Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce

ZLEPŠENÍ PLAVEBNÍCH PODMÍNEK NA LABI V ÚSEKU ÚSTÍ NAD LABEM - STÁTNÍ HRANICE ČR/SRN - PLAVEBNÍ STUPEŇ DĚČÍN

VÝZKUM PLAVEBNÍHO STUPNĚ DĚČÍN
varianta 1a

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Prof. Ing. Pavel Gabriel, DrSc.

Ing. Josef Libý, CSc.

Ing. Vladimír Vicherek

Dr. Ing. Pavel Fošumpaur

OSNOVA

- popis předcházejícího řešení a nového návrhu – var. 1a
- využitelné výsledky z předcházejících výzkumů
- program dalšího výzkumu
- přestavba hydraulického modelu
- výzkum výchozího návrhu PS na hydraulickém modelu
- přípravný výzkum na 3D matematickém modelu
- závěr

POROVNÁNÍ VARIANT – celkový pohled na PS Děčín

VIZUALIZACE

původní varianta

varianta 1a

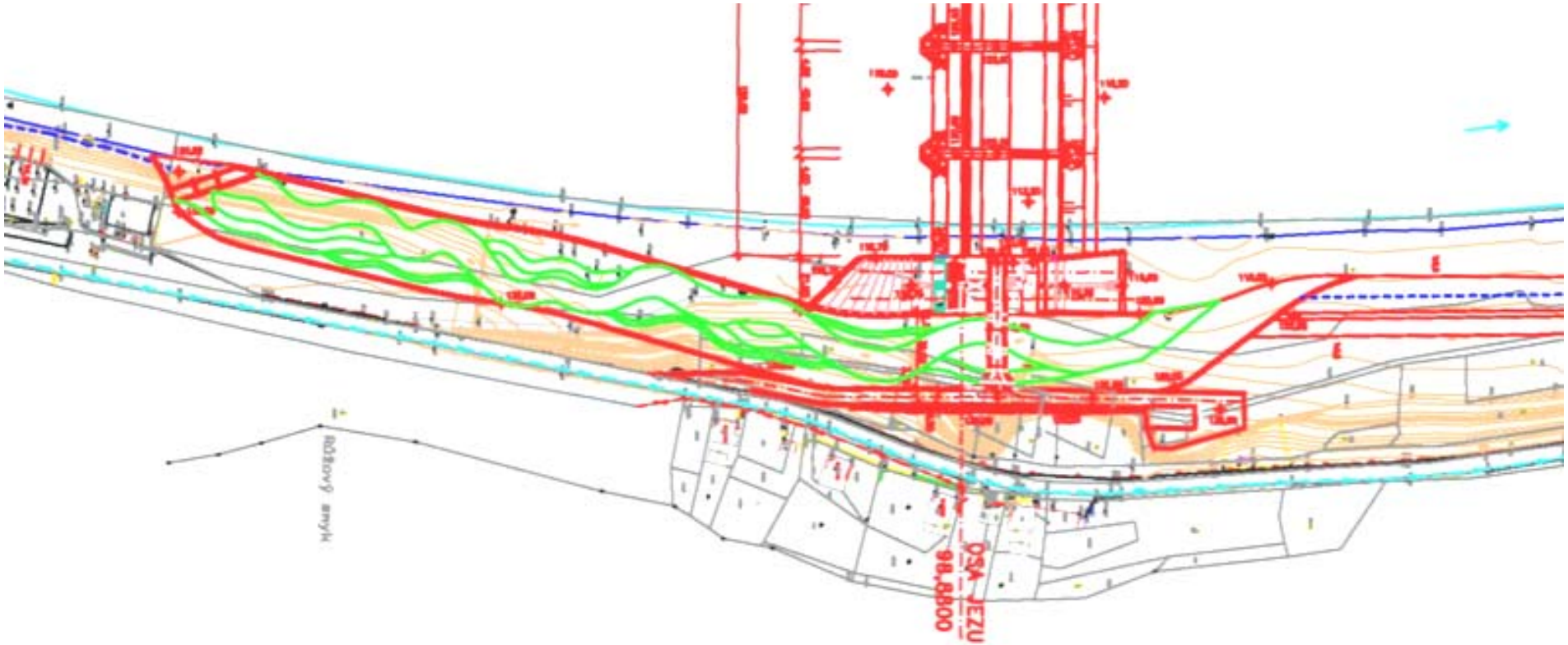
POROVNÁNÍ VARIANT – popis hlavních rozdílů

- uspořádání funkčních objektů PS se nemění
- **plavební komora** totožná (zůstává na původním místě, stejné parametry, shodný systém plnění a prázdnění, stejné řešení ohlaví)
- **jez** - osa jezu zůstává kolmá na PK, posunutí o 100 m proti proudu, příčný řez se nemění, jezová pole se mění z 3 x 43.0 m na 3 x 40.0 m, pilíře se mění z 2 x 5.0 m na 2 x 4.0 m, celková šířka jezu ⇒ ze 139 m na 128 m
- **vodní elektrárna** – šířka objektu se mění z 33.7 m na 24.5 m, šířka dělícího pilíře mezi VE a jezem z 8.5 m na 1.5 m
- **rybí přechod** – šířka se mění z 6.0 m na 30.0 m
- úprava levého břehu v horní zdrži podle požadavků ekologů
- úprava levého břehu v dolní zdrži související s nově navrhovanou regulační úpravou úseku toku pod plavebním stupněm

POROVNÁNÍ VARIANT – popis (vodní elektrárna)

parametry MVE	nový návrh	původní návrh
návrhová hltnost turbín Q_t	2 x 125 = 250 $m^3.s^{-1}$	310 $m^3.s^{-1}$
průměr oběžného kola	4350 mm	5400 mm
návrhová horní hladina	124,50 m n.m.	-
návrhová dolní hladina při Q_t	120,40 m n.m. (spád 4.10 m)	-
dolní hladina při Q345d	119.44 m n.m. (spád 5.06 m)	-
celkový instalovaný výkon	7,90 MW	10,0 MW
výroba el. energie v průměrně vodném roce	46,90 GWh/rok	60,0 GWh/rok

POROVNÁNÍ VARIANT – popis (rybí přechod)



POROVNÁNÍ VARIANT – popis (rybí přechod)

VYUŽITELNÉ VÝSLEDKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍCH VÝZKUMŮ

- **VÝZKUM CELKOVÉHO DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ PLAVEBNÍHO STUPNĚ**
  - výzkum realizován v letech 2002 – 2003 na modelu s pevným dnem
  - stejná dispozice funkčních objektů = lze převzít výsledky
  - nutné ověřit navrhované úpravy levé příbřežní zóny v horní zdrži vodního díla, navázání vstupu a výstupu širokého rybího přechodu na přilehlé břehy a úpravu levého břehu v dolní zdrži

VYUŽITELNÉ VÝSLEDKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍCH VÝZKUMŮ

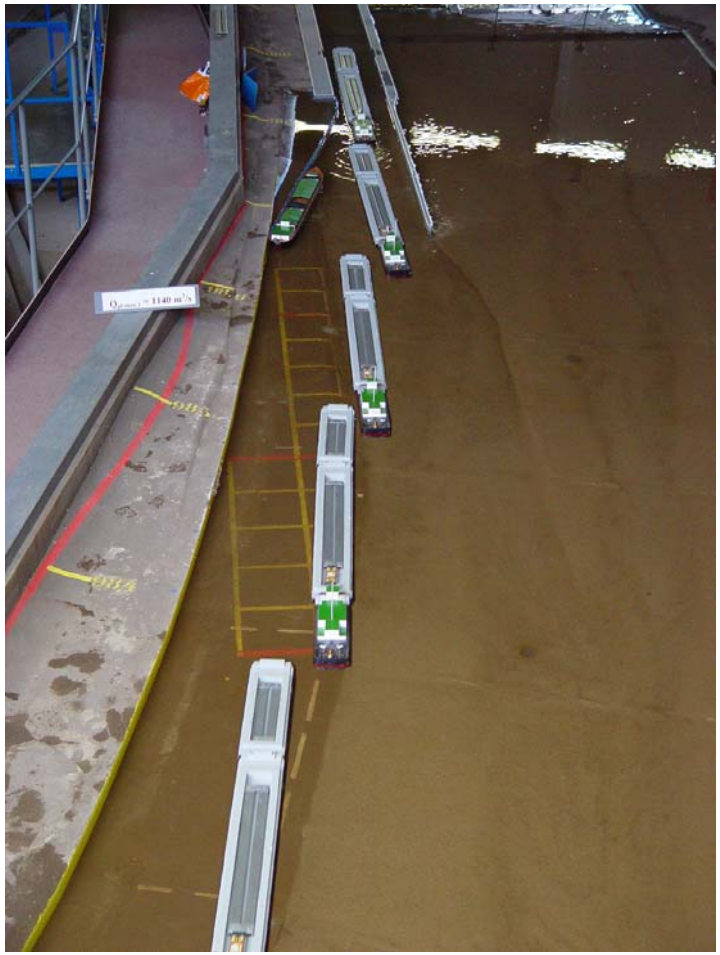
NÁVRH UMÍSTĚNÍ A KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ PK

