudu v kanálu 3 - v <sub>3</sub>	m.s <sup>-1</sup>																					
Součinitel provzdušnění - K <sub>aer</sub>	%	22,6	24,8	26,5	25,3	22,0	22,2	20,8	17,0	15,1	11,5	10,9	8,7	7,0	6,6	5,7	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u levé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,L</sub>	m	2,94	3,56	3,92	4,89	7,32	4,21	1,93	4,10	5,47	4,68	5,77	7,56									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> u pravé stěny otevřené části skluzu - h <sub>aer,P</sub>	m	7,05	3,81	3,67	3,51	3,29	4,21	5,32	7,31	6,62	6,97	5,27	1,36									
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 1 - h <sub>aer,1</sub>	m													6,74	7,09	9,51	11,87	11,75	11,00			
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 2 - h <sub>aer,2</sub>	m													6,53	6,93	7,13	10,88	11,50	11,75	10,50		
Kolmá odlehlost hladiny provzdušněného proudu od úrovně dna v PF <sub>m</sub> v kanálu 3 - h <sub>aer,3</sub>	m													0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kolmá odlehlost horní hrany levé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>L</sub>	m	0,56	-0,06	2,08	1,10	-1,75	1,36	3,64	1,47	0,10	0,97	1,96	2,63									
Kolmá odlehlost horní hrany pravé zdi otevřené části skluzu nad hladinou provzdušněného proudu - Δ <sub>P</sub>	m	-3,55	-0,31	2,33	2,48	2,28	1,36	0,25	-1,74	-1,05	-1,32	2,46	8,83									

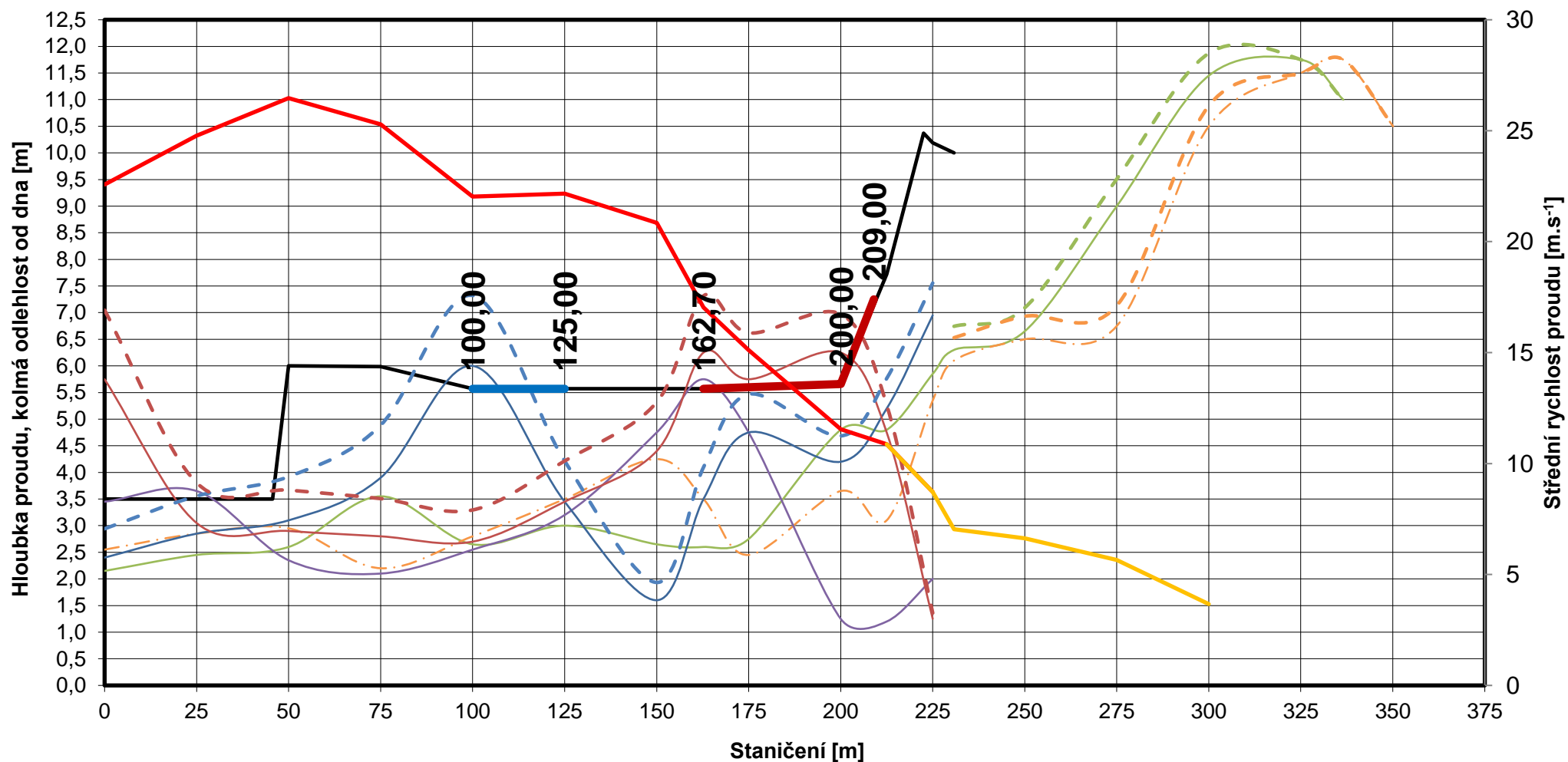
	Parametry skluzu dodané objednatelem
	Parametry proudu měřené na modelu
	Parametry proudu a skluzu na díle



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 3 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m.**



**Charakteristiky proudu po délce skluzu VD Orlík - Varianta V6 - pilíře dle návrhu projektanta - uzávěr 3 OFF**  
 **$Q = 1177 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , úroveň hladiny v nádrži 354,89 m n. m., deflektory**



# **Zápis z výrobního výboru ze dne 27. 10. 2016**

## **VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu**

1. Přítomni: seznam účastníků je uveden na prezenční listině v příloze tohoto zápisu.
2. Program jednání:
  - Úvodní slovo objednatele, řešitele a projektanta.
  - Fyzikální model, jeho rozsah a předmět výzkumu.
  - Praktická ukázka proudění na modelu VD.
  - Diskuze.
  - Exkurze účastníků výboru v laboratoři.
3. jednání proběhlo dle výše uvedeného programu.

Ing. Žoužela zahájil výrobní výbor a předal slovo zástupcům objednatele a projektanta. Ti představili své kolegy a krátce zhodnotili stav přípravných prací, které byly vykonány před stavbou hydraulického modelu.

Ing. Hrazdira potvrdil, že dílčí plnění (stavba modelu) bylo provedeno v termínech dle smlouvy.

Ing. Žoužela následně popsal rozsah fyzikálního modelu a plánovaných výzkumných prací.

Vzhledem k tomu, že výkresový podklad pro stavbu modelu – DÚR neobsahuje detailní řešení úpravy tvaru předpolí vtokového objektu, byla tato záležitost v předstihu konzultována (Žoužela – Sehnal). Ing. Sehnal předložil v tištěné a digitální formě tvarové a rozměrové řešení předpolí vtokového objektu. Toto řešení bylo přítomnými přijato s tím, že shodným způsobem bude tento prostor modelován v rámci výzkumných prací.

Proběhla praktická ukázka proudění na modelu při průtocích  $Q_{1000}$  a  $Q_{10000}$ .

- Bylo konstatováno, že proudění ve vtokovém objektu a v prostoru skluzu je závislé na uspořádání předpolí vtokového objektu.
- Byla sledována dobrá kvalitativní shoda výsledků DÚR (řešené na základě matematického modelu) a fyzikálního modelu.
- Se stávajícími okrajovými podmínkami (vtokový objekt bez předpolí) je při  $Q_{10\,000}$  v kryté části skluzu dosaženo úrovně jeho plánovaného stropu, skluz je v této části nekapacitní.
- V odkryté části skluzu na několika místech dochází při  $Q_{10\,000}$  k drobnému přelívu jeho stěn (uvažováno bez provzdušnění proudu na modelu) – objednatel potvrdil požadavek na převedení  $Q_{10\,000}$  bez přelívání,
- Bylo sledováno příčné proudění za pilíři poproudě za výtokem z kryté části skluzu.

Kvantitativní závěry a případné technické rozměrové úpravy pro odstranění výše popsaných sledovaných problémů budou řešeny po úpravě předpolí (v rámci úpravy předpolí bude řešeno také úžlabí mezi pravým pilířem vtoku a svahem nádrže – umístěním pilíře zde vzniká ostrý kout hydraulicky a provozně nevhodný).

