



- 3 INTEGROVANÝ NÁVRH PŘI MIMOŘÁDNÝCH SITUACÍCH
- 3.1 Metody pro analýzu vybraných mimořádných účinků na konstrukce a zastavěné prostředí
- 3.1.1 Vytvoření a verifikace postupů pro hodnocení stupně rizika a odhad nejistot při povodních
- 3.1.1.1 Analýza potenciálních zdrojů nejistot, vyplývajících z náhrady reálných vlastností fyzikálních procesů modelovými

Zpracovali: Ing. Petr Sklenář, Ph.D., Martin Kantor, České vysoké učení technické v Praze

HYDRAULIKA BEZPEČNOSTNÍCH PŘELIVŮ VODNÍCH DĚL ZA EXTRÉMNÍCH PRŮTOKŮ

Úvod

Informace o velikosti odtoků z vodních nádrží při extrémních hydrologických jevech, dějících se převážně bezpečnostními přelivy, je velmi důležitá. Z pohledu bezpečnosti provozu vodního díla (dále jen VD) je také zajímavá výška maximální hladiny v nádrži. Vzájemnou závislost mezi polohou hladiny a odtokem z nádrže vyjadřuje konzumpční křivka bezpečnostního přelivu.

V nedávné minulosti bylo zaznamenáno několik povodní a u mnoha VD v důsledku tohoto extrémního hydrologického jevu došlo k překročení kontrolní maximální hladiny, tudíž i překročení max. návrhového průtoku přes bezpečnostní objekty VD. Z tohoto důvodu vzešel podnět k ověření kapacity stávajících bezpečnostních přelivů VD.

Oblast použití

Při ověření kapacity stávajících bezpečnostních přelivů VD se můžeme setkat s řadou problémů. Jednotlivé typy bezpečnostních přelivů citlivostně reagují rozdílně z hlediska překročení návrhové kapacity.

U korunových a bočních přelivů jde o závislost $Q=f(h^{3/2})$ kde h je přepadová výška. Tento vztah platí pouze za předpokladu, že proudění není významně ovlivněno kapacitou skluzu, lávkami ani přemostěními. Omezujícím faktorem jsou zde objekty na přelivu, jež mohou významně ovlivnit jeho kapacitu.

Šachtové přelivy se chovají do okamžiku zahlcení jako odpadní šachty, obdobně jako korunové přelivy. Bezprostředně po zahlcení se však jejich kapacita už významně nemění. Pro převedení průtoků větších jak návrhových je omezující kapacita odpadní šachty a štol.

Metodický a koncepční přístup

K ověření platnosti konzumpční křivky v oblasti extrémních průtoků máme k dispozici několik metod:

- Matematická extrapolace,
- hydraulický výpočet,
- CFD (*Computational Fluid Dynamics*),
- fyzikální modelování.

Matematická extrapolace je založena na principu proložení známé konzumpční křivky polynomem n -tého stupně a následné extrapolaci.

Hydraulický výpočet vychází z výpočtu rovnice přepadu a zahrnuje v sobě jen nejpodstatnější ukazatele (součinitel přepadu, kontrakce a zatopení).

