

Posudek disertační práce doktoranda ing. Martina Nováka vypracované na téma:

„Aplikace metod umělé inteligence pro interpretaci a predikci mikrometeorologických stavů ekosystému“

(České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky)

Předložená práce má 75 stran textu, 73 citací literatury, 10 citací publikací, na nichž se autor podílel, seznam zkratk. Práce je členěna na 5 kapitol.

V Úvodu autor vysvětluje, jak vidí využití metod umělé inteligence ve zkoumání komplexních procesů, které probíhají v ekosystémech a které přírodovědci poznávají měřením, pozorováním a hledáním kauzálních vztahů. *„Cílem práce je představit dvě možnosti aplikace prostředků umělé inteligence pro interpretaci a eventuální predikci na poli ekologického modelování.“* 1) využití teorie fuzzy množin a modelování pro predikci maximální teploty ve sledovaném dnu a následně predikci horké vlny 2) postup interpretace ekologických dat a záznamů s využitím algebraické struktury matroidů.

Kapitola 1: Aktuální stav poznání. Interpretace a predikce v oborech technických věd, ekologie a umělé inteligence. Na straně 12 je definován cíl práce v souladu s tím, jak je formulován v Úvodu. 1. kapitola začíná citacemi klasiků teorie poznání a dále uvádí autory nauky o znakových systémech v souvislosti se základními typy procesu interpretace.

Kapitola 2 je věnována systémům, ekosystémům a velkému a malému vodnímu cyklu. Autor popisuje tuto širokou a náročnou problematiku správně a s pochopením. Chybí však odkazy na současný stav poznání. Jedna citace je u obrázku 1 (30) a druhá citace (31) navíc není uvedena správně v seznamu literatury (nikoli Moravčík et al. 2008 ale Kravčík et al. 2008). Klasikem vědeckého poznávání oběhu vody ve vztahu ke klimatu je Alexander von Humboldt (1769 – 1859). Doporučuji k odpočinkovému čtení: A. Wulf, Vynález přírody, Dobrovský 2016. Pro účely této disertace doporučuji Pearce F. 2020, Weather Makers, Science 2020. Vzhledem k cílům práce mi u charakteristiky komplexních systémů a jejich „samo-organizaci“ chybí zmínka o disipativních strukturách (živých systémech) a jejich úloze ve vývoji otevřených systémů vzdálených od rovnováhy a „poháněných“ sluneční energií (I. Prigogine, populárně popsal např. F. Capra včetně bifurkací a emergentních jevů, dále Schneider, Sagan 2005: In the Cool, Energy Flow, Thermodynamics, and Life).

Kapitola 3 je věnována metodám interpretace, predikčním modelovacím metodám, fuzzy technologiím a teorii matroidů. V této kapitole jsou popsány přístupy, které budou uplatněny

při řešení ekologické problematiky – interpretace a predikce mikrometeorologických stavů ekosystému, jak je formulováno v cílech práce. Jde o nový přístup k řešení problematiky ekosystémů. Není v mé kompetenci posuzovat správnost tohoto textu.

Kapitola 4: Aplikace interpretačních a predikčních metod. Predikce maximální teploty v daném dni pomocí modelování. Popsány jsou výsledky projektu Koncept Praha 07 „Řízení vlivu chladicího efektu vegetace na klima měst“. K tomuto účelu byl vyvinut softwarový systém „KlimaVeg“. Stručně jsou popsány měřené meteorologické veličiny a znalostní (fuzzy) model s 20 vstupními proměnnými, uvedenými v tabulce 2 na straně 54. Výsledky byly publikovány, citace je uvedena. Metoda byla aplikována v Dejvicích v okolí ČVUT na ploše cca 4ha. Jako proměnné jsou určeny jak jednotlivé typy krajinného pokryvu a vegetace, tak meteorologické podmínky. Těmto proměnným je přiřazen různý stupeň vlivu na rozdíl teploty (nárůst teploty během dne). Přesnost výpočtu nepřesahující chybu 3,5% od naměřených hodnot se mi zdá více než optimistická (str. 56). Jak je míněna přesnost výpočtu teploty v %? Systém KlimaVeg umožňuje predikci maximální teploty potenciálně dosažitelné v daném dni. Predikce je dána s předstihem 7 – 10 hodin. Mezi vstupními hodnotami v Tabulce 5 (str. 61) je též dopadající sluneční záření ($W \cdot m^{-2}$) a dešťové srážky v předcházejícím období. Lze tedy předvídat nebezpečí vysokých teplot (horká vlna, Heat Wave) pro určitou denní sumu sluneční energie a stav vegetace s využitím užitého vzoru (str. 62). V této souvislosti mám následující dotaz: uváděné teploty jsou vždy teplotami vzduchu měřenými v meteorologické budce ve výšce 2m, tedy tzv. termodynamické teploty. Uvažují se také teploty povrchu, tedy teploty radiační, které na suchých osluněných plochách (fasáda, dlažba) dosahují hodnot 50 – 60 °C?