Dne 31. 10. 2016

Zapsal Ing. Žoužela a Ing. Hrazdira

Příloha: Prezenční listina

## Prezenční listina 27. 10. 2016

**VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod**  
**Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu**

Jméno a příjmení	Subjekt	Podpis
MICHAEL ŽOUŽKA	VUT V BRNĚ	
Ondřej Hrazdina	Povodí Vltavy, s.p.	
JIŘÍ ŠVANCHEA	AQUATIS a.s.	
JAN ŠULC	VUT V BRNĚ	
JAN STŘEŠTÍK	POVODÍ VLTAVY, s.p.	
JAN SEHNAL	AQUATIS	
KAREL BŘEZINA	POVODÍ VLTAVY, STÁTNÍ PODNIK	



## Vodní dílo Orlík

### Zabezpečení VD před účinky velkých vod

### Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

Modelové měřítko: 1:50;  
2016-2017

První výrobní výbor 27.10. 2016, 12:00 – 15:00

Úvodní slova objednatele, řešitele a projektanta

Fyzikální model, jeho rozsah a předmět výzkumu

Praktická ukázka proudění na modelu VD

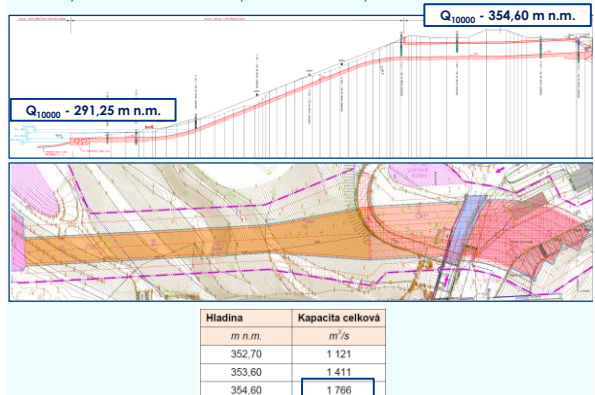
Diskuze

Exkurze účastníků výboru v laboratoři

Fyzikálního modelu bezpečnostního přelivu – Měř. 1:50



Fyzikální model bezpečnostního přelivu – Měř. 1:50



### Předmět výzkumu

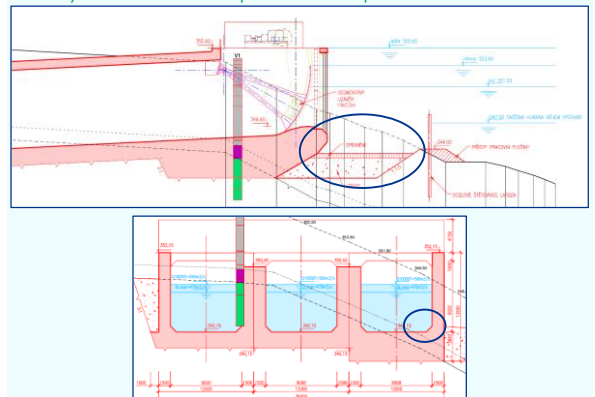
Potvrzení návrhové kapacity objektu – 1766 m³.s⁻¹

Základní kombinace průtoku jednotlivými vtoky

Zajištění homogenity proudu v prostoru vtokového objektu

Zajištění homogenity proudu v příčném a podélném směru skluzu

Fyzikální model bezpečnostního přelivu – Měř. 1:50



# **Zápis z výrobního výboru ze dne 22. 11. 2016**

## **VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu**

1. Přítomni: seznam účastníků je uveden na prezenční listině v příloze tohoto zápisu.
2. Program jednání
  - Presentace zjištěných skutečností řešitelem.
  - Diskuze dosažených výsledků.
  - Praktická ukázka proudění na modelu VD.
3. Jednání proběhlo dle výše uvedeného programu.

Ing. Žoužela zahájil výrobní výbor a prezentoval výsledky prací, které byly provedeny s již upraveným předpolím vtokového objektu VD. Předpolí vtokového objektu bylo provedeno dle podkladů dodaných projektantem na předešlém výrobním výboru. Presentace je součástí přílohy tohoto zápisu. Z presentace výsledků vyplynuly tyto skutečnosti:

- V prostorech předního zhlaví pilířů vtokového objektu a v prostoru dosedacích prahů segmentových uzávěrů vznikají kontrakce. Tyto kontrakce jsou výrazné u levobřežních pilířů okna 1 a 2 (číslování při poproudním pohledu zleva doprava) vtokového objektu VD. Tyto kontrakce jsou s největší pravděpodobností způsobeny dispozičním řešením navrženého vtokového objektu a do jisté míry mohou být taktéž ovlivněny prouděním v uklidňovací nádrži s umístěným fyzikálním modelem.
- Proudění při  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - Ve všech třech kanálech vtokového objektu se po celé délce kryté části skluzu vyskytuje nadkritické proudění. Díky charakteru tohoto režimu proudění, zakřivené trase, jejímu postupnému zúžení z 13 m na 9 m a nesymetrickým kontrakcím na vtocích do jednotlivých oken dochází ke vzniku výrazné nehomogenity proudu. Ta se projevuje příčnými vlnami, které dosahují výběhu u stěn výšky až 5 m po přepočtu na dílo.
  - Výška výběhu vln jen ojediněle dosahuje úrovně plánovaného stropu kryté části skluzu.
- Proudění při  $Q_{10000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - V krajním poproudě levém kanálu skluzu navazujícím na vtokové okno s označením 1 se vyskytuje nadkritické proudění s podobným charakterem rozvlnění hladiny a nehomogenity proudu jako při průtoku  $Q_{1000}$ . Ve zbývajících dvou kanálech s označením 2 a 3 přechází proud za vtokovými prahy z nadkritického režimu do režimu podkritického vlnovitým vodním skokem. Následně přechází proudění zpět do nadkritického režimu, kde je proud homogenní bez hladinových pulzací. Hladina je v příčném směru prakticky vodorovná.
  - Hladina v kanálech 2 a 3 překračuje úroveň plánovaného stropu kryté části skluzu. V kanále s označením 1 výběhy vln dosahují úrovně plánovaného stropu vtokového objektu.
- Za těchto výše popsáných poměrů bylo provedeno stanovení  $Q/h$  charakteristiky vtokového objektu VD v rozsahu průtoků od  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - Ze získaných výsledků je patrné, že navržený vtokový objekt nedosahuje požadované kapacity při definovaných hladinách retenčního prostoru. Při průtoku  $Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  je hladina o 0,75 m výše než je úroveň požadované hladiny. Při průtoku  $Q_{10000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  je hladina o 1,04 m výše než je úroveň požadované hladiny.  $Q/h$  charakteristika je uvedena na obr. 1.
  - K posouzení vlivu kontrakcí za pilíři vtokového objektu na výslednou  $Q/h$  charakteristiku bylo ve vtokovém okně s označením 3 provedeno měření za podmínek bez boční kontrakce. Tyto podmínky byly dosaženy usměrňovacími liniovými prvky. Z takto získaných výsledků přepadového součinitele bez vlivu kontrakce byla vyčíslena  $Q/h$  charakteristika, jež je v obr. 1 vyznačena modrou barvou. Lze konstatovat, že i při úplném potlačení kontrakcí ve všech vtokových oknech objektu nebude dosažena jeho požadovaná průtoková kapacita. Vysoká míra

snížení kapacity přelivné plochy je způsobena silným ovlivněním hladinou, jejíž úroveň je určena relativně nízkou odlehlostí dna kanálu od koruny přelivu.

Následující diskuze nad získanými výsledky vyplynula v tyto dílčí závěry a doporučení.

- Řešitel provede analýzu proudových poměrů v předpolí vtokového objektu a ověří citlivost vznikajících kontrakcí na směr natékajícího proudění. Ing. Sehnal doporučuje, aby bylo proudění na modelu porovnáno kvalitativně s proudnicemi získanými při řešení matematického modelu dle obr. 2.
- Při průtocích  $Q_{1000}$  a  $Q_{10000}$  bude zaměřen průběh hladin po délce skluzu VD.
- Pilíře vtokového objektu budou upraveny tak, aby byla minimalizována kontrakce proudu.
- Návrh změn v předpolí pro omezení kontrakcí proudu (tvar úpravy pilířů, případně změna geometrie dna) provede projektant a zašle řešiteli k aplikaci.
- Zúčastnění se shodli na tom, že pro zajištění homogenity proudu v kryté části skluzu je vhodné pro předmětné průtoky zajistit krátký přechod do proudění říčního tak, jak bylo popsáno výše v případě kanálů s označením 2 a 3 při průtoku  $Q_{10000}$ . Tyto poměry lze dosáhnout tím, že dojde ke zmenšení sklonu dna kryté části skluzu v úseku kruhových oblouků mezi vtokovým prahem a přímými prizmatickými úseky jednotlivých kanálů. Změna sklonu v těchto úsecích nevyvolá nutnost zahloubení konstrukce skluzu v profilu osy hráze.
- Dále se zúčastnění shodli na tom, že po zajištění příznivých proudových poměrů na vtoku i v navazující kryté i nekryté části skluzu, bude stanovena příslušná  $Q/h$  charakteristika objektu. Tato bude následně na základě změny modelového měřítka transformována (přepočtena) tak, aby získaný průběh charakteristiky odpovídal požadavkům zadání objednatele. Tento přístup vyvolá změnu geometrie objektu s tím, že stávající referenční úroveň 354,60 m n. m. bude zachována. Půdorysně bude za vztaznou referenční „rovinu“ považována plocha s řídicí křivkou, jež je tvořena podélnou osou kanálu s označením 2. V případě snížení kóty přelivných ploch je doporučitelné provést výpočet transformace průchodu kontrolní povodňové vlny. Lze však očekávat, že vliv snížení úrovně koruny na transformaci bude zanedbatelný.