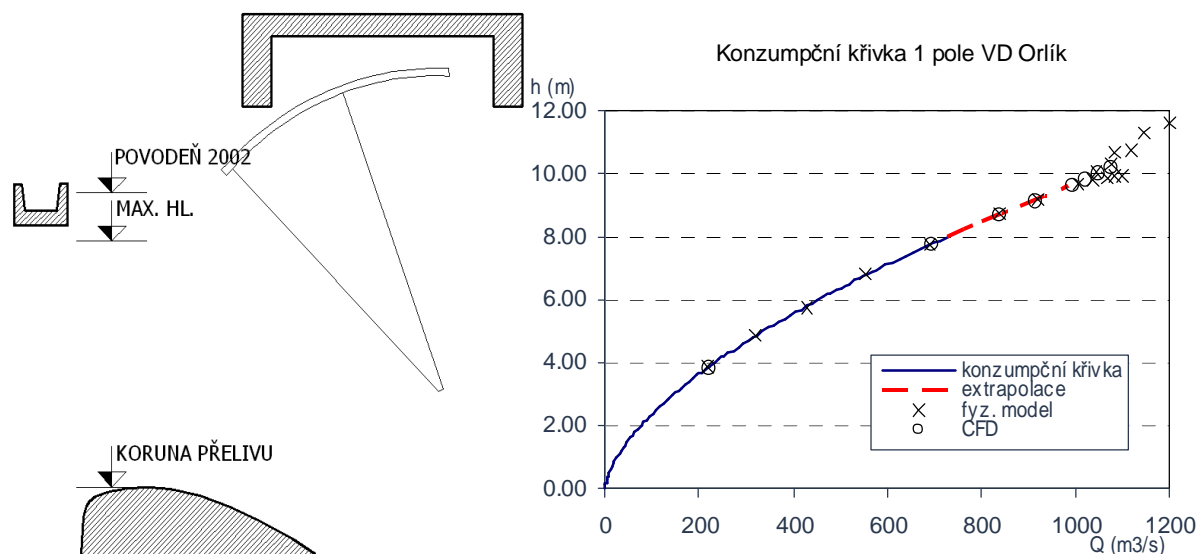
CFD jako metoda matematického modelování (založená na metodě konečných prvků nebo objemů) umožňuje zohlednit většinu jevů, spojených s prouděním přes bezpečnostní přelivy. V případě CFD je důležité mít odezvu na fyzikální výzkum popřípadě poznatky z provozu VD.

Fyzikální modelování spočívá ve vytvoření zmenšeného modelu celku nebo jen části objektu, a to dle charakteru zjednodušení. Tato metoda je však náročná po stránce provedení, měření, vyhodnocení a vyžaduje laboratorní zázemí.

V řadě případů je výhodné všechny předešlé metody při řešení problémů kombinovat.

Výsledky řešení

V případě naší největší nádrže Orlík bylo provedeno ověření kapacity stávajícího bezpečnostního přelivu.



Obr. 1 Schéma povodňové situace na přelivu a konzumpční křivka jednoho pole VD Orlík

Obrázky 1 a 2 ukazují průběh proudění přes bezpečnostní přeliv VD Orlík při kulminaci povodně 2002 (14.8.2002), zpěněný válec na hladině, zachycený mostovkou portálového jeřábu, naznačuje možné ovlivnění režimu proudění přes přeliv VD.

Bezprostředně po povodni 2002 byla provedena při vyhodnocení povodně matematická extrapolace konzumpční křivky polynomem n -tého stupně (Krejčí, Zezulák, 2003).

Protože metoda matematické extrapolace neumožňuje zohlednit ovlivnění proudění mostovkou jeřábu, byla využita k ověření kapacity VD kombinace CFD a fyzikálního modelování.

CFD simulace byla provedena za pomoci software Fluent (Ansys Inc.), založeném na metodě konečných objemů. Celá úloha byla pojata jako výsekový 2D model z důvodu zjednodušení. Nejprve byla vytvořena geometrie, která byla vysítována trojúhelníkovými prvky. Ve výpočtu byly využity standardní modely turbulence jako je $k-\varepsilon$.

Fyzikální modelování proběhlo ve vodohospodářské hale FSV ČVUT v hydraulickém žlabu o šířce 0,25 m. Model byl koncipován jako výsekový v měřítku 1:65 oproti skutečnosti.

Závěr

Jak CFD, tak i fyzikální modelování naznačilo, že při povodni v roce 2002 nebylo proudění na VD Orlík významně ovlivněno mostovkou jeřábu.



Obr. 2 Snímek povodňové situace na přelivech VD Orlík ze srpna 2002

Bylo však prokázáno, že další zvýšení hladiny nad tuto úroveň by již proudění mohlo významně ovlivnit, a to tím, že i malý přírůstek průtoku by znamenal razantní zvýšení hladiny.

Základní literatura

- Kolář, V., Patočka, C., Bém, J. (1983): *Hydraulika*, Praha.
- Krejčí, J., Zezulák, J. (2003): *Vyhodnocení povodně v srpnu 2002 z pohledu průchodu povodňové vlny Vltavskou kaskádou. 3. etapa Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. Nositel VÚV TGM.*
- Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k posuzování bezpečnosti přehrad za povodní, *Věstník MŽP*, duben 1999, ročník IX, částka 4.