

Posudek oponenta diplomové práce

Název práce: Numerické modelování proudění v bezpečnostním přelivu vodního díla Slušovice

Autor práce: Bc. Kryštof Menšík

Oponent práce: Ing. Petr Holomek

Popis práce:

Bc. Kryštof Menšík předložil diplomovou práci nazvanou *Numerické modelování proudění v bezpečnostním přelivu vodního díla Slušovice*, která navazuje na diplomovou práci Ing. Tomáše Svobody *Studie převedení extrémních povodní bezpečnostním přelivem a skluzem VD Slušovice* vypracovanou v roce 2008.

Téma práce považuji za aktuální, protože se v České republice realizovalo, realizuje a plánuje řada rekonstrukcí zvyšující bezpečnost vodních děl za povodní dle nových technických standardů, mimo jiné je výhledově plánována i rekonstrukce vodního díla Slušovice. A právě numerické modelování proudění vody v bezpečnostním objektu již nyní umožňuje a zejména v budoucnu v souvislosti s vývojem výpočetní techniky bude umožňovat šetřit náklady i čas při posouzení jeho navržených tvarů a rozměrů.

Diplomová práce má 75 stran, 53 obrázků, 12 tabulek a 4 přílohy, má vhodné členění do 12 kapitol. Po úvodní části (A) definující účel a popis práce, následuje kapitola (B) s teoretickým pojednáním o přelivech, přičemž důraz je kladen na určení součinitele přepadu. V jejím rámci jsou uvedeny vztahy pro hydraulické výpočty. Třetí kapitola (C) pak poměrně podrobně uvádí matematický popis proudění a vlastní numerické řešení. Ve čtvrté kapitole (D) je popis zájmové lokality – VD Slušovice se zahrnutím návrhu rekonstrukce.

V další kapitole (E) je uvedeno vlastní numerické modelování proudění. Je věnována tvorbě 3D modelu v programu AutoCad Civil 3D, jeho úpravy a kontrolu v programu Blender a jeho převod do Flow-3D a v něm nastavení okrajových podmínek. V rámci této kapitoly je provedena i analýza vlivu velikosti použitých buněk na výsledky výpočtu 2D modelu, pomocí porovnání s výsledky hydraulických výpočtů za použití součinitelů přepadu dle různých autorů.

V kapitole (F) jsou uvedeny základy fyzikálního modelování a využití 3D tisku pro toto modelování. Model byl vytištěn nikoliv však jako model hydraulický, ale pouze jako demonstrativní vzhledem k jeho měřítku. I tak tento 3 D tisk překročil zadání diplomové práce. V závěrečných kapitolách práce (H až K) jsou uvedeny použité podklady a seznamy tabulek, obrázků, zkratk, symbolů. V přílohách jsou pak uvedeny měrné křivky, transformace povodňových vln a fotodokumentace vytisknutého 3D modelu.

Hodnocení práce:

| | Výborné | Velmi dobré | Dobré | Nevyhovující |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Odborná úroveň práce | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Vhodnost použitých metod a postupů | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Využití odborné literatury a práce s ní | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Formální, grafická a jazyková úprava práce | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Splnění požadavků zadání práce | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Komentář k bodům 1. až 5.:

Drobné chyby a nepřesnosti se zdají být vzhledem k značnému rozsahu práce jako nevýznamné (jejich zjednodušený přehled je proveden v následující části). Jazykové a formální zpracování diplomové práce hodnotím jako velmi dobré, z mého pohledu standardní. Práce plně splňuje zadaný účel.

Na předložené práci se mi jeví přínosné zejména:

- ověření součinitelů přepadu ve Flow3D a jejich porovnání se součiniteli přepadu dle různých autorů používaných v hydraulických výpočtech (viz podkapitola E.1.3.3),
- porovnání několika variant možných úprav bezpečnostního přelivu a koruny hráze vedoucích k bezpečnému převedení KPV_{10 000} (viz podkapitola D 3.4 a D.3.5),
- naznačení možnosti použití technologie 3D tisku pro oblast fyzikálního modelování hydraulických jevů (viz podkapitola F.2).