Dne 25. 11. 2016

Zapsal Ing. Žoužela a Ing. Hrazdira

Příloha:      Prezentace  
                 Prezenční listina

## Vodní dílo Orlík

### Zabezpečení VD před účinky velkých vod

### Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

Modelové měřítko: 1:50;  
2016-2017

Druhý výrobní výbor 22.11. 2016, 7:00 – 10:00

Prezentace provedených prací

Proudění v předpolí a v kryté části skluzu  $Q_{1000}$  a  $Q_{10000}$

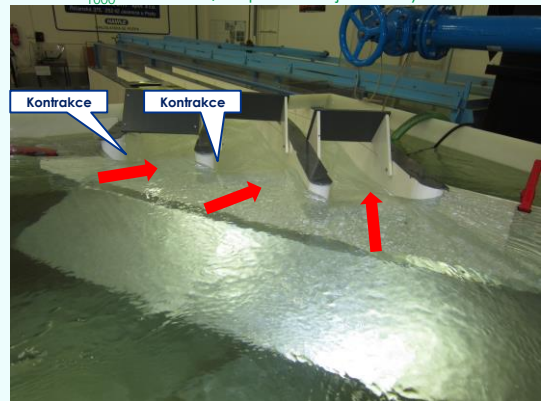
Q/h charakteristika vtokového objektu

Diskuze

Úprava předpolí vtokového objektu



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – převládající směry nátoku



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – kontrakce

1



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – kontrakce

2



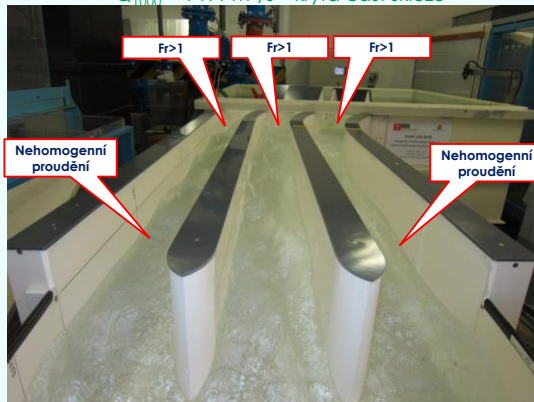


$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – kontrakce

3

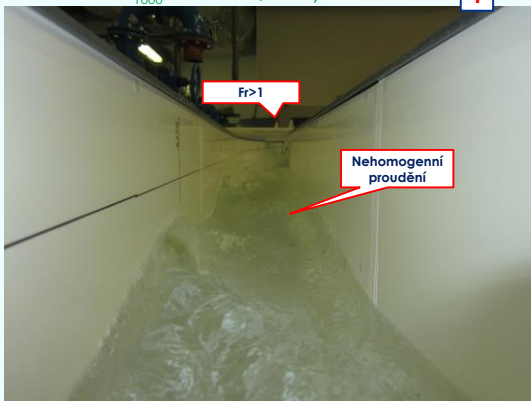


$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – krytá část skluzu



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – krytá část skluzu

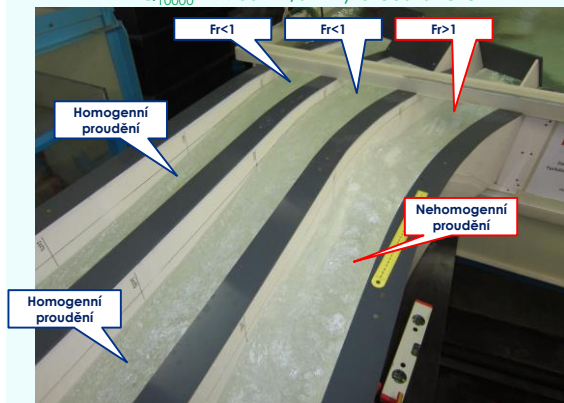
1



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – video



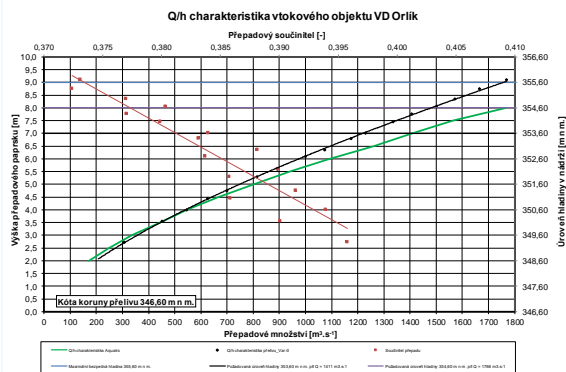
$Q_{10000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  – krytá část skluzu



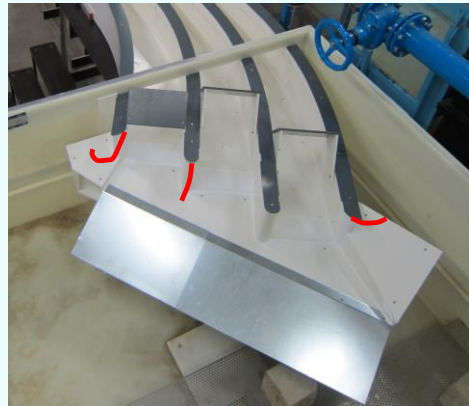
$Q_{10000} = 1766 \text{ m}^3/\text{s}$  – video



