

VÝVOJ METOD STANOVENÍ TOKŮ ENERGIE A LÁTEK VE VYBRANÝCH EKOSYSTÉMECH

The Development of Methods for Evaluation of Flows of Energy and Matters in the selected Ecosystems

Jiří Bíla

Abstract: The paper describes approaches and results applied and achieved in project MSM 2B06023. The structure and results of research groups as well as the plans for future research are introduced.

Key words: Database System, Classical Modeling, Qualitative Modeling, Visualization, Measurement Centers

1. Úvod

Krajina Třeboňska v Jižních Čechách je známa zejména svojí malebností a svými rybníky, včetně jejich vánočních obsahů. Málokdo by očekával, že zde dochází k pozvolné dehydrataci probíhající již dlouhou řadu let, při které je narušen tzv. Malý vodní cyklus [1]. Malý vodní cyklus (MVC) popisuje chování lokálního ekosystému (např. oblast Třeboňska), při kterém část vody, která je do ekosystému přivedena, a která se odpaří, spadne zpět ve srážkách do tohoto ekosystému. Ve zmíněné oblasti je tento cyklus narušen tím, že odpařená voda je velmi rychle vynášena do výškové zóny, kde ještě nedochází ke kondenzaci a v této zóně je transportována mimo lokální ekosystém až ke vzdáleným horským pásmům, kde ve stoupajících vzdušných proudech dochází ke kondenzaci. (Vlivem vysokých objemů přinesené vodní páry dochází mnohdy k přívalovým dešťům.)

Cílem projektu [2] je popis energetických toků a vývoje biodiverzity v krajině. Krajina se zdá stabilní, ale zásahy do krajiny probíhají dlouho a stále. Výzkum se věnuje modelování energetických toků, zejména pak bilanci dopadajícího, odraženého a pohlceného slunečního záření, dále pak mikro-meteorologii, termodynamice atmosféry v těsné blízkosti povrchů různých lokalit (zelený porost, rašeliniště, betonová plocha, ...) a konečně vlivům, které oslabují nebo posilují malý vodní cyklus.[1]. Data pro vyvíjený monitorovací systém jsou získávána z 13 měřicích stanic rozmístěných ve vybraných lokalitách ekosystému. Každá stanice měří 14 veličin (zpravidla v intervalech 6 minut). Data jsou archivována, testována a editována v databázi, jsou využívána k nejrůznějším výpočtům (např. k výpočtům dělení sluneční radiace – dopadající, odražené, zachycené v povrchu, ...) a k objevování dosud neznámých vztahů a znalostí (Data Mining and Knowledge Discoveries).

2. Výzkumný tým a zaměření jeho skupin

Výzkumný tým má 9 členů a je rozdělen do 4 výzkumných skupin:

G1. Skupina identifikace, klasického modelování a vizualizace.

Skupina se od počátku prací na projektu věnuje možnostem vývoje klasických (kvantitativních) modelů popisujících chod systému, zejména pak výměnu energetických toků a látek. V návaznosti na zobrazování aktuálních měřených dat prostřednictvím sítě Internet, která v reálném čase poskytuje 13 měřicích stanic umístěných v ekosystémech Třeboňské pánve, se hledá cesta, jak vypočítat a zobrazit také hodnoty jim odpovídajících aktuálních energetických toků. Při výpočtu evapotranspirace byla věnována pozornost čtyřem nejčastěji užívaným metodám (s využitím tzv. Bowenova poměru, metoda Penman-Monteith pro suchý porost, metoda Penman-Monteith pro referenční porost FAO56 a metoda Penman-Monteith pro referenční porost ASCE). Ve všech používaných vztazích pro stanovení aktuálních hodnot evapotranspirace hraje významnou roli hodnota toku tepla do půdy, jejíž věrohodné určení by významně zpřesnilo stanovení probíhajících energetických toků v dané lokalitě. Tok tepla do půdy velmi úzce souvisí s místními podmínkami ekosystému (kromě teploty také např. s půdním typem, její strukturou či vlhkostí). V rámci projektu jsou sledovány vybrané ekosystémy v okolí města Třeboň využitím meteorologických stanic zajišťující průběžný sběr potřebných údajů, jež lze odečítat z internetového portálu www.fiedlermagr.cz. Na základě těchto údajů byl výzkumnou skupinou G1 v prostředí Matlab vytvořen program pro modelování energetických toků a evapotranspirace. Výpočty dosud modelovaly sledované ekosystémy jako systémy se soustředěnými parametry. Pro zpřesnění výsledků byl tento klasický postup významně zlepšen v r. 2008 využitím informací o teplotách obdržených z termovizních snímků pořízených termokamerou ThermaCamTM S65 firmy FLIR.

