

## Oponentní posudek disertační práce

Zpracovatel disertační práce:      Mgr. Václav Šípek  
Název disertační práce:              Sezónní pravděpodobnostní hydrologické předpovědi

Školitel:                                      RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D.  
Oponent:                                      doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur

Základním cílem disertační práce Mgr. Václava Šípka je testování algoritmů pro tvorbu střednědobých hydrologických předpovědí v horizontu jednoho až tří měsíců. V této souvislosti je pozornost zaměřena na americkou předpovědní metodu Ensemble Streamflow Prediction (ESP), která byla testována pro dvě pilotní oblasti v České republice (povodí Blanice a Cidlina). Dalším cílem je návrh a ověření vlastní modifikace metody ESP, která využívá pro tvorbu vstupních dat výsledky stochastické simulace meteorologických dat pomocí generátoru počasí. Současně navržená úprava metody ESP předpokládá omezení vstupního souboru meteorologických dat vstupujících do hydrologického modelu pouze na jejich nejpravděpodobnější scénáře, které jsou vybírány na základě korelačních vztahů mezi meteorologickými řadami a velkoprostorovými klimatickými veličinami a klimatickými oscilacemi.

### Aktuálnost tématu disertační práce

Význam hydrologických předpovědí je při operativním řízení vodních zdrojů a hydroenergetických systémů nenahraditelný. Pro operativní řízení nádrží a vodohospodářských soustav za povodní jsou zásadní krátkodobé hydrologické předpovědi, které mají s délkou předstihu do 2 dnů již přijatelnou spolehlivost a mohou být podkladem pro operativní předvypouštění zásobních prostorů nádrží. Disertant si pro své bádání zvolil problematiku střednědobých předpovědí, která je pro řízení vodních zdrojů rovněž velmi významná. V souvislosti s operativním řízením za povodní se jedná zejména o předpověď počátku tání zásob vody ve sněhu na jaře. Tato předpověď může dále zefektivnit využití hydroenergetického potenciálu na nádržích. Za velmi významnou považuji dále roli střednědobých hydrologických předpovědí pro operativní řízení zásobní funkce vodohospodářských soustav za hydrologického sucha. Předložená metoda střednědobých předpovědí v letním období by mohla být v kombinaci s dispečerským grafem podkladem pro adaptivní řízení vodních zdrojů s postupným omezováním odběratelů s nižší požadovanou zabezpečeností s cílem minimalizace ztrát z nedodávky vody.

### Splnění cílů disertační práce

Základním cílem disertační práce byl návrh vlastní modifikace metody pro střednědobé předpovědi ESP a posouzení využitelnosti metody v podmínkách ČR. Uvedený cíl byl bezesbýtku splněn. Představená modifikace ESP se v rámci testování dobře osvědčila.

## **Metody a postupy řešení**

Pro vlastní řešení byly využity soudobé metodické postupy, které vycházejí z velmi důkladné rešerše tuzemské a zejména zahraniční vědecké literatury, která obsahuje ucelený přehled současného stavu poznání v dané oblasti. Pro vyhodnocení vztahů mezi hydrometeorologickými veličinami a velkoprostorovými klimatickými daty byla využita metoda lineární korelace, pro tvorbu pravděpodobnostních předpovědí byla využita metoda (Ensemble Streamflow Prediction) ESP, pro generování syntetických meteorologických vstupů pak stochastický generátor počasí LARS-WG a pro simulaci srážko-odtokového procesu hydrologický model SWIM.

## **Výsledky disertace a konkrétní přínos disertanta**

Základním výsledkem disertační práce je navržená modifikace pravděpodobnostních střednědobých předpovědí ESP, která využívá jako vstupy stochasticky generované meteorologické veličiny. Pro následnou simulaci deterministickým hydrologickým modelem jsou vybírány pouze ty řady, které jsou reálné na základě vazeb s velkoprostorovými klimatickými veličinami. Tato modifikace původní metodiky ESP je originální a umožňuje významné zvýšení spolehlivosti střednědobých hydrologických předpovědí, v čemž spočívá základní přínos disertační práce.