## Q/h charakteristika

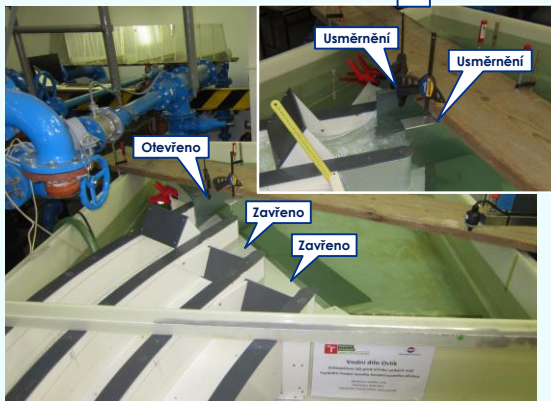


## Odstranění kontrakcí

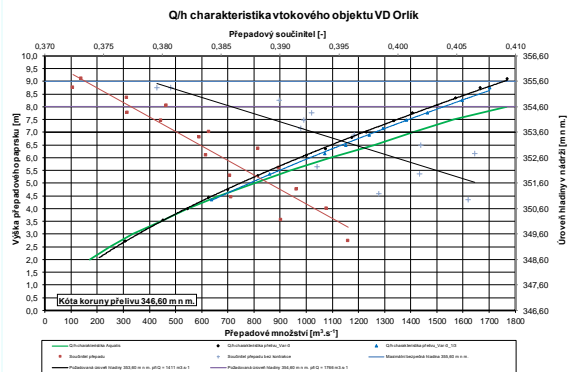


## Odstranění kontrakcí

3



## Q/h charakteristika



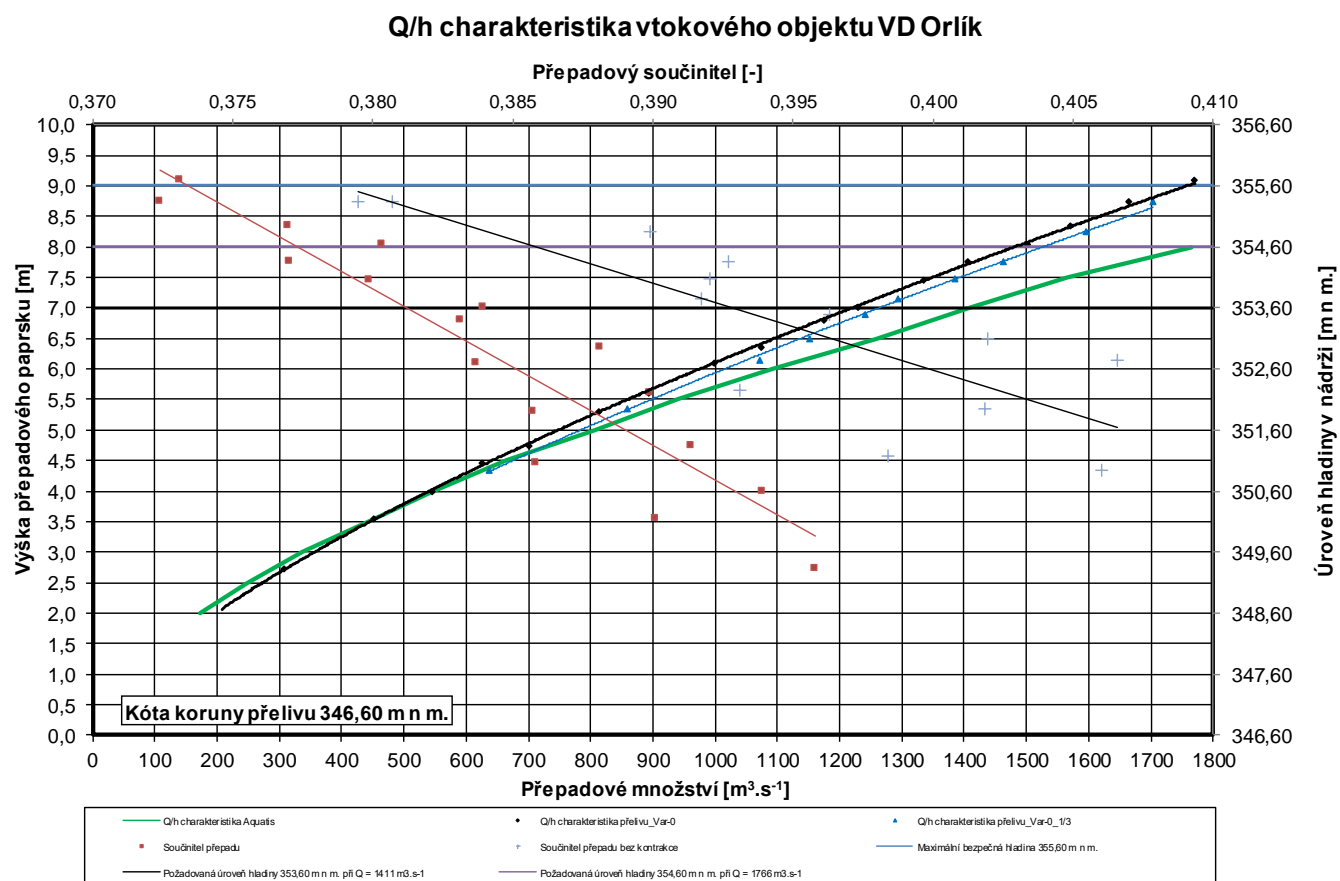
## Shrnutí

Změna rozměrů/tvaru objektu?

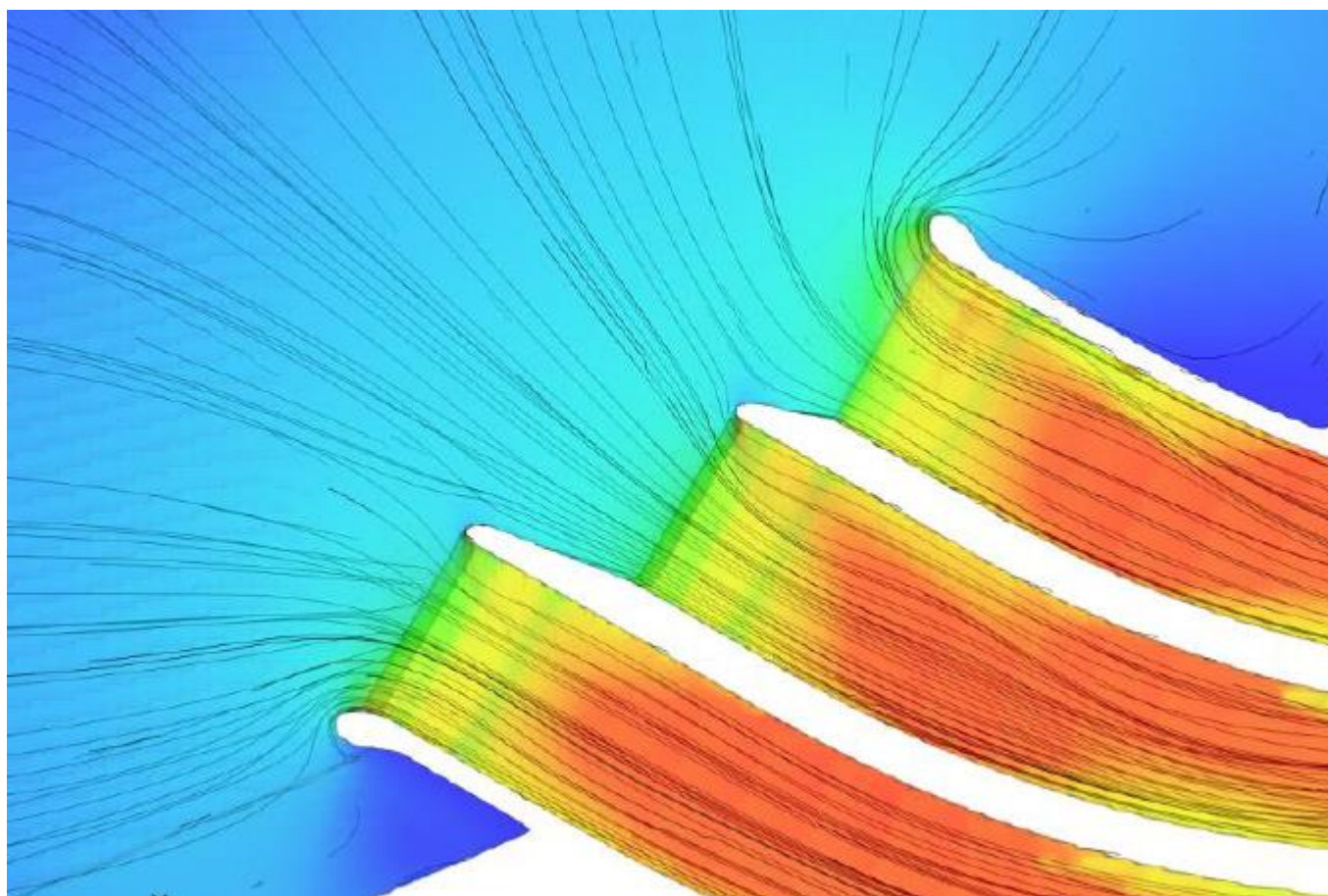
Odstranění kontrakcí – výrazný zásah

Proudění v kryté části skluzu – říční x bystřinné

Diskuze



Obr. 1. Q/h charakteristika



Obr. 2. Proudnice v předpolí vtokového objektu získané při řešení matematického modelu

# Zápis z výrobního výboru ze dne 11. 1. 2017

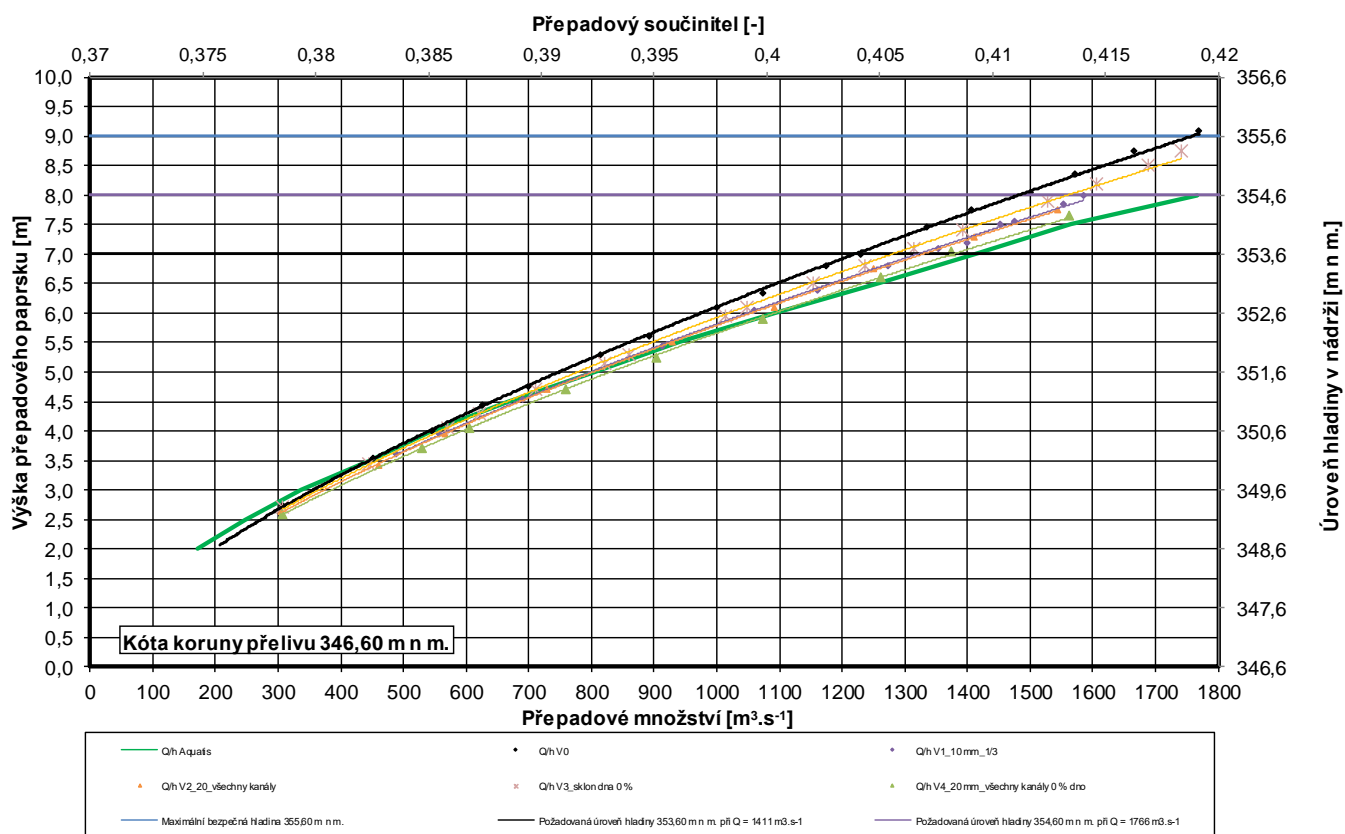
## VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