G2. Skupina zpracování dat, kvalitativního modelování a vytěžování znalostí z dat pro monitorovací operace

Skupina se od počátku projektu věnuje analýze, návrhu, vývoji a implementaci databázového systému pro archivaci naměřených dat.

V současné době je databázový systém implementován na speciálním serveru v laboratoři ústavu Přístrojové a řídicí techniky (se speciální sw a hw ochranou). Databázový systém je funkční, je k dispozici skupinám výpočtářů týmu strojní fakulty a pracovníků týmu ENKI, o.p.s, Třeboň. Systém má následující hrubé charakteristiky:

- Je vyvinut v programovém prostředí MS SQL.
- Je koncipován jako vyrovnávací databázový produkt archivující data z měřicích stanic M1 – M13, obsluhovaných systémem Fiedler-Mágr.
- Kromě archivace dat umožňuje prohlížení datových souborů, provádění srovnávacích výpočtů, vynášení a srovnávání grafů, výpočty a přechody do speciálních výpočetních a grafických modulů.
- Databázový systém běží na databázovém stroji Microsoft SQL Server 2008 Express Edition with Advanced Services.
- Systém je provozován pod operačním systémem MS Windows Server 2003 Web Edition.
- Nainstalovaná služba IIS (Internet Information Server) umožňuje publikovat na webu a využívá jí i technologická obrazovka.
- Správa systému je realizována především pomocí nástroje Remote Desktop, který je v zájmu zabezpečení konfigurován na nestandardní port.

Kromě vývoje a údržby databázového systému se skupina věnuje vývoji originálních metod pro vytěžování znalostí z dat. Publikována byla metoda „Kvalitativní stavový popis – Hassův diagram – systém ohodnocených pravidel – systém detekce neočekávaných situací“ spolu s nekonvenčními neuronovými sítěmi (pro zpětnovazební ověřování monitorovacích situací“).

G3. Skupina vývoje a nasazení monitorovacích vzducholodí

Skupina se zabývá návrhem, konstrukcí, vývojem, testováním a nasazováním monitorovacích vzducholodí. Po úspěšně nasazené vzducholodi délky 6m došlo ke zpoždění dalšího vývoje pozdní dodávkou navigační jednotky pro vzducholod' 9 m.

Navigační jednotka IMU od společnosti OPROX byla dodána až v červnu roku 2008. Komunikační software Giraffe byl doplněn a upraven tak, aby byl schopen správně pracovat s novými daty přicházejícími z IMU (náklony PITCH a ROLL a směr YAW + GPS údaje).

Po implementaci IMU do centrální řídicí jednotky vzducholodě přišlo na řadu řešení samotné stabilizace za letu. Byly navrženy regulační algoritmy, a to pro výškovou, směrovou a PITCH regulaci. Tyto algoritmy byly po virtuálním otestování v prostředí MATLAB přepsány a implementovány do řídicí jednotky. Toto vše si vyžádalo velké zásahy do softwaru Giraffe: nastavování parametrů regulátorů za letu, nastavení požadovaných hodnot pitch, výška, směr, úprava předávání ovládání mezi autem (stabilizace) a manuálním řízením. Pro účely spolehlivé komunikace mezi operátorem a vzducholodí byla vyvinuta sektorová anténa. Díky této anténě se zvýšil dosah radiového spojení z 5 km na 25 km.

G4. Skupina vývoje speciálních přístrojů a komponent

Mezi realizační výstupy skupiny G4 náleží zejména:

- speciální experimentální sluneční pracoviště s Fresnelovými okny a s originálním řízením vnitřního prostředí („greenhouse“) pro víceúčelová měření,
- pojezdový systém termovizní kamery („lanovka“) pro měření rozložení teplot na heterogenním povrchu,
- mobilní nosné zařízení („stožár“) pro detailní termovizní snímkování fragmentu krajiny.