## **Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru**

Navržená modifikace metody ESP snižuje neurčitost střednědobých hydrologických předpovědí a současně zvyšuje jejich spolehlivost. Zlepšení hydrologických předpovědí umožňuje obecně zkvalitnění operativního řízení vodních zdrojů v podmínkách stochastické neurčitosti. Hlavní význam disertační práce spatřuji v návrhu vlastní (původní) metody pro tvorbu střednědobých pravděpodobnostních hydrologických předpovědí. Původní verze metody ESP zohledňovala v porovnání s referenční variantou předpovědí pouze počáteční podmínky nasycení povodí. Navržená úprava zohledňuje současně vazby meteorologických a velkoprostorových klimatických veličin. Filozofie této metody je správná. Lze však pravděpodobně technicky zlepšovat některé komponenty systému, mezi které patří nástroje pro nalezení vazeb mezi meteorologickými a velkoprostorovými klimatickými veličinami, stochastický generátor meteorologie a hydrologický model (zejména modul tání sněhu).

## **Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň**

Formální a grafická úprava disertační práce je na velmi dobré úrovni. Práce působí velmi přehledně, je logicky členěna a dobře se čte.

## **Otázky a připomínky**

1. Pro odhad vazeb mezi hydrometeorologickými veličinami a velkoprostorovými klimatickými daty bylo použito jednorozměrné lineární regrese. Domnívám se, že by bylo zajímavé otestovat vícerozměrné statistické metody (lineární popř. nelineární), do které by vstoupily všechny prediktory v různých časových úrovních. Pro zjednodušení systému by bylo možné využít metodu hlavní komponenty. Za velmi slibné považuji v této oblasti využití metod umělé inteligence.
2. Domnívám se, že správné je hledání vazeb mezi meteorologickými veličinami (teplota a srážky) a velkoprostorovými klimatickými daty. Vazba na odtok ( $Q$ ) je již výrazně ovlivněna počátečním nasycením povodí a stavem zásob vody ve sněhu.
3. Předložený koncept pro tvorbu střednědobých hydrologických předpovědí vychází ze základního předpokladu stacionarity. Klimatická velkoprostorová data však procházejí v důsledku globálního oteplování změnami. Předpovědi vycházejí z pravděpodobnostních

vlastností historických meteorologických a hydrologických podmínek. Jak je tento předpoklad platný v podmínkách měnícího se klimatu? Popř. co navrhuje pro využití metody v nestacionárních podmínkách?

4. Na str. 47 je metodika Ensemble Streamflow Prediction (ESP) uvedena jako „smíšený přístup“. Vhodnější by se mi jevil jiný název, např. „pravděpodobnostní předpovědi“. To by metodu jasně odlišovalo od statistických a dynamických předpovědí, které nabízejí jako výstup jedinou realizaci budoucího vývoje odtoku. Metoda ESP naproti tomu nabízí kromě výstupu také jeho pravděpodobnostní vlastnosti (konfidenční intervaly).
5. Stochastický generátor LARS-WG:
  - a. Jak generuje extrémní denní úhrny pomocí semi-empirického rozdělení s histogramem o deseti intervalech?
  - b. Hodnoceny jsou pouze shody průměru a směrodatné odchylky. Jak by dopadlo srovnání momentů vyššího řádu (např. šikmost) a jak by dopadlo srovnání prvního autokorelačního koeficientu  $r(1)$ ?
  - c. Drobné neshody u měsíčních statistik mohou také vyplývat z agregace denního na měsíční krok. Proč nebyl zvolen přístup měsíčního kroku, když je to krok hlavního výstupu z předpovědního systému?
6. Stochastický generátor meteorologických veličin generuje data izolovaně pro každou stanicí na povodí zvlášť. Pro zajištění časoprostorové konzistence syntetických řad je využita metoda „Shake Shuffle“ (Clark, 2004). Byly testovány křížové (prostorové) korelace jednotlivých veličin (mezi profily)?
7. Pro otestování subsystému stochastického generátoru počasí a deterministického hydrologického modelu doporučuji porovnat čáru překročení syntetických řad denních průtoků s historickými m-denními průtoky.

### **Závěrečné zhodnocení**

Předložená disertační práce má vynikající odbornou úroveň a přináší výrazný metodický přínos v oblasti střednědobých hydrologických předpovědí.

Disertační práce splňuje všechny požadavky kladené na doktorské disertační práce podle zákona o vysokých školách. Mgr. Václav Šípek prokázal schopnost k samostatné vědecké práci. Disertační práce obsahuje původní vědecké poznatky, které byly publikovány.

Disertační práci doporučuji přijmout a Mgr. Václavu Šípkovi udělit akademický titul Ph.D.

V Praze, dne 6. ledna 2014

doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur