

FLOREON – MODULÁRNÍ SYSTÉM PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ

Jan Martinovič¹, Petr Rapant², Jan Unucka³, Ivo Vondrák¹

- ¹ Katedra informatiky, VŠB-TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ČR, jan.martinovic@vsb.cz, ivo.vondrak@vsb.cz
- ² Institut geoinformatiky, VŠB-TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ČR, petr.rapant@vsb.cz
- ³ Institut geologického inženýrství, VŠB-TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ČR, jan.unucka@vsb.cz

Abstrakt. Výzkumný projekt FLOREON (FLOods REcognition On Net) je projekt, jehož cílem je vybudování prototypového otevřeného modulárního systému modelování a simulace situací způsobených nepříznivými přírodními jevy s využitím moderních internetových technologií. Oproti většině stávajících systémů fungujících pouze na určité platformě, je výsledný systém v tomto ohledu neomezený. Konečným produktem projektu bude systém poskytující komunikační rozhraní člověk-stroj s využitím webových služeb dostupných online prostřednictvím internetu. Projektové výstupy by měly výrazně přispívat ke zjednodušení a zvýšení operativnosti a efektivity rozhodování v procesu krizového managementu. Hlavní oblasti zájmu modelování a simulací jsou povodňové riziko, dopravní rizika a rizika znečištění vod a ovzduší.

Klíčová slova: FLOREON, GIS, hydrologické modely, krizové řízení, povodně

Abstract. The main goal of the research project FLOREON (FLOod REcognition On the Net) is a development of prototypal open modular system of environmental risks modelling and simulation which would be based on modern internet technologies and platform independency. The final product of the project is going to be the system offering online communicational man-machine interface. The project results should help to simplify the process of crisis management and increase its operability and effectiveness. The main scopes of modelling and simulation are flood risk, transportation risk and water and air pollution risks.

Keywords: FLOREON, GIS, hydrologic model, disaster management, flood events

1. Úvod

Komplexní systémy pro management přírodních rizik, které se snaží minimalizovat zatížení rozhodovacího orgánu přípravými činnostmi (sběr dat, simulace rizik a následná vizualizace výstupů) jsou obecným trendem. První takové komplexní systémy s podporou GIS vznikaly od 80. let. Nejznámějším je zřejmě systém ArcHydro vyvinutý v rámci platform ArcGIS a USACE/HEC. Na druhé straně se snaží samotní výrobci modelů implementovat analytický a vizualizační potenciál GIS do svých produktů – typickým příkladem jsou například programové prostředky DHI (MIKE Zero), USACE (HEC-RAS, HEC-HMS) nebo EMS-I/AquaVeo (WMS, SMS). Výběrem jediného programového či platformního řešení se však může potenciální uživatel dostat do situace, že celý systém nebude schopen řešit specifické typy úloh či sekvence více dílčích úloh. Toto může řešit modulární a platformně nezávislý systém. Tuto základní myšlenku se snaží reflektovat a implementovat i systém FLOREON, který byl zadán Krajským úřadem Moravskoslezského kraje coby výzkumný projekt. A nejen to, systém díky využití pokročilých technologií a výkonu HPC je navržen tak, aby i ty nejnáročnější simulační a vizualizační úlohy zvládal v „*real-time*“ a „*near-real time*“ režimu. S tímto faktorem souvisí ještě jeden nezanedbatelný fakt, že v případě tohoto řešení založeného na architektuře „klient – server“ dochází k enormnímu zrychlení procesu hydrologické prognózy, protože celý systém je schopen paralelního výpočtu několika variant a scénářů - předpovědní ansámblů, stochastické modelování apod. První řešenou problematikou bylo řešení povodňových událostí ve smyslu včasného varování a analýz povodněmi zasažených území na pilotních povodích Olše a Stonávky. V současnosti se systém rozšiřuje o řešení krizových situací spojených s dopravou (uzávěry cest z důvodu zatopení vozovek, rychlost průjezdu, optimalizace tras apod.), vizualizace a predikce kvality ovzduší, modelování kvality a znečištění povrchových a podzemních vod a modelování ekologických následků havarijních situací.