3. Dosažené výsledky

Dosažené výsledky jsou jednak publikační výstupy, dále pak vyvinuté metody a realizované technologie. Úplný seznam dosažených výsledků je uveden v dílčích výzkumných zprávách za roky 2006 [4], 2007 [3] a 2008 [2], vybrané publikační výstupy uvádíme v seznamu literatury. Celkem bylo k projektu 2B06023 publikováno za ústav Přístrojové a řídicí techniky cca 20 článků v časopisech a na mezinárodních konferencích, byl udělen 1 patent.

4. Další výzkum

V nepomíjitelné spolupráci s výzkumným týmem ENKI, o.p.s. jsou pro nejbližší období plánovány zejména tyto aktivity:

- Zdokonalení vizualizačních a výpočetních metod pro analýzu termovizních snímků pořízených z letadla nebo ze vzducholodi ve vybraných lokalitách,

- Provedení měřicích letů vzducholodí 9m s termovizní kamerou a dalšími měřicími komponentami.
- Pokračování v ověřování kvalitativních modelů vytěžováním znalostí z databáze.

Acknowledgement

Tento výzkum je prováděn a koordinován za ČVUT v Praze na ústavu Přístrojové a řídicí techniky, fakulty strojní za podpory výzkumného grantu No 2B06023.

Literatura

- [1] M. Kravčík, J. Pokorný, J. Kohutiar, M. Kováč a E. Tóth: *Water for the Recovery of the Climate. A New Water Paradigm*. Typopress-publishing house s.r.o., Košice. 2008.
- [2] J. Pokorný, J. Bíla- *et al.* : Dílčí zpráva k projektu 2B 06023. MŠMT, ČR, 2008.
- [3] J. Pokorný, J. Bíla- *et al.* : Dílčí zpráva k projektu 2B 06023. MŠMT, ČR, 2007.
- [4] J. Pokorný, J. Bíla- *et al.* : Dílčí zpráva k projektu 2B 06023. MŠMT, ČR, 2006.
- [5] J. Bíla, J. Jura and I.Bukovský: Qualitative Modeling and Monitoring of the Selected Ecosystem Violated with Parasitic Dehumidifying and Dehydrating, in: Proc. of the 10th WSEAS Int. Conf. on Automation and Information, Prague, CR, 2009, s. 211-219.
- [6] J. Bíla, J. Jura and I.Bukovský: Review of Development of Nonconventional Neural Architectures in the Czech Technical University in Prague, in: Proc. of the 10th WSEAS Int. Conf. on Neural Networks, Prague, CR, 2009, s. 211-219. (Awarded by a prize of Best Paper.)
- [7] M. Hofreiter: Sensitivities of Crop Evapotranspiration Models to Input Data, in Proc. of TMT 2008, Istanbul, 2008, s.1029-1032.
- [8] I. Bukovsky, Hou Zeng-Guang, J. Bila and M.M. Gupta: Foundations of Nonconventional Neural Units and their Classification, *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, Vol.5, No.4., 2008, s. 29-43.
- [9] M. Hofreiter and R.Petrová: Assessment of Energetic Fluxes and Evapotranspiration of Monitored Ecosystem, in: Proc. of the 8th Int. Conf. Process Control, SR, 2008, s. 167-174.
- [10] P. Pugat, L.Duvillaret, R.Jost,D.Romanini, G.Vitrantand, J.Zicha - *et al.*: Results from the OSQAR photon-regeneration experiment: No light shining through a wall, *Physical Review D*. vol. 78, no. 8, 2008, s. 92003-92007.
- [11] Zicha, J. - Čáp, J. - Šourek, B. - Jirka, V. - Červený, J. - *et al.*: Simulátor slunečního svitu pro testování optických rastrů, *Jemná mechanika a optika*, č. 6, 2007, s. 194-198.

Kontaktní adresa

Prof. Ing. Jiří Bíla, DrSc., fakulta strojní, ČVUT v Praze, Technická 4, 166 07 Praha 6