Připomínky a dotazy k práci:

K předložené diplomové práci mám následující připomínky resp. dotazy:

- V podkapitole E.1.3.4 uvádějící výstupy simulací ve Flow3D se mi jeví účelným pro jednotlivé varianty (I, II, III), odpovídající hladinám v nádrži 318,70 , 318,59 a 317,90 m n.m., uvést ještě přibližnou hodnotu celkového přepadajícího průtočného množství. Prosím o zodpovězení těchto tří hodnot.
- V návaznosti na předchozí bod, se dotazuji, zda ČSN 75 2935 (Posuzování bezpečnosti VD za povodní) připouští použít pro potřeby posouzení bezpečnostního přelivu se skluzem na průchod kontrolní povodňové vlny transformovanou hodnotu kulminačního průtoku nádrží nebo vyžaduje použít hodnotu netransformovanou?
- V předložené DP je návrhová varianta bezpečnostního přelivu vybraná pro vytvoření 3D modelu (simulace proudění pomocí programu Flow 3D) uváděna pod různými názvy. Je to např. „zvolená úprava“ (podkapitola D.3.5) nebo „zvolená varianta“ (Závěr – kapitola G) resp. „návrhový stav“ (přílohy 1.2, 3.1 a 3.2). Z hlediska přehlednosti a srozumitelnosti bylo žádoucí pojmenování sjednotit tak (např. „Zvolená varianta úpravy“), aby nemohlo dojít k záměně s jinými variantami, pro které 3D model vytvořen nebyl.
- V závěru (kapitola G) je uváděno, že navrhované, zvolené řešení je optimální. Dovoluji si s tímto polemizovat - toto řešení je smysluplné a vhodné, ale nemusí být nutně optimální.

- V závěru (kapitola G) je také uvedeno že „navrhovaný bezpečnostní přeliv je schopen bezpečně převést desetitisíciletou kontrolní povodňovou vlnu. Při implementaci navrhované úpravy nedojde při transformaci $KPV_{10\,000}$ k překročení MBH“. V diplomové práci je postupně používáno několik úrovní MBH – od stávající (317,90 m n. m.) po dvě návrhové, zvýšené (318,90 a 318,70 m n. m.) O jakou výškovou úroveň MBH se tedy v závěru jedná, resp. jaká další úprava je nutná, aby tato úroveň za MBH mohla být na VD Slušovice uvažována?
- Přílohy 1.1 až 3.2 se mi jeví jako velmi dobré, přehledné, srozumitelné. Přesto by bylo vhodné tyto přílohy drobně doplnit:
 - Na přílohách 1.1 a 1.2 jsou (pro stávající bezpečnostní přeliv a jeho zvolenou variantu úpravy) provedeny pomocí hydraulických výpočtů měrné křivky se součiniteli přepadu uvažovaných dle různých zde uvedených autorů. Na příloze 2.1 jsou pak provedeny měrné křivky při prodloužení přelivné hrany přelivu. Dle kterého autora zde byl součinitel přepadu uvažován? Tento údaj bylo vhodné na příloze 2.1 uvést.
 - Na přílohách 1.1, 1.2 (měrné křivky stávajícího bezpečnostního přelivu a jeho zvolené varianty úpravy) mi pro kompatibilitu s přílohou 2.1 chybí uvedení údaje o délce přelivné hrany (26,5 m a 31,0 m).
 - U příloh 2.4 a 2.5 jsou provedeny průběhy hladin v nádrži při transformaci $KPV_{10\,000}$. Ocenil bych, kdyby zde bylo přímo uvedeno, že se jedná o přeliv stávající ve stejné poloze (příloha 2.5) resp. o přeliv stávající, ale výškově situovaný o 1 m níže (příloha 2.4).
- Na příloze 2.4 je při transformaci $KPV_{10\,000}$ uvažováno se snížením přelivné hrany o 1 m při zachování její původní délky. Jaké úpravy by bylo nutno provést ve spadišti, aby nedošlo k úplnému zatopení přepadu (tj. aby zobrazená transformace by zůstala v platnosti).
- Domníváte se, že je možno numerickým modelováním plně nahradit fyzikální modelování na přelivech vodních děl?

Závěr:

Celkově lze říci, že předložená práce je velmi cenným příspěvkem k řešení proudění na bočním bezpečnostním přelivu VD Slušovice, ale i obecně na jiných přelivech. Bc. Menšík beze zbytku splnil (překročil) zadání a diplomovou práci hodnotím:

Klasifikační stupeň podle ECTS: **B / 1,5**

Datum: 23. 1. 2023

Podpis oponenta práce 