2. Napojení na geoinformační technologie

Již od počátku bylo zřejmé, že celý systém bude pracovat s prostorovými daty, takže využití geoinformačních technologií bude žádoucí. Akcent na modularitu řešení se projevil i v této oblasti, protože FLOREON spolupracuje s GIS aplikacemi různých platform – ArcGIS, GRASS GIS a QuantumGIS/PostGIS. GIS zde slouží pro předzpracování (preprocessing) dat pro hydrologické a ostatní modely, pro správu a analýzy prostorových dat a v některých případech i pro samotné modelování hydrologických, fluvialně erozních a atmosférických procesů (moduly ArcINFO, GRASS GIS). I samotné hydrologické modely, které se v architektuře systému používají, jako jsou HEC-HMS, HEC-RAS, MIKE SHE, MIKE 11, GSSHA a SIMWE služeb GIS využívají. A to v zásadě třemi způsoby:

1. použití GIS preprocesoru pro model (HEC-GeoHMS/ArcView GIS, HEC-GeoRAS/ArcGIS, MIKE 11 GIS)

2. využití funkcí GIS přímo na úrovni modelu, např. interpolačních mechanismů, tvorby odvozených rastrových vrstev, analýz vektorových dat (MIKE SHE, WMS/GSSHA)
3. implementace modelu přímo v rámci vybrané GIS platformy (SIMWE/GRASS, SWAT/ArcGIS)

Pro zpracování geografických a hydrometeorologických dat pořízených pozemními (geodetická měření, terénní výzkum, data ze staniční sítě) i distančními metodami (družicová měření, radar, LIDAR) je potenciál také GIS využíván. Jedná se např. o klasifikace a analýzy družicových snímků, pokročilé metody interpolace dat ze staniční sítě, tvorba výsledného DMT z různých zdrojů dat (DMÚ 25, LIDAR, geodetická měření apod.). Ve vztahu k DMT je nutno si uvědomit aspekt účelu využití výsledného DMT. Jiné požadavky se kladou na DMT pro schematizaci povodí srážkoodtokového modelu a jiné na DMT použitý při finálním výpočtu rozlivů a záplavových území. Z toho důvodu byl i v prvním roce řešení pořízen DMT zpřesněný o LIDAR v pilotním území soutoku Olše a Stonávky.

Pro schematizaci modelů je GIS rovněž cenným nástrojem. A to jak pro proprietární software, tak pro programové prostředky vyvíjené vlastními silami (matematické modely, kalibrační nástroje). GIS je výkonný nástroj pro tvorbu scénářů změn krajinné struktury, hydrografických poměrů v území nebo vizualizace vstupních dat. Během vybraných hydrologických extrémů (sucha, povodně) je pak GIS ve spolupráci s modely vizualizovat nejen již zmiňované rozlivy a záplavová území, ale také např. rastry zásob vody ve sněhové pokrývce, nasycení území pro vybraný časový okamžik, hladin podzemních vod, evapotranspirace apod.