- výzkum realizován v letech 2004 - 2005
- plavební komora stejných parametrů jako u původního návrhu
- shodně je řešeno její horní, střední a dolní ohlaví a systém jejího plnění a prázdnění
- je žádoucí realizovat výzkum optimálního řešení horního ohlaví a optimalizace systému plnění a prázdnění plavební komory (včetně všech dalších funkcí, které musí plavební komora plnit) na zvláštních hydraulických modelech vybudovaných ve větších měřítcích

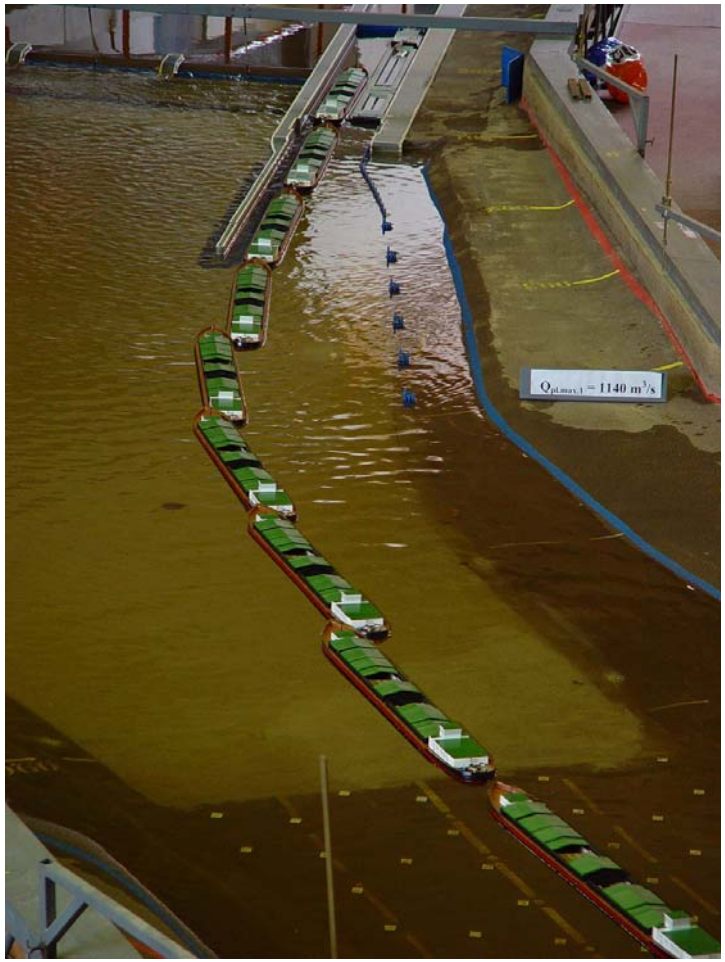
VYUŽITELNÉ VÝSLEDKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍCH VÝZKUMŮ

- **NÁVRH REJD PLAVEBNÍ KOMORY A JEJICH DĚLÍCÍCH ZDÍ**
  - výzkum realizován v letech 2004 - 2005
  - výsledky lze plně převzít (až na ověření nově navržené úpravy břehu a koryta za výstupem z dolní rejdy)
  - navržené rozměry a tvarová úprava rejd, délky dělících zdí, jejich konstrukční řešení včetně detailního řešení jejich průtočných částí a jejich opevnění byly ověřeny nautickými experimenty s loděmi a lodními soupravami všech používaných typů

Nautické experimenty – max. plav. průtok Q = 1140 m³.s⁻¹



Plavba tlačného soulodí po proudu



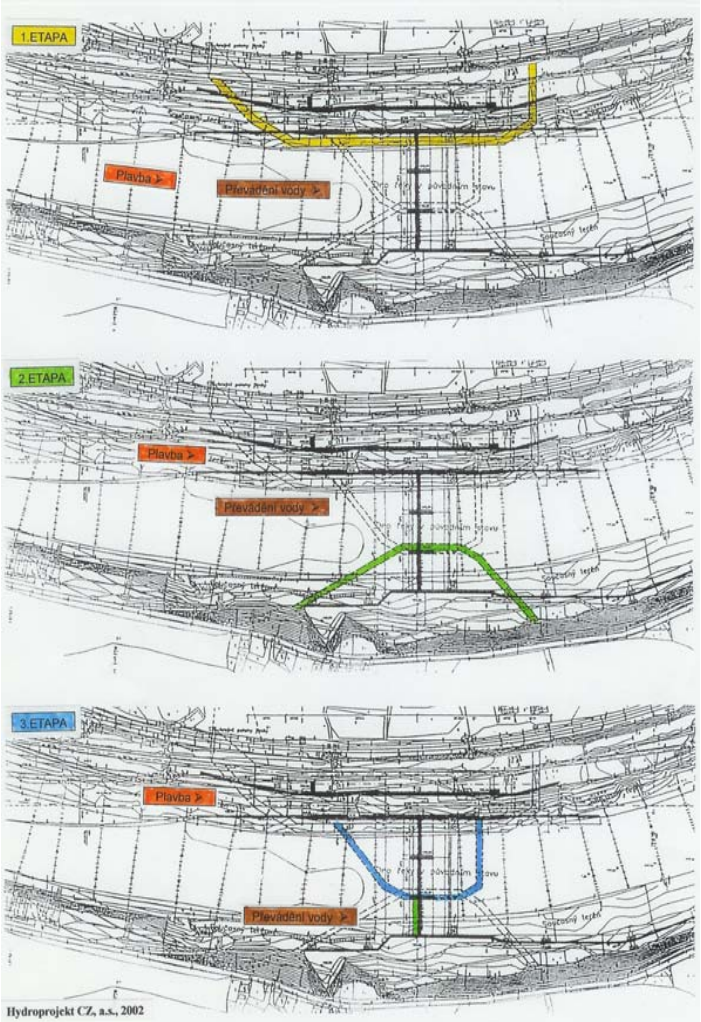
Plavba MNL 11600 soulodí proti proudu

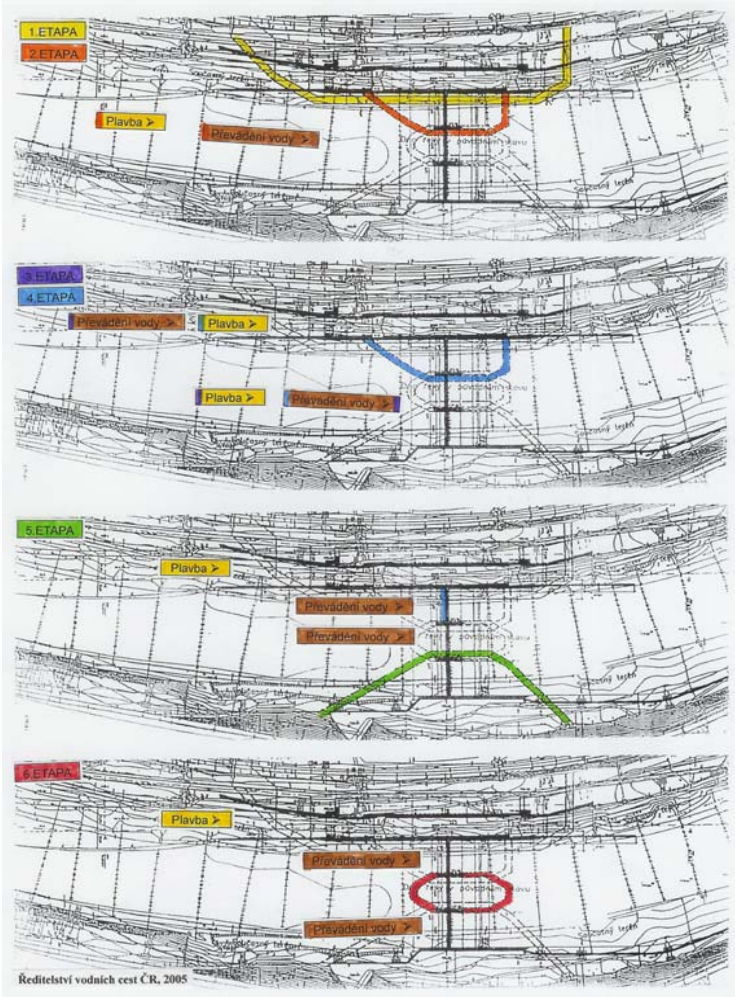
VYUŽITELNÉ VÝSLEDKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍCH VÝZKUMŮ

VÝZKUM OPTIMALIZACE POSTUPU VÝSTAVBY VODNÍHO DÍLA

- výzkum realizován v letech 2004 – 2005
- podrobný výzkum pěti variant etapové výstavby vodního díla
- zajištění ochrany staveniště, stability stavebních jímek a již vybudovaných částí vodního díla
- zabezpečení průběžného plavebního provozu
- výsledky lze považovat pro řešení varianty 1a na úrovni dokumentace pro územní řízení za plně využitelné
- pro další stupeň projekční přípravy však bude nutné - vzhledem ke změněným parametrům funkčních objektů - znovu stanovit potřebné výšky koruny jímek ve všech stavebních etapách.

