Představení systému Floreon pro modelování, simulaci a predikci povodňových situací

T. Kozubek, V. Vondrák

Katedra aplikované matematiky, VŠB-Technická univerzita, Ostrava

1 Úvod

Cílem systému Floreon [3] je využít současného stavu poznání a techniky k omezení dopadů nepříznivých přírodních jevů či důsledků antropogenní činnosti na vodní složku v krajině, zejména říční systémy [1]. Stejnojmenný projekt, v rámci něhož je systém Floreon vyvíjen, je zaměřen na vybudování prototypu komplexního systému pro modelování a simulaci hydrologického cyklu v povodích, především extrémních odtokových situací a šíření znečistění povrchových i podzemních vod. V procesu modelování bilance a oběhu povrchových a podzemních vod se snažíme zohlednit i vliv těžební činnosti a zejména poddolování na hydrogeologické, srážkoodtokové a hydrodynamické poměry území. Toho lze docílit testováním kombinací a integrací vybraných typů hydrologických (srážkoodtokových, hydrodynamických) a hydrogeologických modelů na pilotních lokalitách. Systém Floreon se neustále vyvíjí a jeho nedílnou součástí bude i podpora rozhodování pro ochranu a management vodní složky krajiny v souvislosti s hospodářskou činností v povodí a ekologickým stavem povodí, jako je analýza rizik, návrhy úprav vodohospodářských objektů a krajinné struktury. V rámci projektu se zvažují možnosti rozšíření na další oblasti, jako například šíření požárů, znečištění ovzduší, šíření invazních druhů, monitorování dopravní situace, havarijní úniky kontaminantů apod.

2 Současný stav v managementu vodní složky krajiny

Komplexní management vodní složky krajiny a hydrologického cyklu vyžaduje multidisciplinární přístup na úrovni technických i přírodních věd. Tento víceoborový přístup je žádoucí jak na úrovni teoretického poznání, tak na úrovni praktického řízení. Přitom právě voda je v našich podmínkách základem dynamiky fungování krajinných systémů více či méně antropogenně pozměněných. V kulturní krajině pak rizika spojená s kvantitativními (extrémní odtokové situace jako jsou sucha a povodně) a kvalitativními ukazateli (eutrofizace vod, havarijní úniky polutantů apod.) představují často nezanedbatelné náklady při odstraňování jejich důsledků.

V současnosti existují poměrně vyspělé a sofistikované softwarové nástroje pro řešení jednotlivých domén srážkoodtokového procesu (přímý odtok, dotace hydrogeologických zón, hydrodynamika přírodních koryt a vodohospodářských objektů, evapotranspirace, infiltrace a stanovení efektivní srážky, tání sněhu) i komplexního managementu povodí (biogeochemické cykly základních prvků, modelování šíření rozpuštěných látek, splavenin, riziková analýza záplavových území apod.). A to jak na úrovni komerčních produktů (MIKE-SHE, MIKE 11, HYDROG, HBV, SACRAMENTO, MODFLOW, FEFLOW, AGNPS, SWAT), tak na úrovni freewarových a open source nástrojů (HEC-HMS, HEC-RAS, ISC). Tyto nástroje jsou používány ve výzkumné sféře i operativní předpovědní službě hlásné a předpovědní povodňové služby. Obvykle je však používání podobných nástrojů omezeno na jeden produkt, kdy často chybí vazba na alternativní a doplňkové nástroje a další softwarové nástroje, které v tomto kontextu představují zejména geografické

informační systémy (dále jen GIS), databázové systémy a expertní systémy. Lze tedy konstatovat, že komplexní a zejména modulární systémy jsou v praxi řídkým jevem.

Celkem běžná je kombinace událostního srážkoodtokového modelu a GIS na úrovni preprocesingu (zpracování hydrometeorologických dat a dat o povodí), hydrodynamického modelu a GIS (vizualizace záplavových zón) a dynamického erozního modelu a GIS. Komplexní systémy, které jsou modulární a umožňují rozšíření podle potřeb uživatele a řešených problémů v podstatě neexistují. Výsledkem jednoho z prvních pokusů o takovou integraci GIS, databázových systémů a numerických modelů je první prototyp modulárního systému Floreon, jenž integruje výše uvedené moduly prostřednictvím webových služeb. Systém je zaměřen na modelování, simulaci a predikci povodňových situací a jejich zprostředkování laickým i profesionálním uživatelům. V současnosti systém realizuje dva základní scénáře:

1. Jednoduchou komunikaci uživatele se systémem přes webový prohlížeč spuštěný na běžném PC, mobilním telefonu nebo kapesním počítači ve smyslu zjištění jednak aktuální povodňové situace, ale i prognózy stavu budoucího, či případně historická data o povodních.