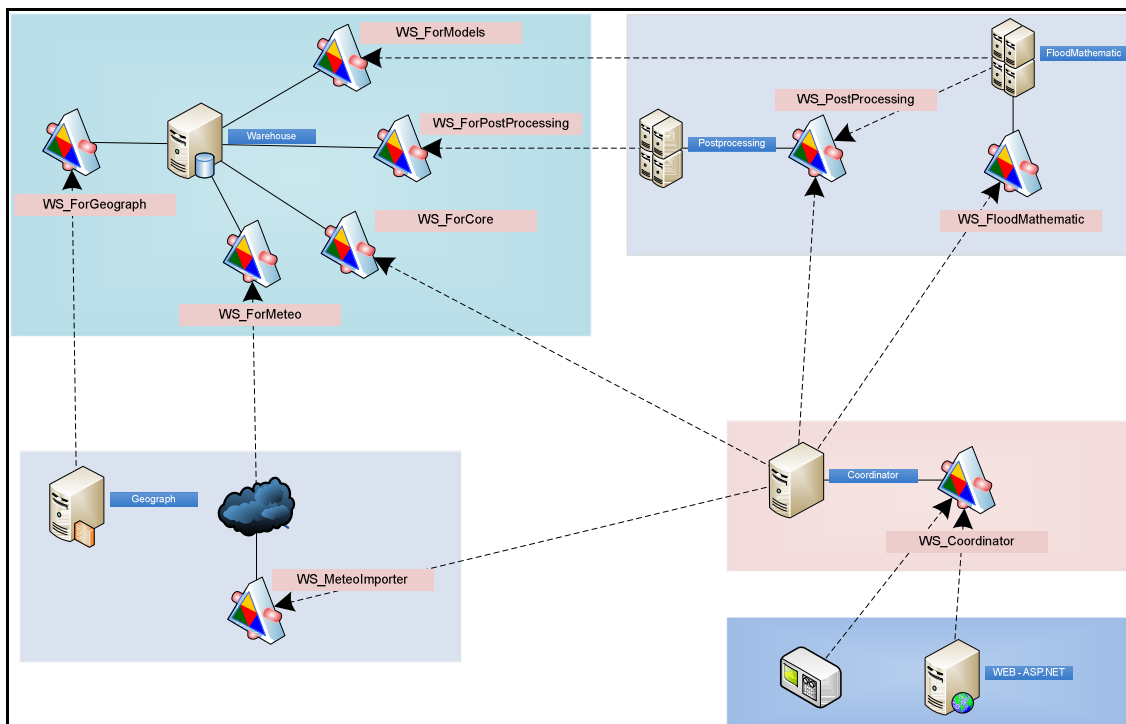
Použité programové prostředky na úrovni GIS a modelovacího software:

1. ArcGIS 9.x, ArcView GIS 3.2, GRASS GIS 6.x, QuantumGIS 0.x, 1.0, IDRISI Andes
2. HEC-HMS 3.x, HEC-RAS 4.0, MIKE 11 2007, MIKE SHE 2007, MIKE 21c 2007, HYDROG 9.0, WMS/GSSHA 8.0, SIMWE
3. vlastní vyvíjené aplikace (matematické modely, nástroje na zpracování dat, simulační aplikace pro výstavbu a parametrizaci modelů apod.)

3. Architektura systému

Architektura je stavěná jako hierarchicky modulární. Z obecného pohledu se daný systém skládá z několika málo základních modulů, které mohou být doplněny či nahrazeny jinými nebo alternativními moduly. Co se týče hierarchizace, tak samotné základní moduly se mohou skládat z dalších modulů, pro které platí stejná volnost jako pro základní moduly a to v tom smyslu, že mohou být nahrazeny, alternovány nebo doplněny kdykoliv je to zapotřebí (1; 2).

Dané moduly a jejich sub-moduly musí mezi sebou navzájem nějakým způsobem komunikovat. Aby byla zajištěna nezávislost modulů, bylo potřeba zvolit technologii, která je implementačně nezávislá. Momentálně nejlepším řešením, které bylo také zvoleno, se jeví nasazení webových služeb (3). Webové služby umožňují snadné propojování modulů a sub-modulů skrze internet, jednoduchou zaměnitelnost modulů a komunikaci standardizovanou formou. Zejména díky těmto vlastnostem se systém stává velmi pružný, distribuovaný a implementačně naprosto nezávislý.