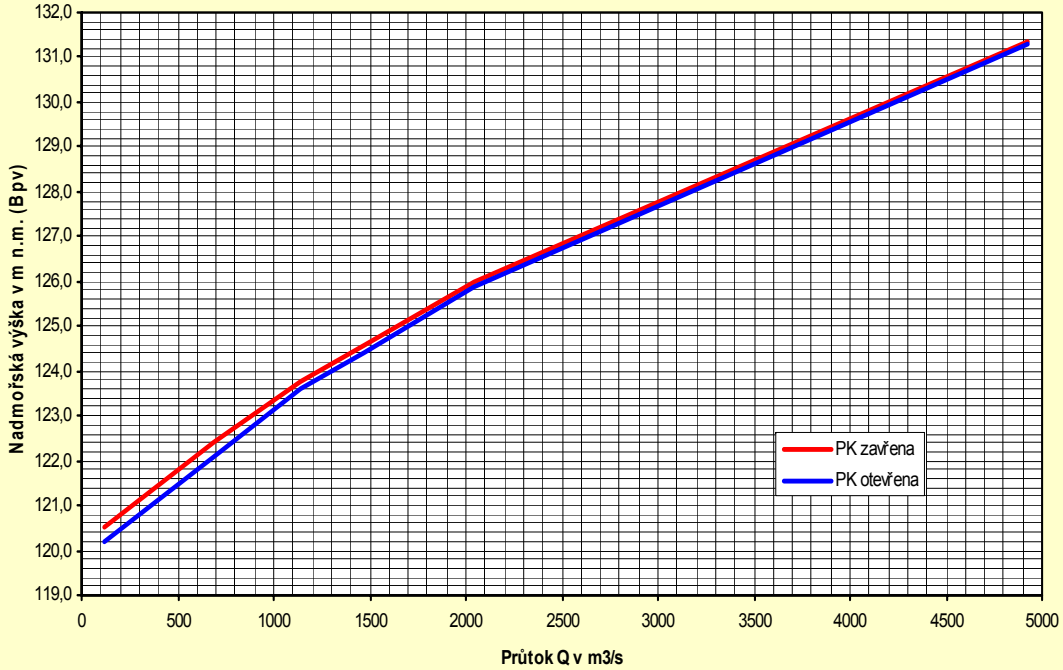
Postupy výstavby





Postupy výstavby – 3 etapová varianta – výmoly a nánosy po průchodu Q_{kat}

4.ETAPA VARIANT B,C - URČENÍ VÝŠKY KORUNY JÍMKY



Výška horní hrany pilířů již vybudovaných jezových polí: 125,50 m n.m.

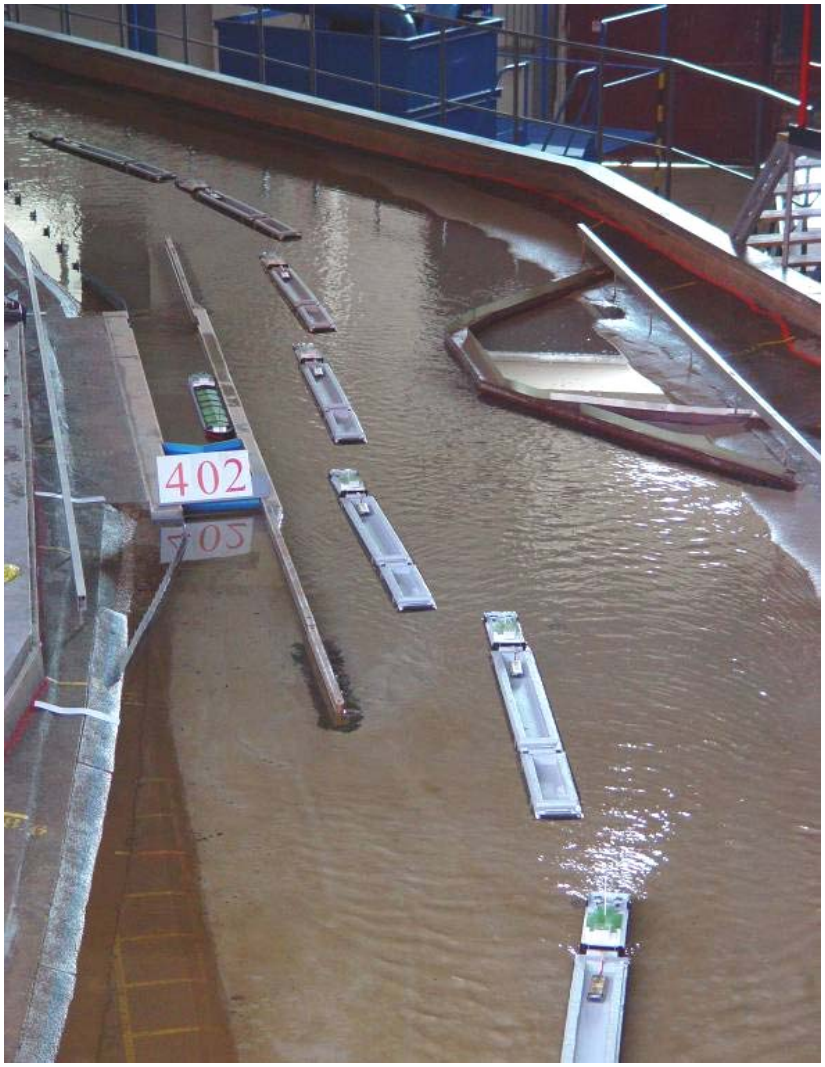
Výška horní hrany zdí plavební komory: 126,00 m n.m.

Navrhovaný stupeň ochrany jímky: na průtok 2-leté povodně $Q_2 = 1470\ m^3.s^{-1}$

Při koruně jímky ve výšce horní hrany pilířů, tj. na kótě 125,50 m n.m., bude zajištěna ochrana stavební jámy proti zatopení:

- při uzavřených vratech plavební komory do průtoku $Q = 1880\ m^3.s^{-1} > Q_2 = 1470\ m^3.s^{-1}$
- při otevřených vratech plavební komory do průtoku $Q = 1910\ m^3.s^{-1} > Q_2 = 1470\ m^3.s^{-1}$

Postupy výstavby – nautické experimenty



PROGRAM DALŠÍHO VÝZKUMU

- převádění povodňových průtoků plavebním stupněm
- optimalizace vtokové části a dělící zdi mezi jezem a vodní elektrárnou
- optimalizace výtokové části vodní elektrárny
- optimalizace vstupní a výstupní části širokého rybího přechodu
- vybraný soubor nautických experimentů
- výzkum účinného transportu ledů plavebním stupněm

PŘESTAVBA HYDRAULICKÉHO MODELU

- termín přestavby: květen a červen 2008
- podklad: projektová dokumentace firmy Hydroprojekt CZ, a.s. (zpracovaná pro ŘVC ČR v dubnu 2008)
- výstupy: přestavěný model + zpráva o přestavbě (VÚV T.G.M., v.v.i. pro ŘVC ČR – červenec 2008)
  - stručný popis stávajícího hydraulického modelu PS Děčín
  - návrh nového řešení plavebního stupně
  - dokumentace přestavby hydraulického modelu pro následné výzkumné ověření tohoto nového řešení.

Model před přestavbou

Demontáž a odstranění stávajících modelů jezu a VE

Bourání pravého břehu v horní zdrži

Nová linie paty levého břehu – dolní zdrž

Rovnání pohyblivého dna modelu – horní zdrž

Přestavěný model

Přestavěný model

POROVNÁNÍ VARIANT – celkový pohled na PS Děčín

HYDRAULICKÝ MODEL

původní varianta

varianta 1a

POROVNÁNÍ VARIANT – detail MVE, jezu a rybího přechodu

HYDRAULICKÝ MODEL

původní varianta

varianta 1a

PROBÍHAJÍCÍ VÝZKUM PS DĚČÍN

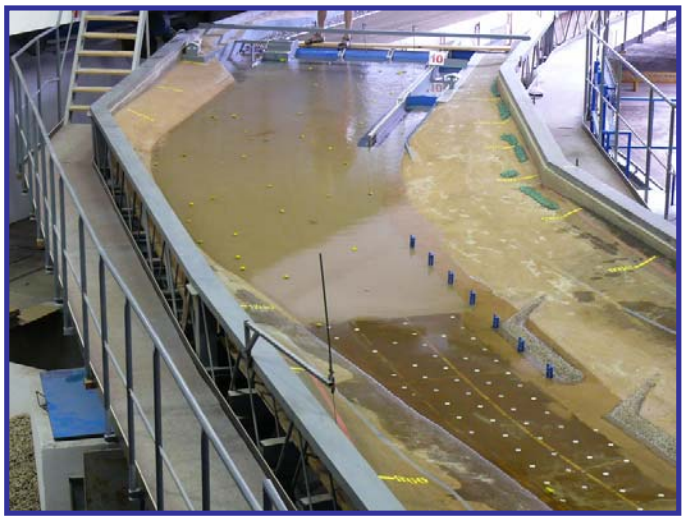
- optimalizace vtokové části a dělící zdi mezi jezem a VE
- optimalizace výtokové části vodní elektrárny
  - využití poznatků z předcházejícího výzkumu
  - přípravný výzkum variantních úprav na 3D matem. modelu
  - ověření výsledného návrhu úpravy výtokové části VE na hydr. m.
  - návrh a ověření opevnění dna na hydraulickém modelu
- optimalizace vstupní a výstupní části širokého rybího přechodu
  - optimální situační uspořádání vstupní a výstupní části RP (tj. navázání na dolní a horní zdrž tak, aby byly zajištěny podmínky pro migraci ryb i jiných živočichů plavebním stupněm)
  - opět využití 3D matematického modelu
  - konstrukční úprava (zejména výstup do horní zdrže) → nutné větší měřítko modelu

SOUČASNÝ VÝZKUM PS DĚČÍN – výzkum výchozího návrhu

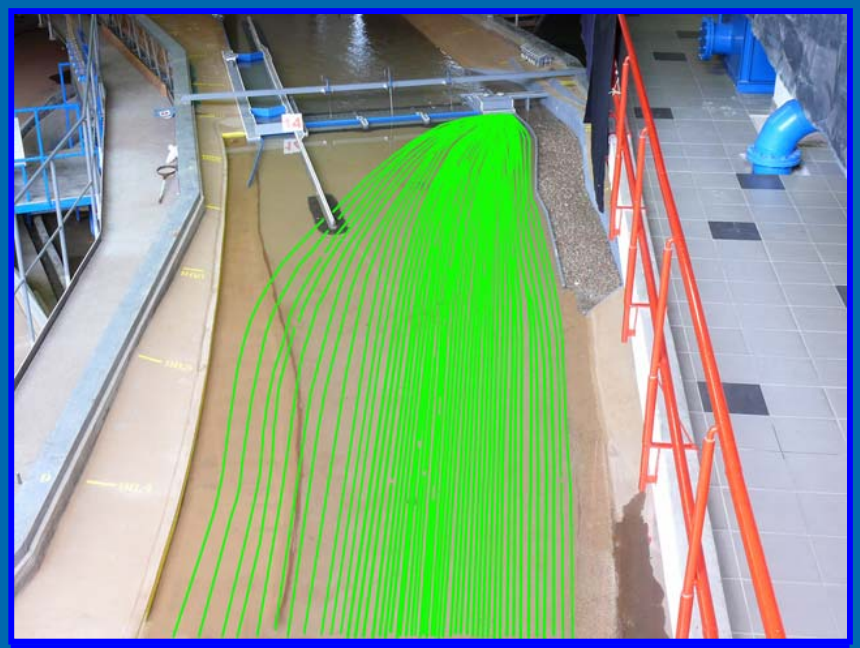
- série pokusů na **hydraulickém modelu** (kalibrace regulačních stavítek VE + zaměření hladiny + proudové poměry)
- zaměření hladiny – celkem 13 profilů (11 měrný válec + 2 hrotová měřítka)
- proudové poměry (HZ, HZ – detail MVE, DZ):
  - Q = 125 $m^3.s^{-1}$ (JEZ = 0 → LT; PT)
  - Q = 250 $m^3.s^{-1}$ (VE = 250 $m^3.s^{-1}$, JEZ = 0)
  - Q = 690 $m^3.s^{-1}$ (VE = 250 $m^3.s^{-1}$ → JEZ = 440 $m^3.s^{-1}$ → J1+J2+J3; J1+J2, J3=0; J1+J3, J2=0; J2+J3, J1=0)
  - Q = 1140 $m^3.s^{-1}$ (VE = 0, spád cca 1 m) → J1+J2+J3; J1+J2, J3=0; J1+J3, J2=0; J2+J3, J1=0

SOUČASNÝ VÝZKUM PS DĚČÍN – výzkum výchozího návrhu

- kalibrace regulačních stavítek vodní elektrárny – tři pokusy:
  - průtok Q = 125 $m^3.s^{-1}$ levou turbínou, pravá turbína uzavřena
  - průtok Q = 125 $m^3.s^{-1}$ pravou turbínou, levá turbína uzavřena
  - průtok Q = 250 $m^3.s^{-1}$ oběma turbínami
- jez zcela zahrazen

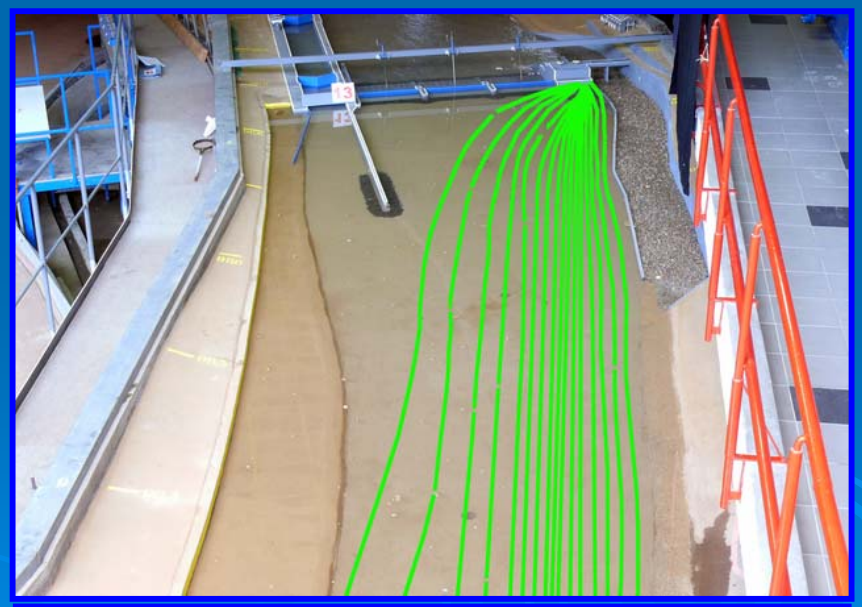


Proudové poměry v horní zdrži PS Děčín (jez zcela zahrazen):