1. Přítomni: seznam účastníků je uveden na prezenční listině v příloze tohoto zápisu.
2. Program jednání
  - Prezentace zjištěných skutečností řešitelem.
  - Diskuze dosažených výsledků.
  - Praktická ukázka proudění na modelu VD.
3. Jednání proběhlo dle výše uvedeného programu.

Zástupce řešitele Ing. Žoužela zahájil výrobní výbor a prezentoval výsledky prací, které byly provedeny. Prezentace je součástí přílohy tohoto zápisu. Z prezentace výsledků vyplynuly tyto skutečnosti:

- V přítokové nádrži modelu a protiproudě před předpolím vtokového objektu byly provedeny za použití usměrňovačů a děrovaných plechů úpravy, které zajistily proudové poměry prakticky shodné s prouděním získaným při matematickém modelování projektantem. Tvar proudnic byl na fyzikálním modelu vizualizován za pomoci kontrastní kapaliny a zaznamenán na video.

Q/h charakteristika vtokového objektu VD Orlík



Obr. 1 Q/h charakteristika

- Řešitel se dále zaměřil na úpravy modelu vedoucí ke zkapacitnění vtokového objektu. Tyto práce se zaměřily na úpravu tvaru přelivné plochy vtokového objektu a prohloubení dna (změna sklonu z 5 % na sklon 0 %) na délce zakružené části zakrytého úseku navazujícího skluzu.
  - Kombinací těchto úprav byly vytvořeny čtyři základní varianty V1 až V4. Výsledky průběhu získaných Q/h charakteristik jsou patrné z obr. 1.



- Z provedených zkoušek vyplynula velmi dobrá shoda mezi charakteristikou uvažovanou projektantem a získanou měřením pro variantu V4. Ta odpovídá prohloubení navazující části skluzu o 1,0 m a změně sklonu dna z 5 % na sklon 0 %.
- V rámci jednotlivých variant byl zkoumán i vliv kontrakcí vznikajících v prostoru za pilíři vtokového objektu. Podmínky proudění bez vzniku kontrakcí byly dosaženy usměrňovacími liniovými prvky. Z provedených zkoušek vyplynulo, že kontrakce vznikající za pilíři vtokového objektu nemají praktický vliv na tvar a průběh získaných charakteristik. Základní tvar vtokového objektu navržený projektantem zůstane pro další výzkumné práce zachován.
- Řešitel závěrem krátce popsal proudové poměry vznikající v navazující části skluzu poproudě za vtokovým objektem. Tyto poměry se shodují s již dříve prezentovanými poznatky.

Následující diskuze nad získanými výsledky vyplynula v tyto dílčí závěry a doporučení.

- Řešitel upraví sklon dna za vtokovým prahem do sklonu 1 %. Současně provede změny tvaru přepadového prahu vtokového objektu tak, aby bylo dosaženo jednoznačné shody s Q/h charakteristikou předloženou projektantem. V prezentaci se jedná o varianty s označením V5 a V6. Tyto zkoušky si vyžádají další konstrukční úpravy a v prostoru uklidňovací nádrže modelu navýšení stěn vtokového objektu.
- Řešitel se následně zaměří na úpravu proudových poměrů na modelu takovým způsobem, aby bylo v co možná největším rozsahu posuzovaných průtoků, dosaženo ve všech třech kanálech a navazující odkryté části skluzu homogenity proudu bez výrazných příčných vln.
- Byla diskutována otázka pracnosti realizace modelu v rámci výše popsaných variant V1 až V6. Objednatel i Zhotovitel (řešitel) konstatují, že tyto práce jsou nad rámec předmětu plnění uzavřené smlouvy o dílo. V rámci předmětu plnění nebyla předpokládána situace, že kapacita vtokového objektu nebude dostatečná a nebylo tak uvažováno se změnou podélného sklonu spadiště a skluzu a zejména navýšením celého modelu pro možnost změny srovnávací roviny v průběhu výzkumu. Objednatel požádal zhotovitele o kalkulaci víceprací na realizaci variant V1 až V6 a stanovení potřebného prodloužení termínu. Dle odhadu zhotovitele se jedná o částku 93.000,- Kč bez DPH a prodloužení termínu o 1 měsíc prací.

Dne 13. 1. 2017

Zapsal Ing. Žoužela a Ing. Hrazdira

Příloha:      Prezentace  
                     Prezenční listina

# Vodní dílo Orlický

## Zabezpečení VD před účinky velkých vod

### Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

Modelové měřítko: 1:50;  
2016-2017

Třetí výrobní výbor 11.1. 2017, 10:00 – 12:00

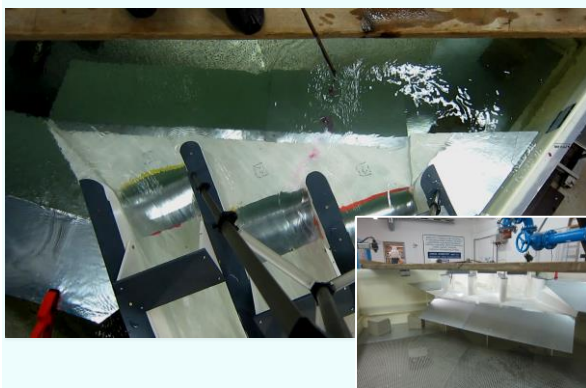
### Proudové poměry v předpolí vtokového objektu

### Q/h charakteristika vtokového objektu

## Proudové poměry v kryté části skluzu

## Diskuze

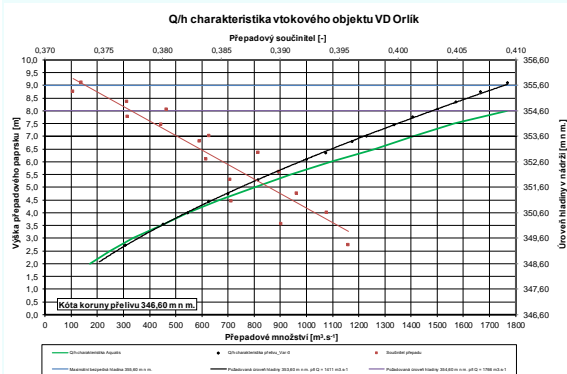
### Proudnice v předpolí vtokového objektu



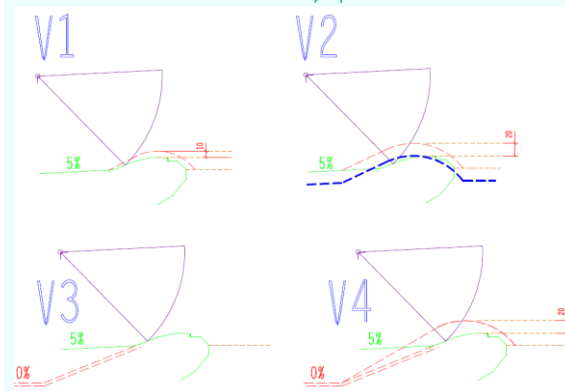
### Proudnice v předpolí vtokového objektu – porovnání s MM