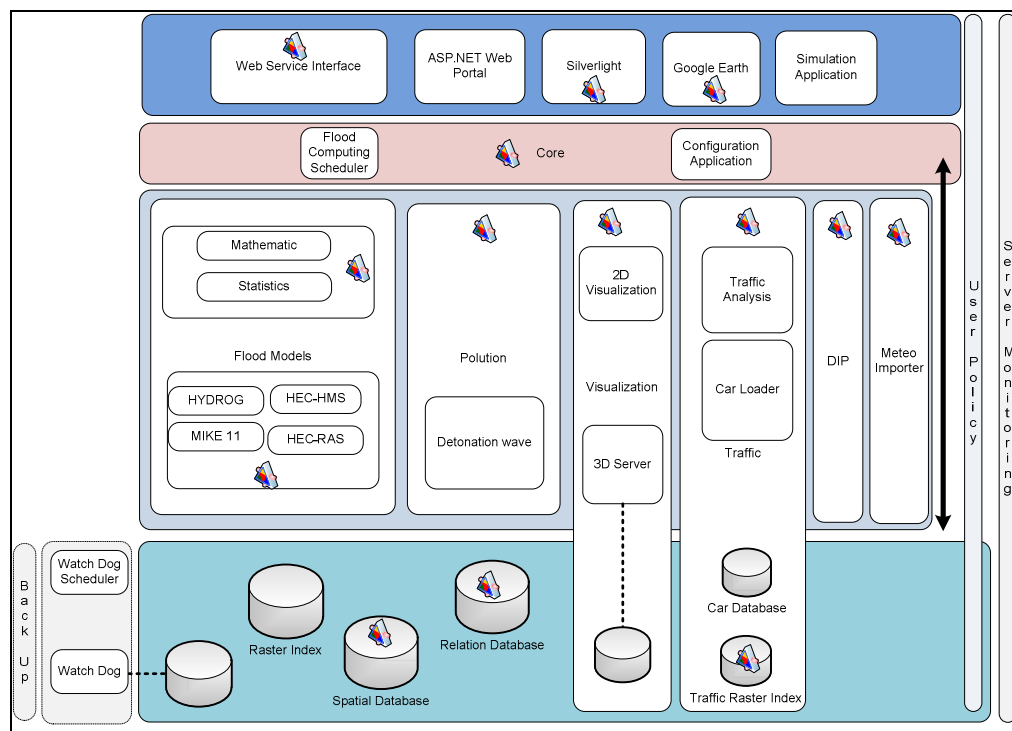
Obrázek 1: Komunikace modulů systému FLOREON pomocí webových služeb

Na architekturu systému FLOREON se můžeme podívat s několika pohledů. Jedním z nich je pohled na rozmístění jednotlivých webových služeb a komunikaci v rámci systému. Zde můžeme vidět sadu základních modulů na nejvyšší úrovni hierarchizace (Obrázek 1). Jedná se o modul datového úložiště (Warehouse), modul matematických výpočtů (FloodMathematic – zde jsou implementována jak vlastní matematické modely, ale jsou také použity již existující modelovací aplikace), modul pro počítání statistických vlastností výsledků modelování (Postprocessing), modul pro importování GIS dat (Geograph), modul pro import meteorologických dat. Hlavním modulem, který slouží k definování a řízení jednotlivých scénářů v systému FLOREON je modul jádra (Coordinator). Tento modul slouží také jako

rozhraní k přístupu do systému z jiných systémů a pro přístup uživatelů k systému (například pomocí webového klienta).

Architekturu systému FLOREON detailně ilustruje obrázek 2. Zde je vidět několik vrstev systému a jejich závislosti. Na nejnižší úrovni systému jsou datová úložiště. Pro práci s vektorovými daty využíváme databázi PostgreSQL s rozšířením PostGIS (4) , k uložení relačních dat Microsoft SQL Server (6) a dále jsme implementovali vlastní databázové úložiště pro rastrová data (7). Nedílnou součástí databázové vrstvy jsou ještě indexy pro práci s daty v oblasti sledování automobilové dopravy a index, ve kterém jsou uloženy předpřipravená data pro generování 3D obrázků. Další úrovni systému jsou již výpočetní moduly, moduly pro počítání znečištění, dopravních situací a další. O řízení se stará vrstva jádra, která je také přímo spojena s datovou vrstvou. Nad touto vrstvou je vrstva, kde jsou umístěny programy a aplikace komunikující již s uživateli či jinými systémy. Součástí systému jsou také moduly pro zálohování dat, monitoring a správu uživatelských politik.