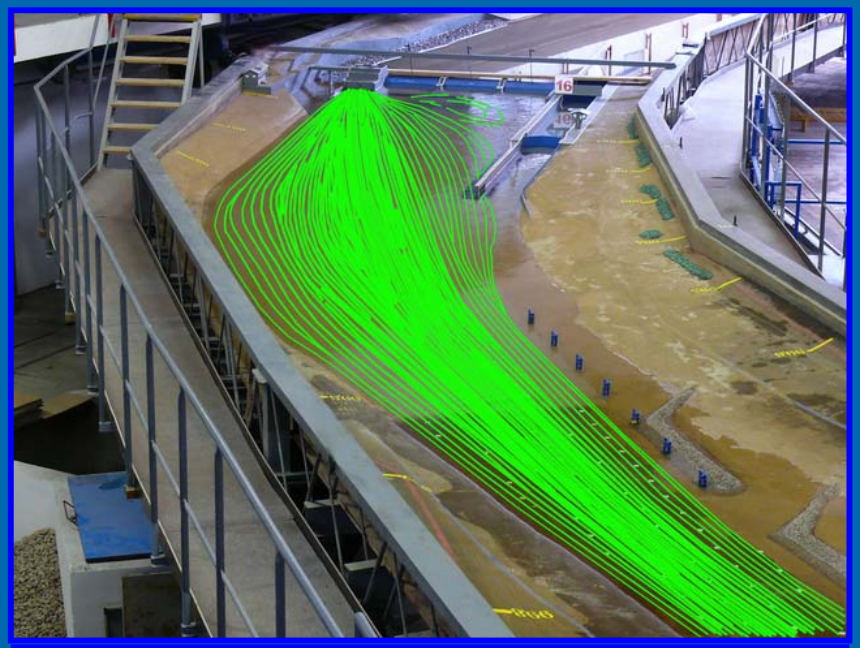
Průtok VE – Q = 250 $m^3.s^{-1}$

Průtok LT VE – Q = 125 $m^3.s^{-1}$

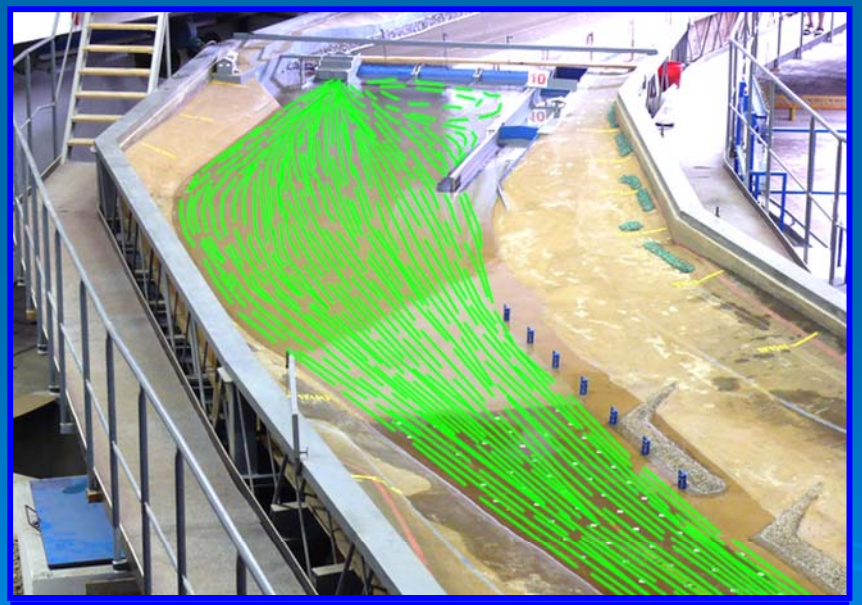


Průtok PT VE – Q = 125 $m^3.s^{-1}$

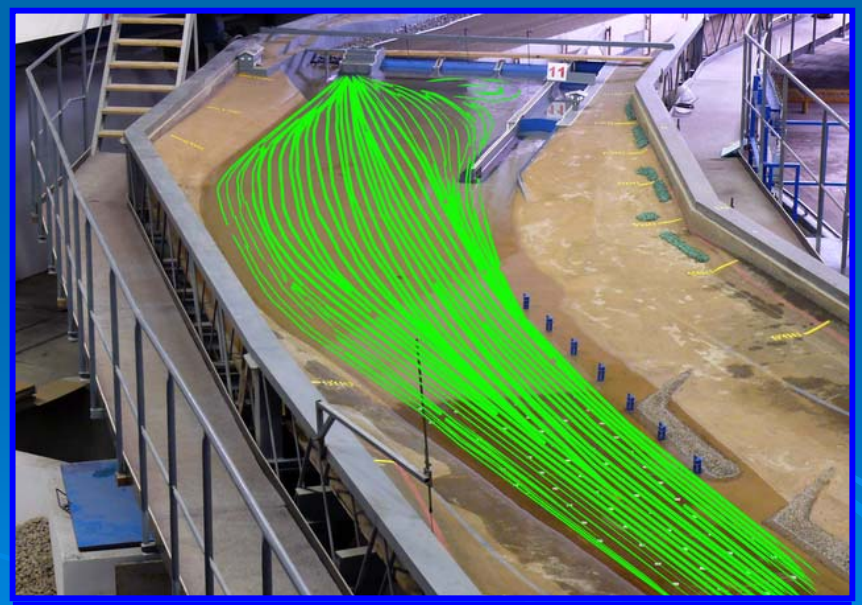
Proudové poměry v dolní zdrži PS Děčín (jez zcela zahrazen):