### Q/h karakteristika – V0



## 4 základní varianty úprav modelu



0 % sklon realizovaný v obloucích všech tří kanálů vtokového objektu

0 % sklon



0 % sklon realizovaný v obloucích všech tří kandeľ vtokového objektu

V2\_a



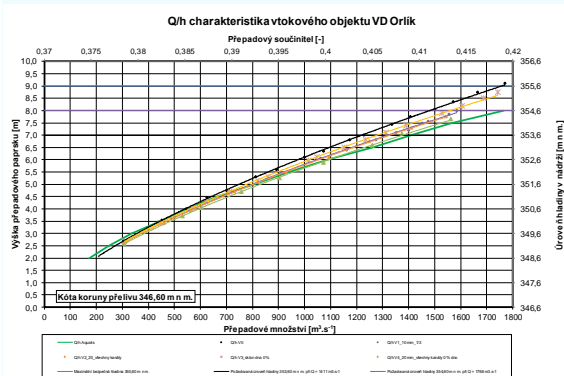
V2\_b



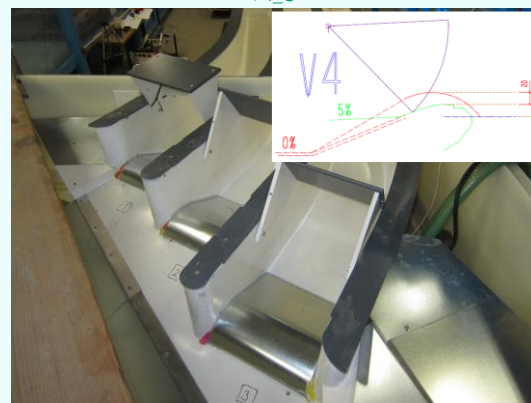
V2\_c



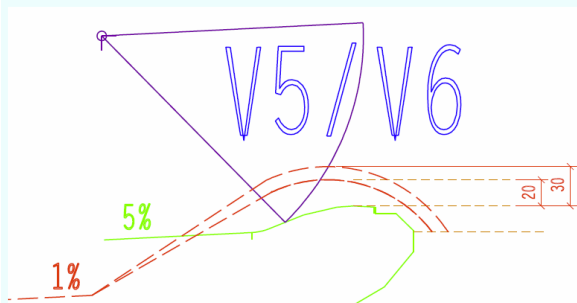
Q/h charakteristika – V0 – V4



V4\_c



V5/V6



#### Q/h charakteristika

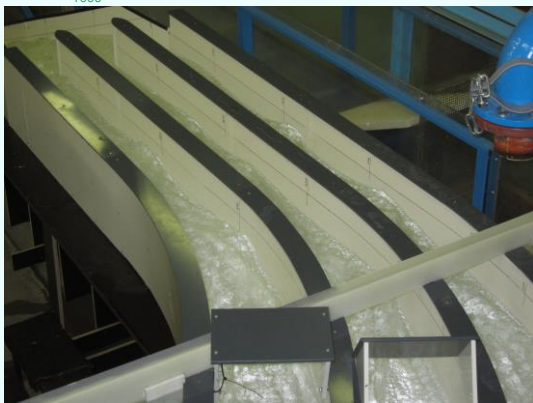
Provedeno celkem 10 různých tvarových úprav prahu vtokového objektu

Výsledky V4 velmi blízké požadované Q/h

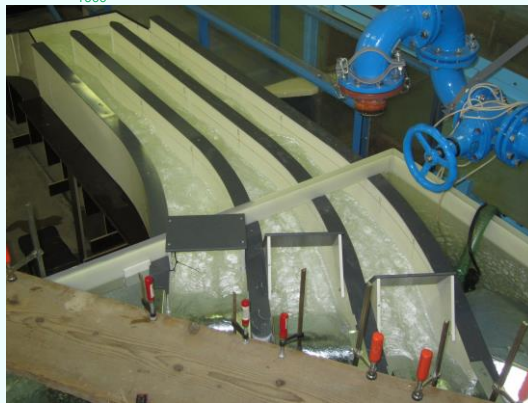
Budou vyzkoušeny ještě V5, resp. V6 (30 mm)

Pro posouzení v celém rozsahu průtoků je nutné navýšit stěny kanálů vtokového objektu

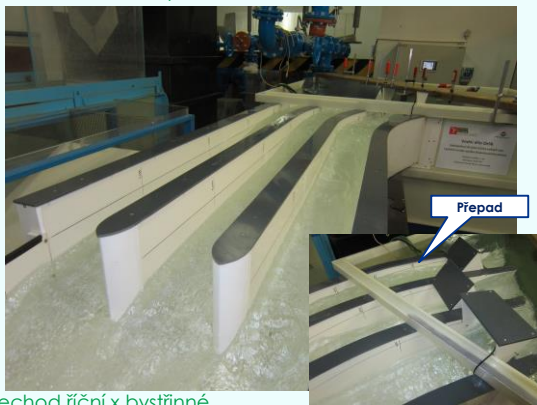
$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – V4 s kontrakcemi na vtoku



$Q_{1000} = 1411 \text{ m}^3/\text{s}$  – V4 bez kontrakcí na vtoku



$Q = 1600 \text{ m}^3/\text{s}$  – V4 bez kontrakcí na vtoku



Přechod říční x bystřinné

#### Shrnutí

Kapacita vtokového objektu je dosažitelná

Kontrakce v prostoru vtokových pilířů nemají praktický vliv na Q/h charakteristiku

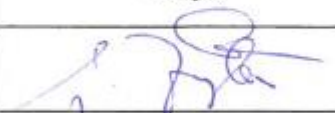
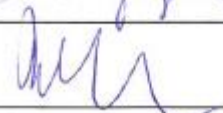
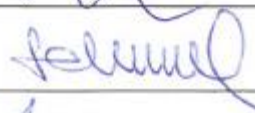

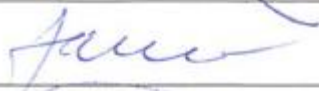

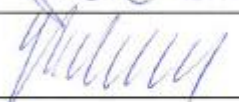
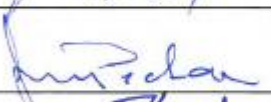

Proudění v kryté části skluzu – říční x bystřinné

Navýšení stěn vtokového objektu



## Prezenční listina 11. 1. 2017

### VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

Jméno a příjmení	Subjekt	Podpis
MICHAL ŽOUŽALA	VUT V BRNĚ <sup>v</sup>	
DAVID RICHTE	VODNÍ DÍLA - TDD a.s.	
JAN SEHNAL	AQUATIS	
JIŘÍ SVANICHTEL		
JAN ŠULC	VUT V TŘEBOVĚ	
JAN STŘEŠTÍK	POVODÍ VLTAVY s.p.	
JAN PECHAR	POVODÍ VLTAVY	
Ondřej Hrazdila	POVODÍ VLTAVY státní podnik	

# **Zápis z výrobního výboru ze dne 16. 2. 2017**

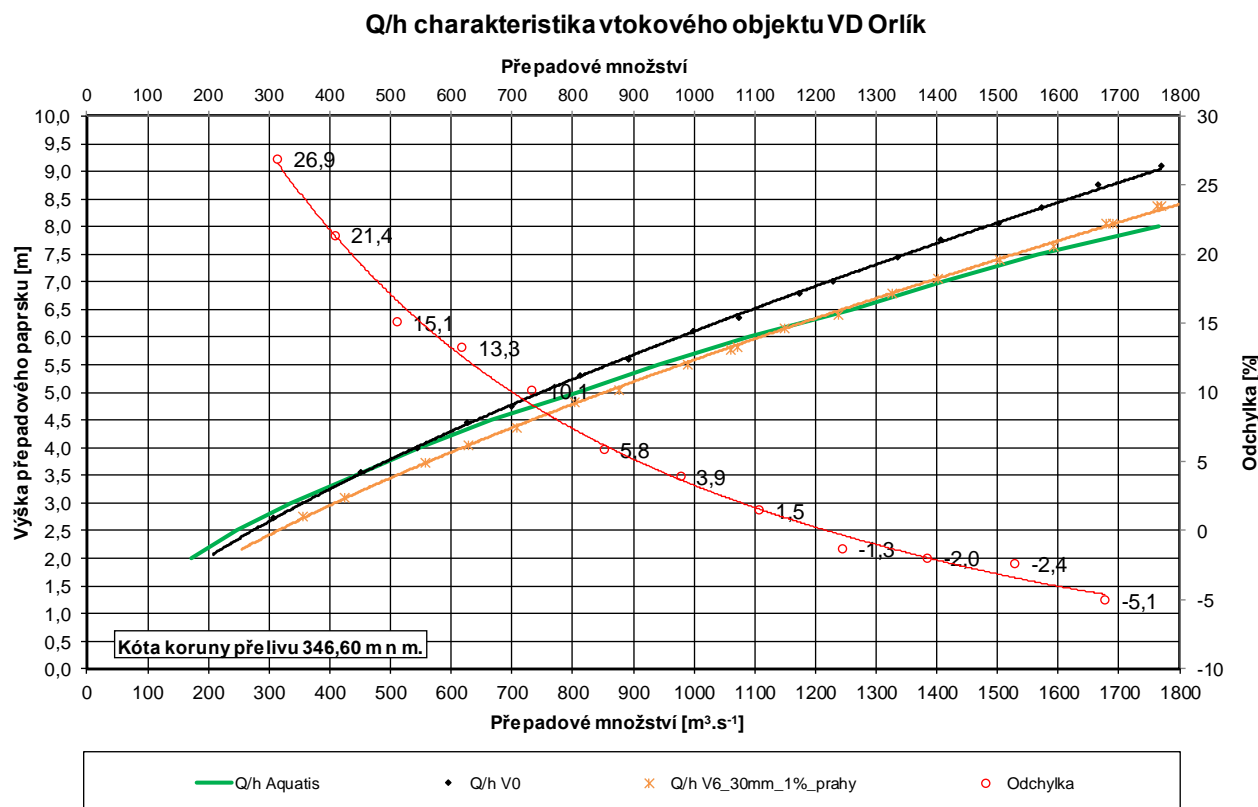
## **VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu**

1. Přítomni: seznam účastníků je uveden na prezenční listině v příloze tohoto zápisu.
2. Program jednání
  - Presentace zjištěných skutečností řešitelem.
  - Diskuze dosažených výsledků.
  - Praktická ukázka proudění na modelu VD.
3. Jednání proběhlo dle výše uvedeného programu.

Zástupce řešitele Ing. Žoužela zahájil výrobní výbor a přímo na fyzikálním modelu prezentoval výsledky prací, které byly provedeny. Tištěná prezentace je součástí přílohy tohoto zápisu. Z prezentace provedených prací a výsledků vyplynuly tyto skutečnosti.

- V uplynulém období byly ve smyslu minulého zápisu ze dne 11. 1. 2017 provedeny zásahy vedoucí ke zkapacitnění vtokového objektu. Postupně byly vyzkoušeny úpravy tvaru přelivné plochy V5 a V6, které navazovaly na práce spojené s navýšením dělicích pilířů tak, aby bylo možné měření provádět v celém rozsahu požadovaných průtoků. Pro zajištění úplné geometrické podobnosti byly výškově upraveny i omočené povrchy v předpolí vtokového objektu. Byl finalizován tvar zavázání poproudě pravého krajního pilíře kanálu 3. Sklon ve všech třech obloucích vtokového objektu byl nastaven na hodnotu 1 % (vztaženo k prostřednímu kanálu 2 vtokového objektu). Ve všech třech kanálech bylo na styku dna a stěn provedeno zkosení umožňující na díle vložení dostatečného množství výztuže pro zachycení ohybových momentů.
- Pro všechny výše uvedené úpravy modelu byla zaměřena finální Q/h charakteristika s označením V6, jejíž průběh je zobrazen v grafu na obr. 1. V grafu jsou vyneseny i odchylky od charakteristiky dodané projektantem. Z nich je patrné výrazné zkapacitnění vtokového objektu za nízkých průtoků a nedostatečná kapacita při průtocích maximálních. Q/h charakteristika byla stanovena za podmínek, které odpovídaly níže specifikovaným úpravám v prostoru zakryté části skluzu.
- Řešitel se zaměřil dále na úpravu proudových poměrů na modelu takovým způsobem, aby bylo v co možná největším rozsahu posuzovaných průtoků, dosaženo ve všech třech kanálech a navazující odkryté části skluzu homogenity proudu bez výrazných příčných vln. Tyto práce lze rozdělit do dvou etap. První etapa se věnovala proudovým poměrům v jednotlivých kanálech vtokového objektu, etapa druhá proudovým poměrům na skluzu v jeho odkryté části.
  - V kryté části skluzu byly v místě půdorysného ukončení oblouků jednotlivých kanálů instalovány vzdouvací prahy. Pro každý kanál byl nalezen práh s jinou konstrukční výškou. Tyto prahy zajistily prakticky v celém rozsahu provozních průtoků za jednotlivými vtoky krátký přechod proudění z režimu bystrinného do režimu říčního. To v navazujících přímých úsecích zajistilo vyrovnané a homogenní proudění. Současně nedošlo k takovému vzduť, aby byla výrazně negativně ovlivněna kapacita vtokového objektu, jež je zobrazena v grafu na obr. 1. Charakter proudu na konci kryté části skluzu ve všech třech kanálech objektu je téměř shodný a nezávislý na půdorysném uspořádání jednotlivých kanálů.
  - Na výtoku z kryté části skluzu bylo vyzkoušeno několik variant tvarových úprav koncových pilířů – projektantem navržené, dvojnásobně prodloužené a lineární postupně se půdorysně zblíhající na délce 20 m. Pro zajištění nevybřežování vody z prostoru skluzu, resp. zajištění co největší homogenity proudu po délce skluzu, se jeví jako nejvýhodnější použití lineárních pilířů.
- Na modelu byly vyzkoušeny i kombinace proudění vždy s jedním uzavřeným uzávěrem a dvěma s plným otevřením. Ukázalo se, že při návrhových průtocích dochází k nehomogenitám proudu po délce odkryté části skluzu a výraznému vybřežování. Tomuto efektu lze zabránit pouze instalací lineárních usměrňovačů, které byly taktéž prezentovány.

- Za průtoků  $Q_{1000}$  i  $Q_{10\,000}$  byly za odtokem ze skluzu nastaveny příslušné úrovně hladin dolní vody. Bylo konstatováno, že proud vytékající z prostoru skluzu svojí energií „odtláčí“ dolní vodu tak, že nedojde ke zpětnému vzduť do prostoru skluzu.



Obr. 1 Q/h charakteristika

Následující diskuze nad získanými výsledky vyplynula v tyto dílčí závěry a doporučení.

- Získaná Q/h charakteristika objektu pro variantu V6 je konečná. V dalším stupni dokumentace bude projektantem proveden výpočet transformace. Na základě dalšího projekčního řešení bude se získanou charakteristikou odpovídajícím způsobem nakládáno. Jedním z možných řešení je i dodatečná změna délkového měřítka modelu tak, aby bylo dosaženo dostatečné kapacity objektu při definovaných hladinových poměrech. Tento postup vyvolá prostorovou změnu všech rozměrů navrženého bezpečnostního objektu.
- Projektant dodá návrh úpravy zavázání poproudě levostranného pilíře kanálu 1, jež by měla vést k potlačení kontrakcí proudu v prostoru přelivné plochy. Při návrhu zohlední existenci konstrukce výtahu pro loď.
- Řešitel provede konečné zaměření průběhu hladin po délce celého objektu při průtocích  $Q_{1000}$  a  $Q_{10\,000}$  za těchto následujících okrajových podmínek.
  - Varianta V6, všechny uzávěry otevřeny, vzdouvací prahy, koncové pilíře kryté části skluzu dle projektu.
  - Varianta V6, všechny uzávěry otevřeny, vzdouvací prahy, koncové pilíře lineární.
  - Varianta V6, vzdouvací prahy, uzávěr 1 – OFF (zavřený), uzávěr 2 – ON (otevřený), uzávěr 3 – ON.
  - Varianta V6, vzdouvací prahy, uzávěr 1 – ON, uzávěr 2 – OFF, uzávěr 3 – ON.
  - Varianta V6, vzdouvací prahy, uzávěr 1 – ON, uzávěr 2 – ON, uzávěr 3 – OFF.
- Pro zamezení vybřezování vody z prostoru skluzu navrhne řešitel geometrické uspořádání lineárních usměrňovačů.

Mezi objednatelem a zhotovitelem byl ke dni 14. 2. 2017 ve smyslu zápisu ze dne 11. 1. 2017 podepsán dodatek č. 1 ke stávající SoD.