Jedním ze stěžejních míst systému je výpočetní modul, který slouží k predikci průtoků na říční síti (Flood Models a Pollution modules na Obrázku Obrázek 2: *Architektura systému*). Náročnost takových simulací rychle roste, pokud uvažujeme přesnější numerické modely nebo pokud do výpočtů zahrneme i nejistoty ve vstupních datech, které jsou pro tyto simulace zcela přirozené. Pro urychlení těchto výpočtů a přiblížení simulací k reálnému času využíváme výpočetní clustery. Cílem je paralelně spouštět na několika uzlech výpočetního clusteru více instancí speciálních aplikací pro výpočet průtoků, které odpovídají různým uživatelským požadavkům či náhodně generovaným vstupním veličinám. Jedná se jak o komerční či nekomerční aplikace třetích stran, tak i o vlastní aplikace nebo speciálně vytvořené numerické modely počítané pomocí nástroje Mathworks MATLAB (8).



Obrázek 2: Architektura systému FLOREON

4. Závěr

Záměry zadavatele systému FLOREON směřovaly k požadavku na tvorbu a následný provoz robustního a modulárního systému, který by byl schopen pomocí internetových technologií a výkonné výpočetní techniky zprostředkovat uživateli informaci, která by doplňovala standardní informace Hlásné a předpovědní povodňové služby ČR, kterou zajišťuje ČHMÚ ve spolupráci s podniky Povodí. Vzhledem k tomu, že tyto instituce jsou partnery projektu, další vývoj se odvíjí směrem k výstavbě unikátního systému, který bude sloužit nejen coby nástroj pro podporu krizového řízení v rámci Integrovaného bezpečnostního systému Moravskoslezského kraje, ale také jako nástroj pro podporu institucí činných v Hlásné a předpovědní povodňové službě ČR, imisním monitoringu apod. V neposlední řadě má systém vysoký potenciál coby nástroj pro krajinné plánování, optimalizaci protipovodňových opatření, managementu vody jako strategické suroviny a analýzy protierozních opatření v rámci zemědělství a lesnického hospodářství.

Stránky projektu FLOREON:

<http://floreon.vsb.cz>

<http://www.floreon.cz>

Poznámka:

Výzkum byl financován z prostředků Moravskoslezského kraje (Výzkumný projekt Moravskoslezského kraje 01562/2006/RER „FLOREON - FLloods REcogniton On the Net“), za což by autoři rádi poděkovali.

5. Reference

1. VONDRAK, I., MARTINOVIC, J., KOZUSZNIK, J., UNUCKA J., STOLFA, S. (2008): *FLOREON - system for flood prediction*. Nicosia, Cyprus : autor neznámý, June 2008. ECMS, 22nd EUROPEAN Conference on Modelling and Simulation.
2. VONDRAK, I., MARTINOVIC, J., KOZUSZNIK, J., UNUCKA J., STOLFA, S., KOZUBEK, T., KUBICEK, P., VONDRAK, V., UNUCKA, J. (2008): *A description of a highly modular system for the emergent flood prediction*. *Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. Rožnov pod Radhoštěm : IEEE, 2008. CISIM '08. 7th.
3. MORGAN, B.S., RYAN, B., HORN, S. et al. (2006): *MCTS Self-Paced Training Kit (Exam 70-529)*: Microsoft .NET Framework 2.0 Distributed Application Development. Redmond, WA, USA : Microsoft Press, 2006.
4. UNUCKA, J., HORÁK, J., RAPANT, P., RAPANTOVÁ, N. (2007): *Využití GIT a numerických modelů pro komplexní management povodí*. In sborník konference Říční krajina 2007. PřF UP, Olomouc.
5. PostGIS. <http://postgis.refractor.net/>. [Online]
6. Microsoft SQL Server. <http://www.microsoft.com/sqlserver>. [Online]
7. Raster provider project. <http://www.codeplex.com/rasterprovider>. [Online]
8. The MathWorks. <http://www.mathworks.com/>. [Online]