Aplikační příklad (str. 65 a dále) je věnován komplexnímu popisu funkce malého vodního cyklu. Zásadní otázkou je, kdy se povrch krajiny ohřívá tak, že vodní pára v ohřátém a vzhůru stoupajícím vzduchu nekondenzuje a nevrací se zpět ve formě místní dešťové srážky. Krajina se potom vysušuje a dále přehřívá. Zde nabízím autorovi ke srovnání a diskusi článek, který se touto problematikou zabývá s využitím exaktních fyzikálních zákonů. Podotýkám, že editor hledá těžko recenzenty. Odvolávám se na tento text, abych podpořil snahy i o jiný přístup k hodnocení těchto procesů (např. metodu umělé inteligence). [\[2112.12880\] Vegetation Impact on Atmospheric Moisture Transport under Increasing Land-Ocean Temperature Contrasts \(arxiv.org\)](#)

K aplikačnímu příkladu v oblasti globálních změn mám dotaz k efektu nárůstu skleníkových plynů v atmosféře na teploty. Jak je v této metodě zahrnut efekt zvýšené koncentrace CO_2 na teplotu (str. 72)?

Kapitola 5 (Závěr a splnění cílů) je velmi stručná. Uvítal bych srovnání metod umělé inteligence s jinými metodami hodnocení efektu vegetace na lokální. Případně srovnání přístupů současných modelů klimatu s možnostmi uplatnění umělé inteligence, přednosti i slabé stránky. Současné modely klimatu podle mého názoru nepřipustně zjednodušují. Například „radiative forcing“ předpokládá trvalou průměrnou expozici zemského povrchu sluneční energii vypočtenou ze solární konstanty. 5. Zpráva IPCC neuvažuje změnu obsahu vodní páry v atmosféře následkem změny krajinného pokryvu (odlesnění, odvodnění, urbanizace), atd.

Hodnocení disertační práce podle bodů doporučených v žádosti proděkana FS ČVUT pro vědeckou a výzkumnou činnost o oponentský posudek:

Dosažení v disertaci stanoveného cíle: stanoveného cíle bylo dosaženo.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky: jde o velmi široké a mezioborové téma. Současný stav řešené problematiky je v disertaci popsán na dobré úrovni. Doporučil jsem zaměřit se ještě na procesy distribuce sluneční energie v otevřených systémech.

Teoretický přínos disertační práce. Jako zástupce směru biofyzikálních metod studia vztahu sluneční energie – voda – rostliny – klima považuji teoretický přínos předložené disertace za významný. Je to originální přístup.

Vhodnost použitých metod řešení. Aplikace metod umělé inteligence je předmětem předložené disertace. Pokud mohu posoudit, metody byly využity odpovídajícím způsobem. Doporučuji, aby se v diskusi věnoval autor ještě srovnání aplikovaných metod s tradičním přístupem založeným na kauzálních vztazích a aplikaci fyzikálních a chemických metod.

Doktorand prokázal odpovídající znalosti daného oboru, pokud mohu posoudit.

Formální úroveň práce: místy jsou překlepy. Stylisticky je text srozumitelný, Práce je přehledně členěna.

Téma disertační považuji za důležité, rozsáhlé v souvislostech. Předloženou práci doporučuji k obhajobě.

14. 5. 2022

doc. RNDr. Jan Pokorný, CSc.

ENKI, o.p.s. Třeboň, Dukelská 145

379 01

email: pokorny@enki.cz, tel: 602 465 099