Průtok VE – Q = 250 $m^3.s^{-1}$



Průtok LT VE – Q = 125 $m^3.s^{-1}$

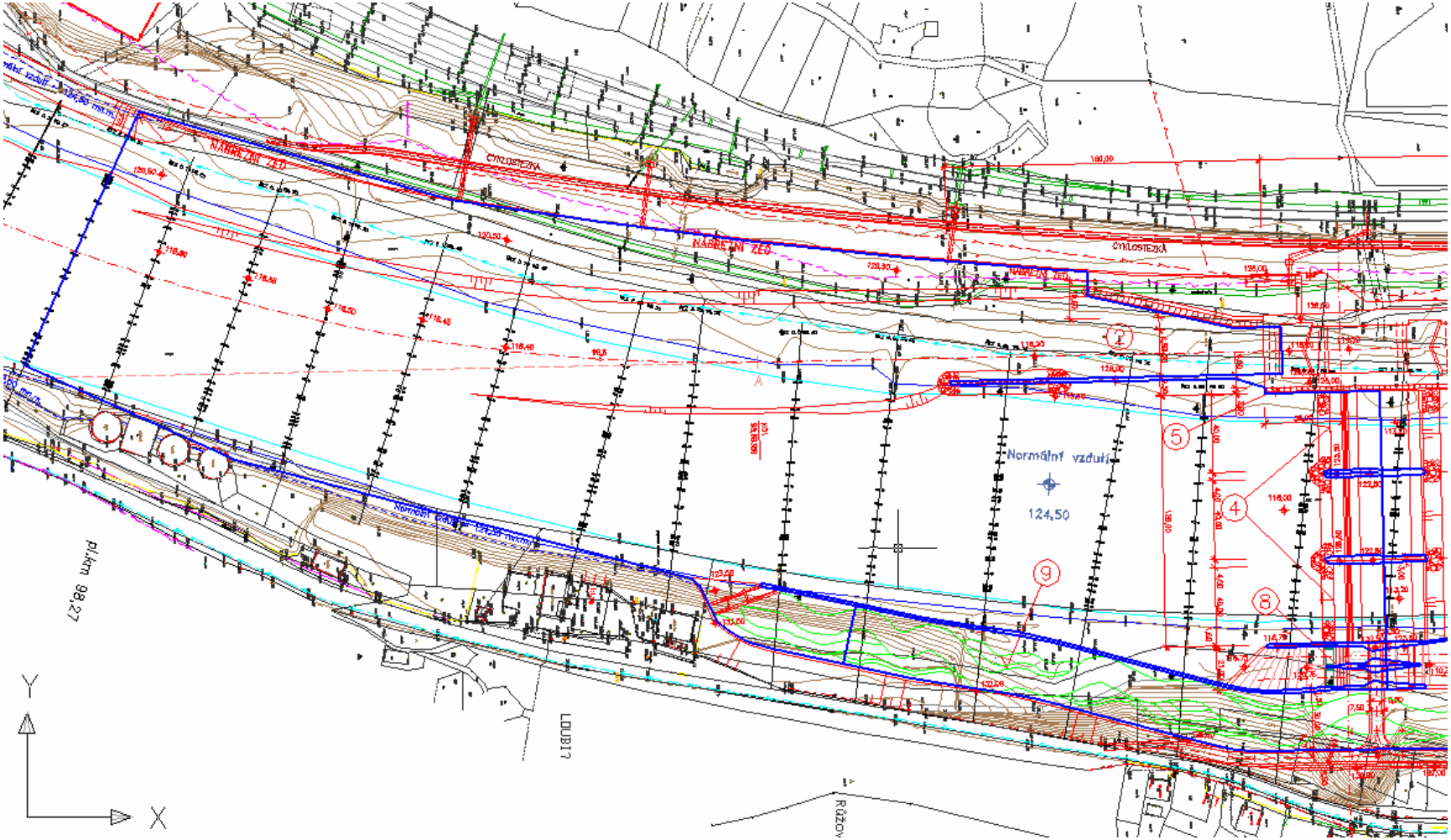


Průtok PT VE – Q = 125 $m^3.s^{-1}$

SOUČASNÝ VÝZKUM PS DĚČÍN – výzkum výchozího návrhu

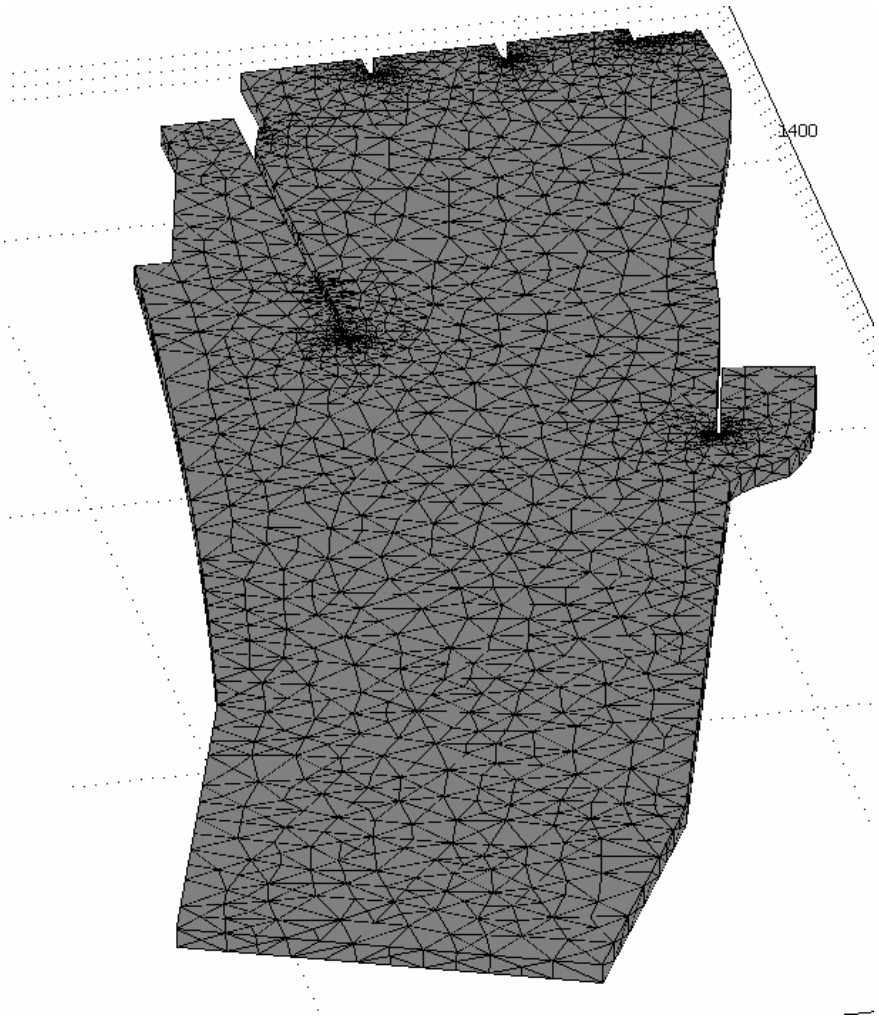
- souběžně s hydraulickým výzkumem probíhá přípravný výzkum na 3D **matematickém modelu** (Dr. Ing. Pavel Fošumpaur)
- vytvoření 3D matematického modelu podle dokumentace PS Děčín v úpravě dle Var 1a, zpracované firmou HDP pro ŘVC v dubnu 2008
- výzkum výchozího návrhu PS Děčín pro vybranou řadu průtoků elektrárnou a jezem,
- cíl výzkumu: dokumentace (popř. úpravy) vtokové části VE, dokumentace (popř. úpravy) vstupní a výstupní části širokého rybího přechodu

Matematický model – rozsah 3D modelu 98,21 – 98,88

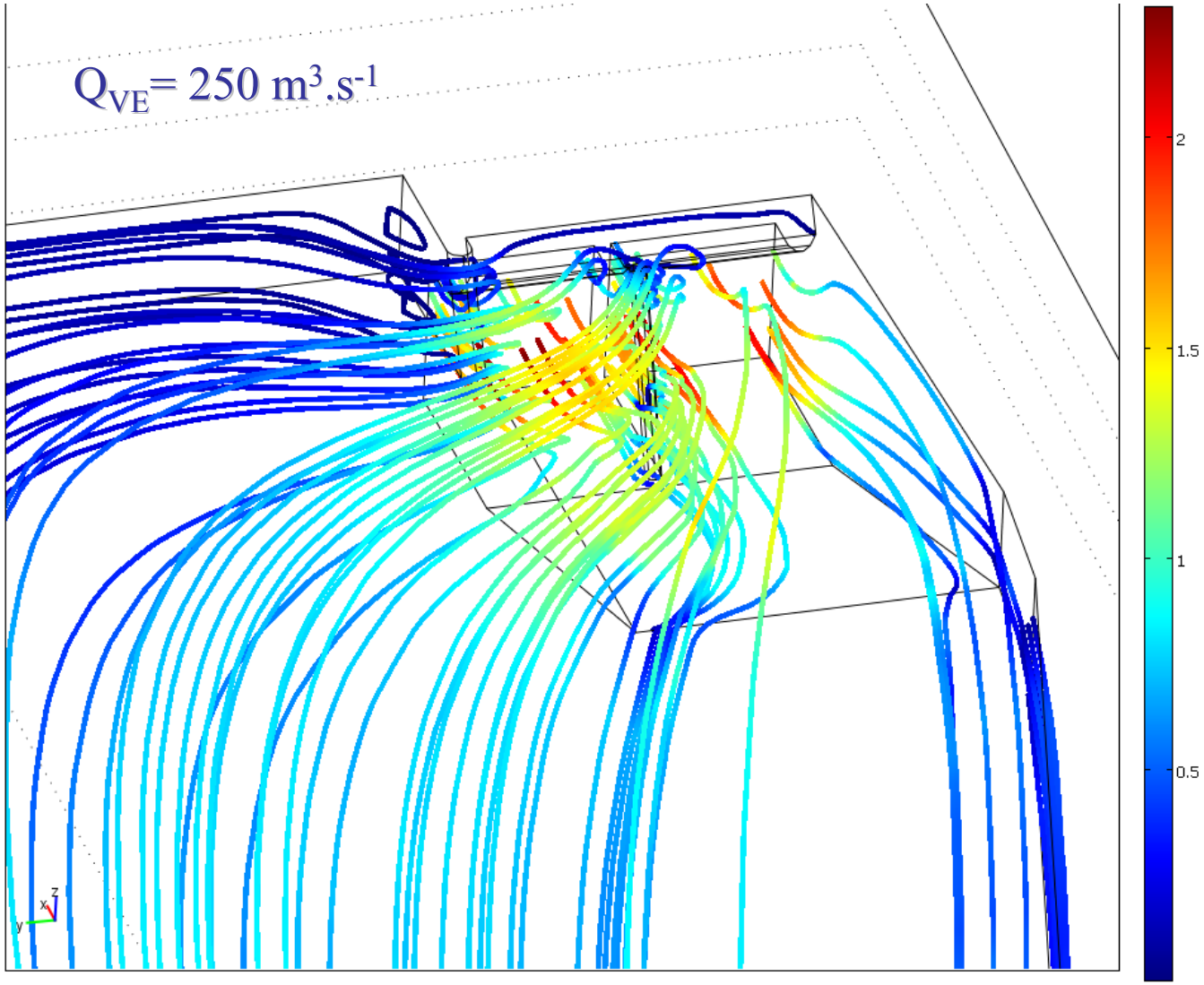


Matematický model – metodika řešení

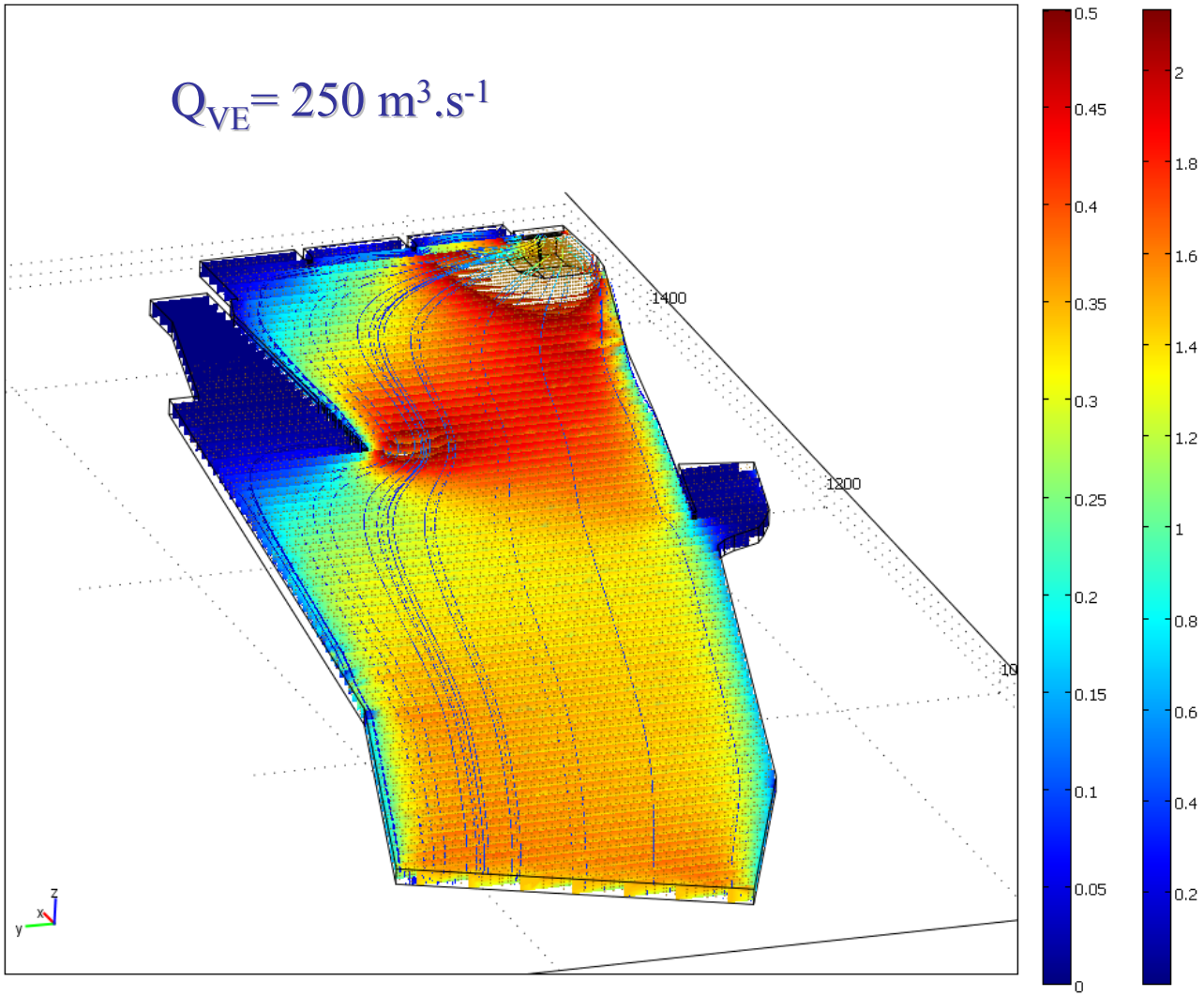
- K-ε turbulentní model
- 3D schématizace
- metoda konečných prvků
- postup od dispozice k objektovému rozlišení