Dne 17. 2. 2017

Zapsal Ing. Žoužela a Ing. Hrazdira

Příloha:      Prezentace, Prezenční listina

## Vodní dílo Orlík

### Zabezpečení VD před účinky velkých vod

### Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu

Modelové měřítko: 1:50  
2016-2017

Čtvrtý výrobní výbor 16. 2. 2017, 11:00 – 13:00

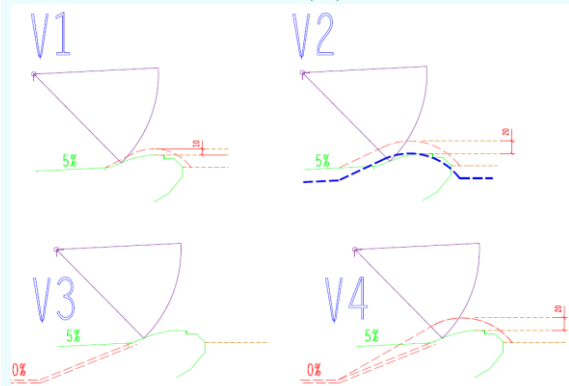
Q/h charakteristika vtokového objektu

Úprava proudových poměrů v kryté části skluzu

Úprava proudových poměrů v odkryté části skluzu

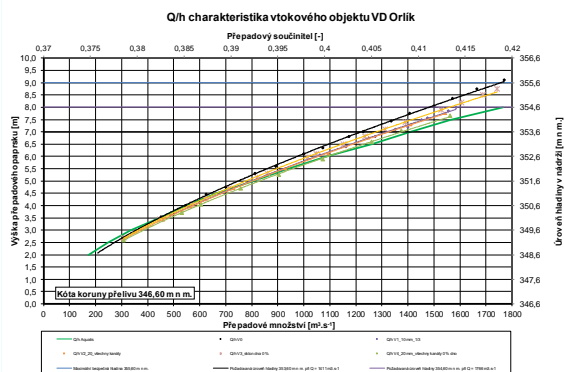
Poměry v místě zaústění skluzu do prostoru dolní vody

#### 4 základní varianty úprav modelu

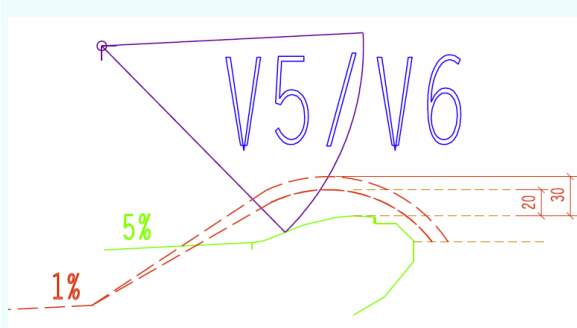


0 % sklon realizovaný v obloucích všech tří kanálů vtokového objektu

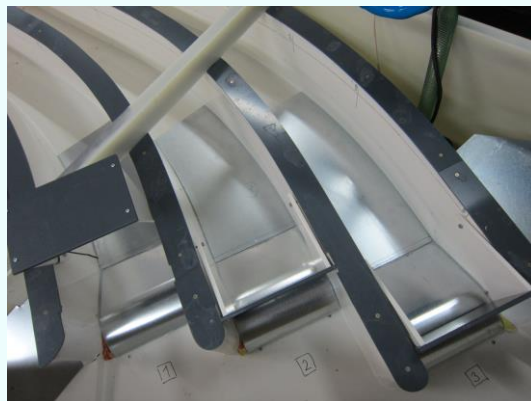
#### Q/h charakteristika – V0 – V4



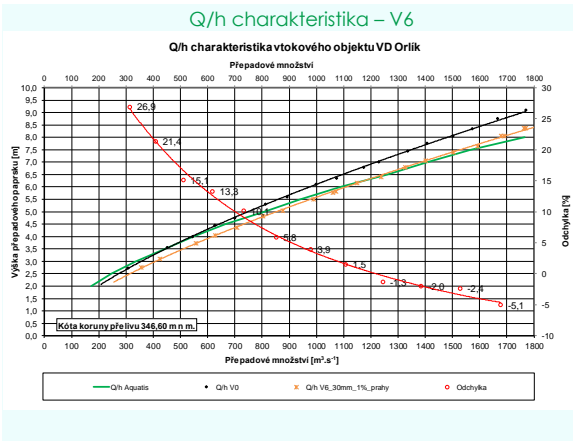
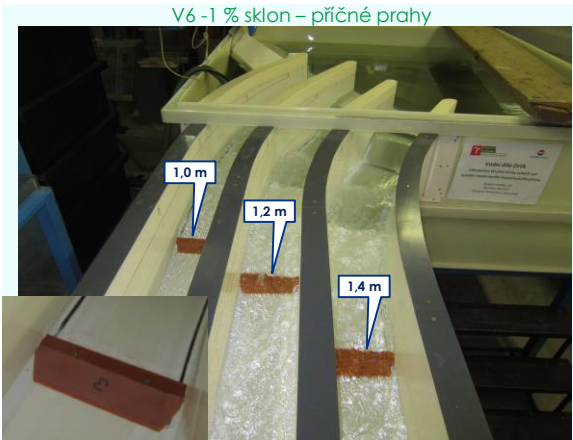
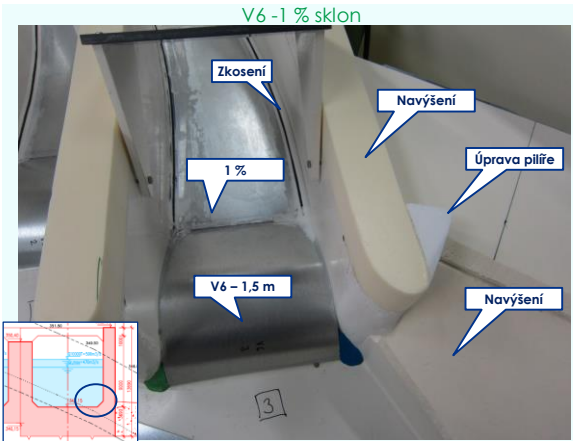
#### V5/V6



#### V5 - 1 % sklon







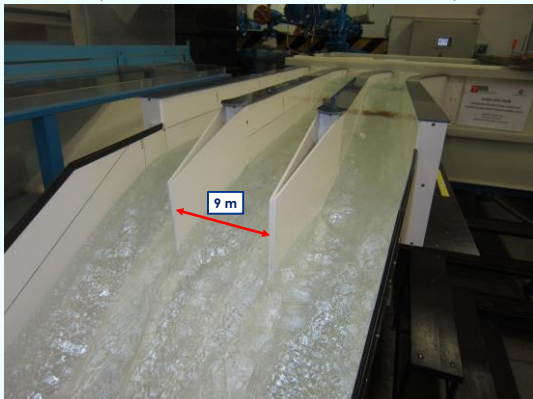
Dvojnásobné prodloužení stávajícího pilíře



Dvojnásobné prodloužení stávajícího pilíře



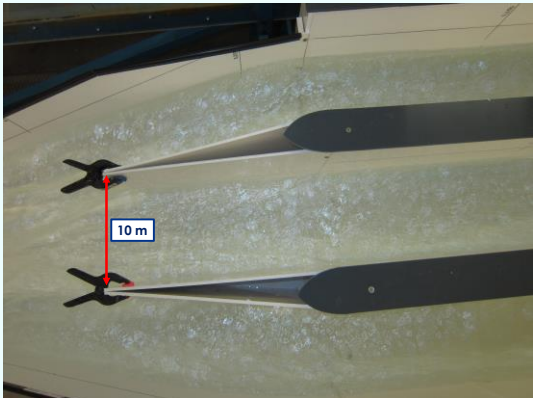
Lineární prodloužení – 20 m – vzdálenost mezi pilíři 9 m



Lineární prodloužení – 20 m – vzdálenost mezi pilíři 9 m



Lineární prodloužení – 20 m – vzdálenost mezi pilíři 10 m



Lineární prodloužení – 20 m – vzdálenost mezi pilíři 10 m



Kombinace otevření segmentových uzávěrů – 1 nebo 3 OFF



Kombinace otevření segmentových uzávěrů – 2 OFF



Liniové usměrňovače



Zaústění skluzu do prostoru dolní vody – Q 1000



Zaústění skluzu do prostoru dolní vody – Q 10 000



#### Diskuze a doporučení

Je získaná Q/h charakteristika pro V6 přijatelná ?  
**transformace / zkapacitnit** nebo **změna měřítka**  
(~1:52)

Úprava pilířů – **stávající** / **lineární** / **deflektory**


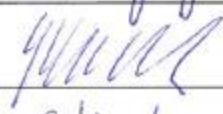

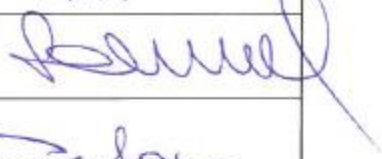


Provozní kombinace otevření uzávěrů – **deflektory** ?

Zaústění skluzu do dolní vody



## Prezenční listina 16. 2. 2017

**VD Orlík – Zabezpečení VD před účinky velkých vod**  
**Fyzikální model nového bezpečnostního přelivu**

Jméno a příjmení	Subjekt	Podpis
MICHAL ŽOUZELA	VUT V BRNĚ	
JAN ŠTĚPÁNEK	POVODI VLTAVY	
DANIELA VÍTOVÁ	-/-	
JAN SEHNAL	AQUATIS	
JAN PECHÁČEK	POVODI VLTAVY	
Ondřej Hrazdina	POVODI VLTAVY, s.p.	
JAN SULC	VUT V BRNĚ	