2. Zajištění koordinace výpočtů, kdy například při příchodu nových meteorologických dat dojde k automatickému spuštění simulací na základě těchto dat a uložení výsledků do systému.

Popis systému Floreon

Systém je složen ze tří vrstev: klientská vrstva, vrstva modelovací, simulační a analytická a vrstva datová.

1. **Klientská vrstva** poskytuje aplikační rozhraní pro uživatele (komunikace uživatel-stroj, realizace prostřednictvím webových služeb) a pro procesy (komunikace stroj-stroj). Zvláštní pozornost u uživatelských aplikací je věnována dynamické geovizualizaci výstupů simulací ve 2D a 3D, včetně stereoprojekce.

2. **Vrstva modelovací, simulační a analytická** zabezpečuje monitoring, kontrolu a řízení procesů v systému. Vrstva taktéž zprostředkovává přístup k jednotlivým numerickým modelům, které byly vytvořeny či převzaty a kalibrovány ve sledovaném území. Základním prvkem jsou hydrologické modely (především srážkoodtokové modely); dále se předpokládá využití hydrogeologických a meteorologických modelů. Analytické operace zahrnují především prostorové analýzy a výpočty neposkytované datovou vrstvou, schematizaci povodí a další preprocessing dat především pro tvorbu numerických modelů. Zvláštní důraz je kladen na sdružené úlohy, tedy propojení jednotlivých numerických modelů a řízení jejich komunikace. V současnosti je do systému zapojen srážkoodtokový model HEC-HMS a hydrodynamický model MIKE 11 a jejich alternativy vyvíjené ve spolupráci s týmem M. Brandnera ze Západočeské univerzity v Plzni.

3. **Vrstva datová** je tvořena integrovanou databází prostorových dat obsahujících primární i sekundární data (vzniklá např. v průběhu modelování) a řízená odpovídajícím SŘBD. Důležitou součástí datové vrstvy bude rovněž široká znalostní databáze potřebná k budování znalostního systému. Vrstva taktéž reprezentuje různé sběry operativních a stavových dat. Významnou kapitolu tvoří využití dálkového průzkumu Země (optické metody, radarové metody, LIDAR). K procesům získávání a transformace dat patří i pokročilé interpolační postupy.

3 Možnosti využití

Systém Floreon poskytuje komunikační rozhraní člověk-stroj s využitím webových služeb dostupných online prostřednictvím internetu. Tímto se výsledky simulací stávají přístupnými širokému spektru zájemců, kterými jsou např. krizové štáby, starostové obcí, majitelé movitého či nemovitého majetku apod., kteří tak v případě krizových situací budou informováni prostřednictvím vyspělých vizualizačních metod o výsledcích simulací. Zájemci tak dostávají velmi cenné podklady pro rozhodování v rámci řešení krizových situací. Doposud byly tyto podklady přímo dostupné pouze odborníkům využívající systémy vyžadující vysokou úroveň seznámení se s jejich obsluhou.

Řešitelský tým se také snaží zabývat eliminací dosud známých nedostatků současných systémů a zavádí následující inovace:

- Možnost komplexního managementu povodí na bázi modulárního systému.
- Nezávislost na platformě a software.
- Definování rozhraní pro výměnu dat mezi modely.
- Vybudování znalostního systému.
- Zpřesnění srážkoodtokových modelů.

Tyto inovace, zejména pak zpřesnění srážkoodtokových modelů, pozitivně podpoří řízení vodní složky krajiny a zlepší podporu krizového řízení. Konkrétní možnosti zpřesnění srážkoodtokových modelů jsou následující:

1. Získávání většího množství vstupních dat - nové senzorové sítě, využití DPZ (adjustovaný meteorologický radar, družicový radar, LIDAR), optimalizace monitorovacích sítí (v čase a prostoru).
2. Výkonnější a přesnější postupy zpracování vstupních dat - pokročilé interpolační postupy (v čase a prostoru).
3. Zpřesňování koncepčních a matematických modelů dynamických procesů - využití moderních efektivních metod pro řešení rozsáhlých úloh.
4. Komplexní přístup k modelování - integrace dílčích modelů složek vodní bilance do sdružených úloh, inverzní analýza a zobecnění deterministických modelů na stochastické.