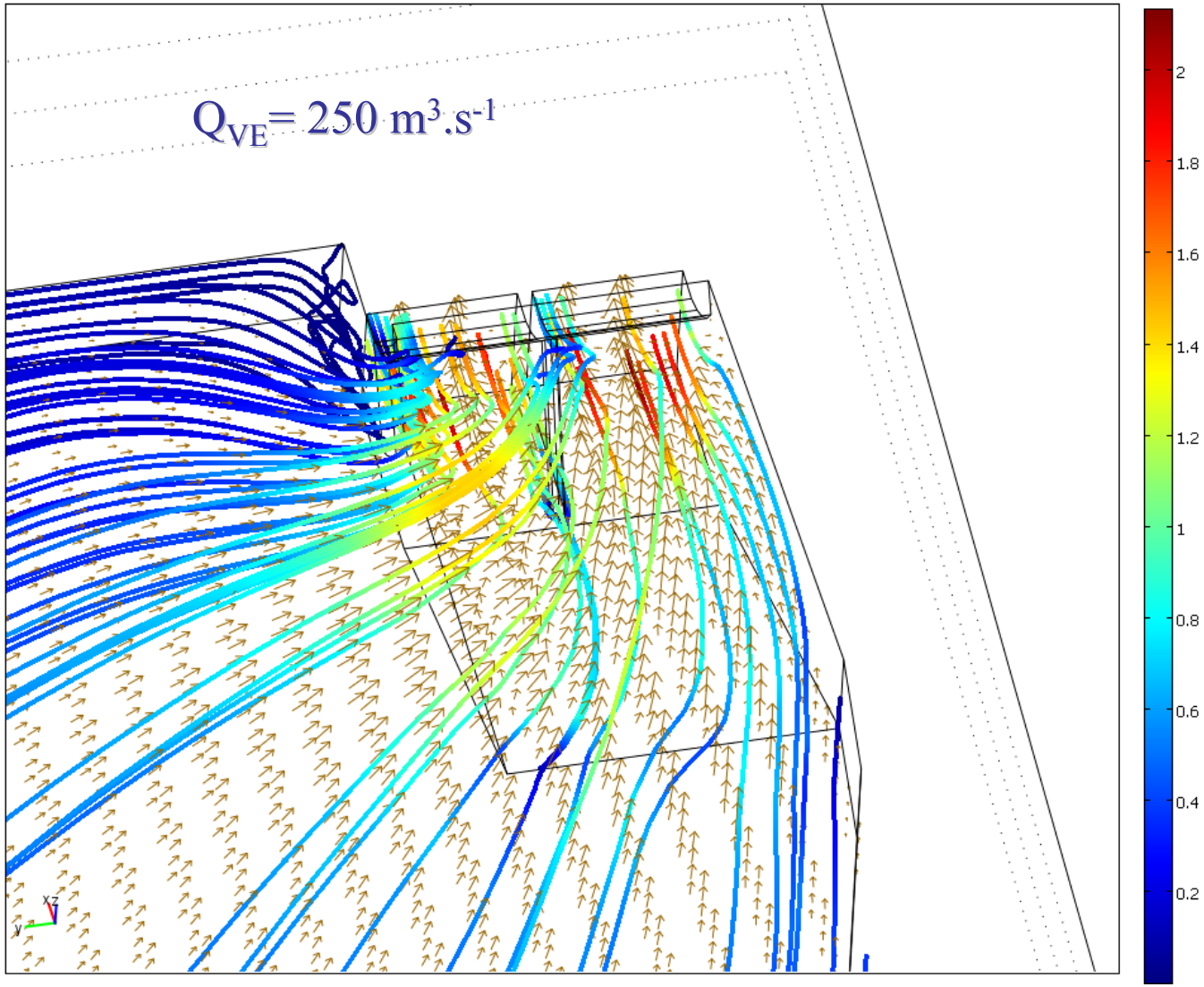
Matematický model – výstupy



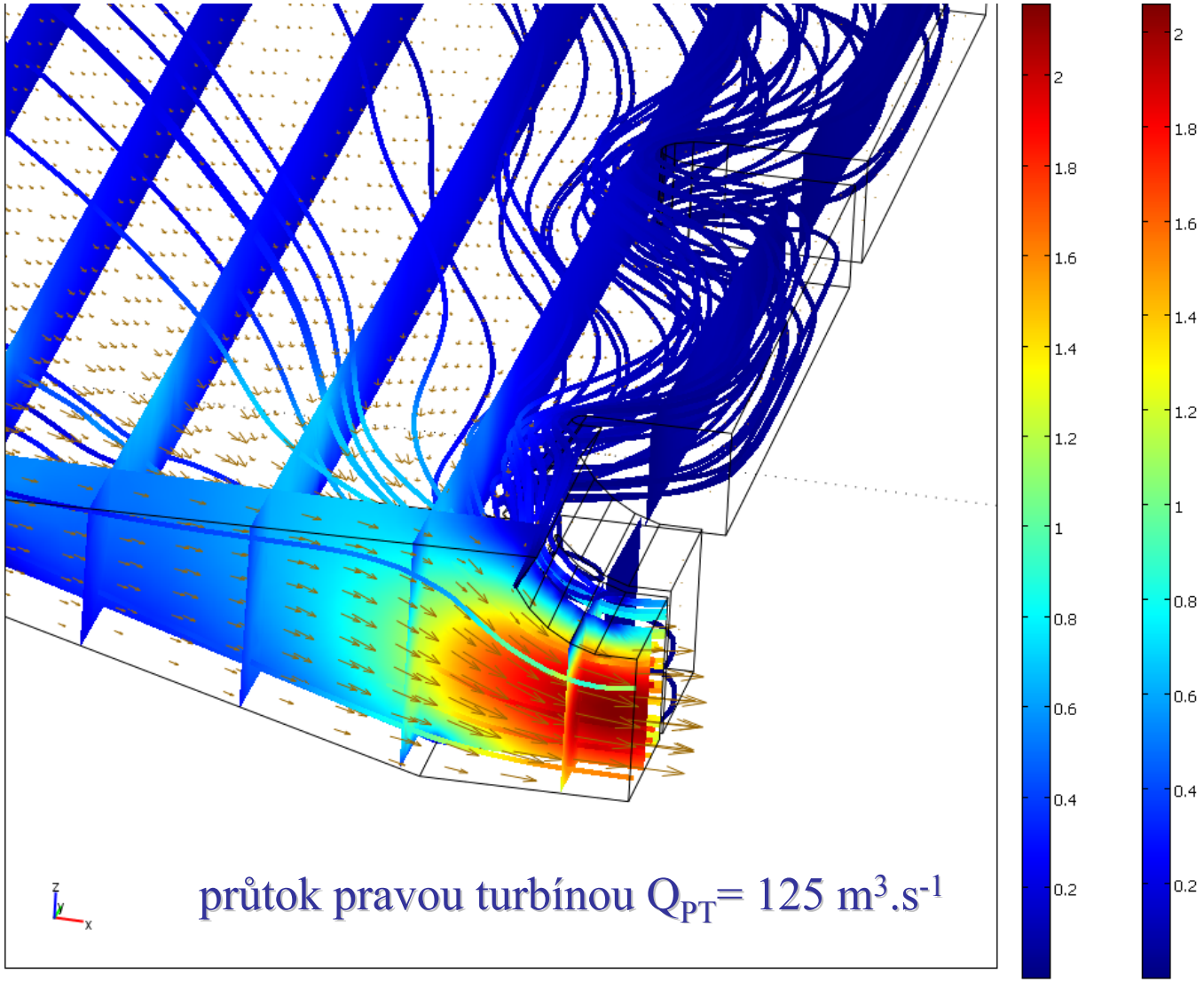
Matematický model – výstupy



Matematický model – výstupy

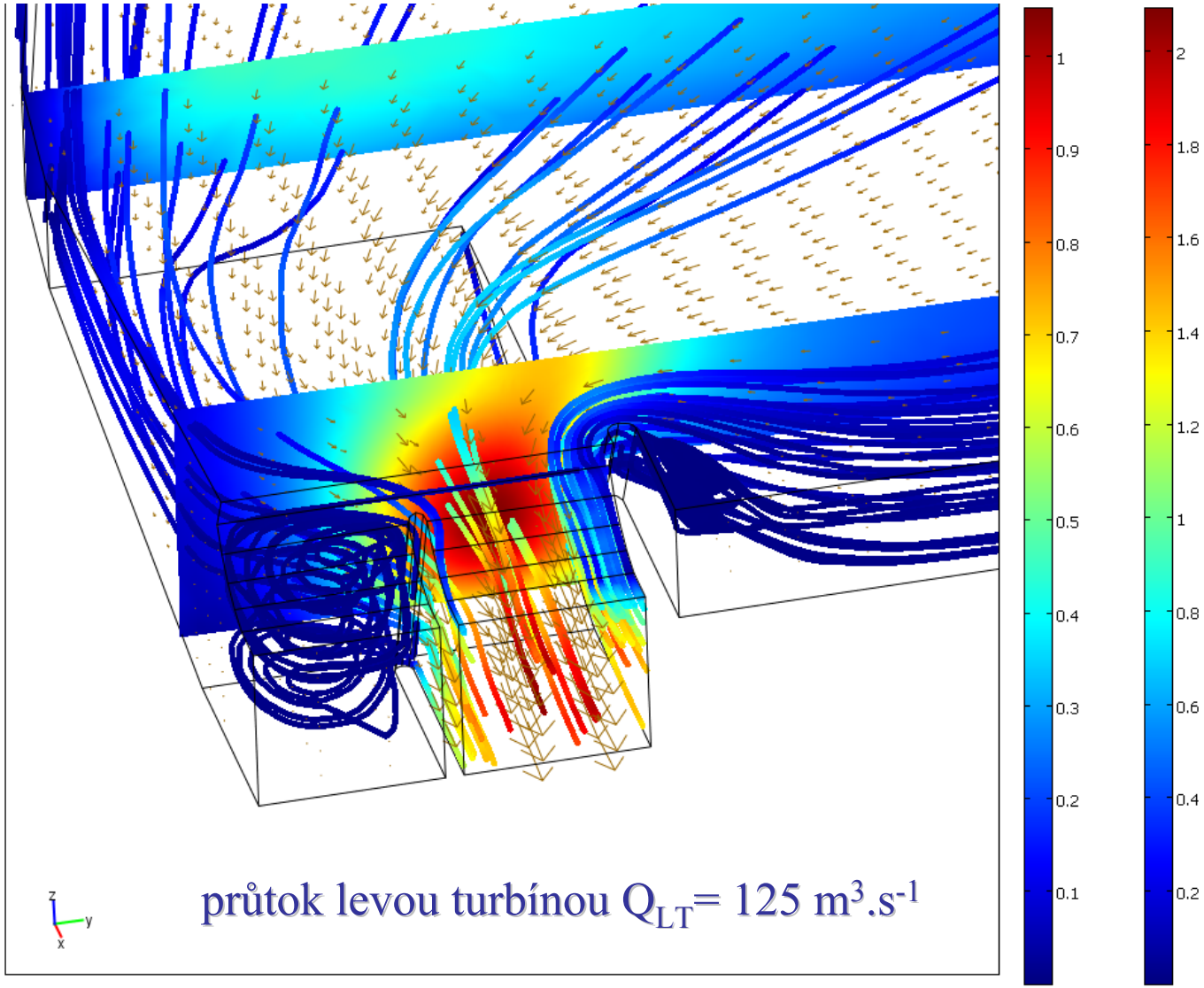


Matematický model – výstupy



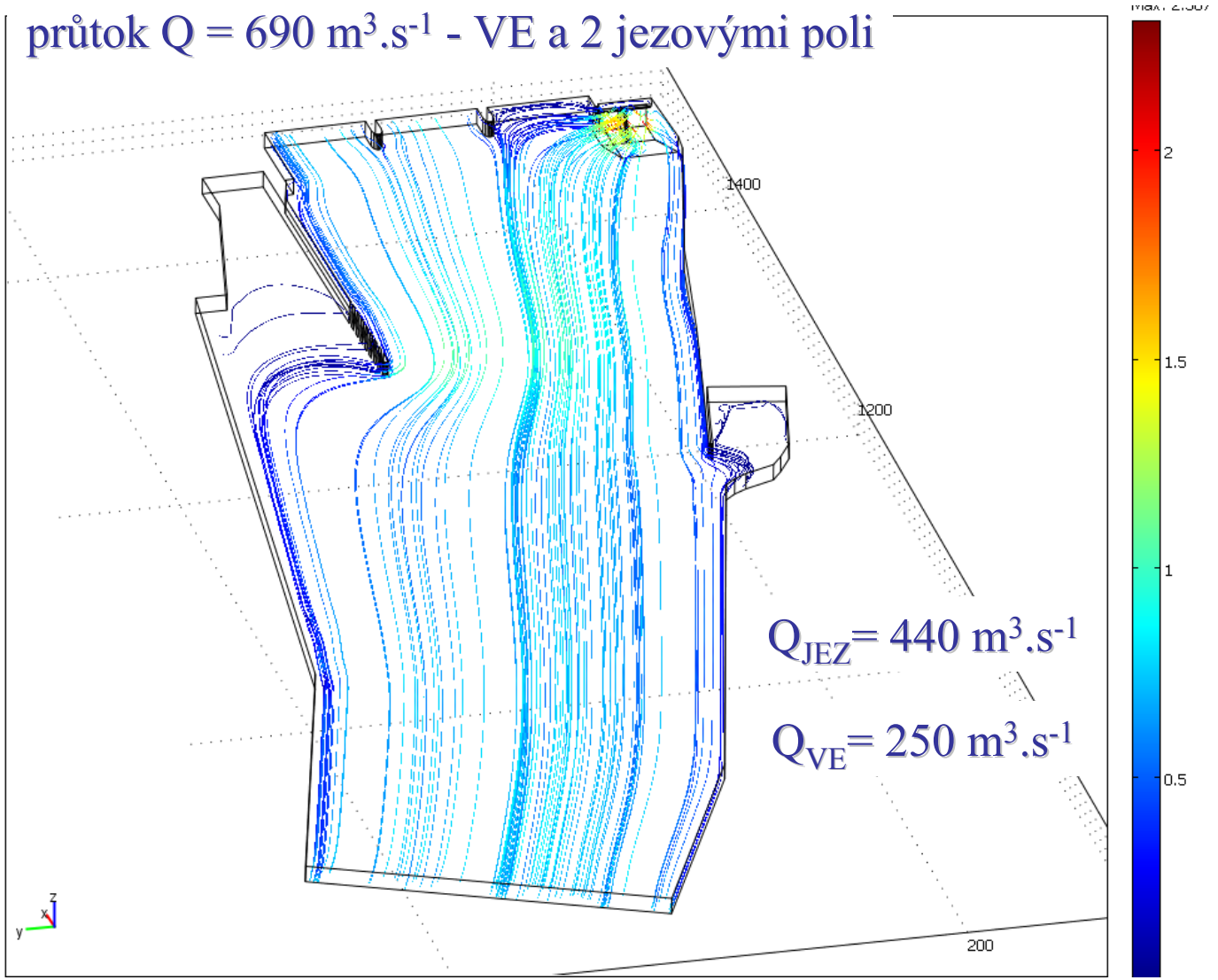
průtok pravou turbínou Q_{PT}= 125 $m^3.s^{-1}$

Matematický model – výstupy



průtok levou turbínou Q_{LT}= 125 $m^3.s^{-1}$

Matematický model – výstupy



VÝZKUM PS DĚČÍN – ZÁVĚRY

- z vyhodnocených výsledků se jeví navrhovaná úprava vtokové části vodní elektrárny s jejím navázáním na jez jako vyhovující
- na matematickém modelu budou prověřeny další varianty úprav vtokové a výtokové části
- výsledná optimální varianta bude ověřena na hydraulickém modelu
- budou navržena a otestována opatření zamezující tvorbě výmolů v okolí funkčních objektů (zejména při převádění povodňových průtoků PS)
- bude optimalizován vstup a výstup z rybího přechodu (mat. a hydr.)
- budou provedeny nautické experimenty

DĚKUJI ZA POZORNOST!!!