4 Shrnutí

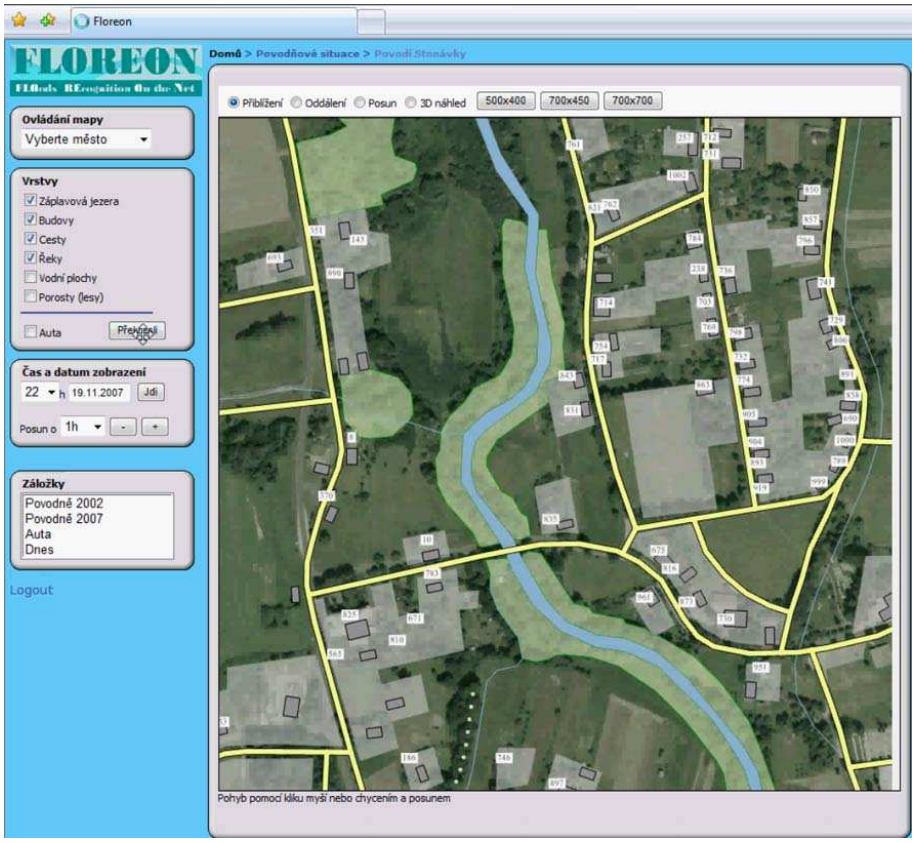
První zkušenosti s testováním tohoto systému ukazují, že takto navržený systém opravdu představuje velmi výkonný nástroj pro komplexní analýzu a management povodí. Navíc jeho modulárnost a otevřenost umožňuje bezproblémové napojení dalších simulačních modulů jako je šíření znečištění, monitorování dopravní situace apod.

Uživatel vyvíjeného systému, a to jak ze státní správy či samosprávy nebo soukromý majitel movitého nebo nemovitého majetku, může, díky včasné predikci nepříznivých jevů jako jsou povodně, šíření znečištění apod., výrazně snížit náklady na odstraňování jejich důsledků, které se

promítnou do celkových hospodářských výsledků daného subjektu. Snižování těchto nepříznivých důsledků umožňuje snížit rizikovost oblasti pro potenciální investory, návštěvníky v rámci turistiky či celkový rozvoj regionu.

Vytvořený prototyp může být převzat či financován státní správou či samosprávou nebo soukromým provozovatelem. Ukázka webového rozhraní systému Floreon je vidět na obr. 1.

V rámci projektu vznikla i monografie [2], která je věnována srážkoodtokovým modelům.



Obrázek 1: Webové rozhraní systému Floreon.

Poděkování: Tato práce je podporována projektem Moravskoslezského kraje Floreon, projektem Informační společnost 1ET400300415 a projektem Ministerstva školství ČR MSM6198910027.

Reference

[1] F. Hrádek, P. Kuřík: *Hydrologie*. Skripta České zemědělské univerzity Praha, ISBN 80-213-0950-4.

[2] P. Kubíček, T. Kozubek: *Matematicko-analytické řešení povodňové vlny a jeho využití v praxi, I. etapa*. (2007, monografie v přípravě).

[3] I. Vondrák a kol.: *Floreon - FLOods REcognition on the Net*. http://floreon.vsb.cz.