



Oponentní posudek disertační práce

Autor disertační práce: **Ing. Jaroslav Pluskal**

Název práce: **Pokročilé síťové modely v oblasti oběhového hospodářství**

Předkládaná disertační práce se věnuje výzkumu v podoblastech matematické optimalizace a datové analýzy, konkrétně v návrhu či modifikacích modelů logistických úloh v odpadovém hospodářství, vedoucí k efektivním výpočetním nástrojům pro vícekritériální optimalizaci plánování zpracování odpadu. Součástí práce je i nezbytný výzkum a návrh modelů pro předzpracování, tedy kontrolu, verifikaci a opravy zpracovávaných dat.

Aktuálnost tématu disertační práce:

Vymezená oblast aplikovaného výzkumu v předkládané disertační práci, tedy odpadové hospodářství (OH), si s sebou nese řadu originálních výzev a nutných komplexních přístupů, což je doloženo též podrobnou úvodní částí práce. Řešený výzkum vyžaduje mnohá specifika a omezení kladená na optimalizační modely, zpracování dat, samotný proces modelování, přechod k cirkulární ekonomice a zejména pak vzájemnou provázanost a potřebu zahrnout řadu vnějších i vnitřních souvislostí a multikriteriálnost. Nelze tedy pochybovat o přínosu práce v oblasti základního i aplikovaného výzkumu. Téma je originální a aktuální, přestože na první pohled by se zdálo, že v oblasti dopravního plánování a logistiky, včetně aplikací, byl a stále je soustředěn intenzivní (operační) výzkum. Disertační práce se však jasně vymezuje vůči výzvám a pro vybrané z nich pak nabízí možný originální přístup.

Splnění stanoveného cíle disertační práce:

Cíl disertační práce byl splněn. Lze jasně identifikovat ztotožnění se stanovenou motivací, dříve úspěšně řešenými projekty a aktuálně běžícími, dále potřeby originálních přístupů v komplexním pohledu na OH a plánování s ohledem na vývoj legislativy, budoucích výzev a omezením existujících modelů a jejich (výpočetní) efektivitu. Celkový stanovený cíl disertační práce a veškeré dílčí cíle k tomuto vedoucí byly bez pochyby splněny.

Postup řešení problému a výsledky disertační práce:

Na základě literární rešerše, požadavcích legislativy, moderní přístupů v ekonomice týkající se zkoumané oblasti, dosavadního výzkumu a identifikace potřeby zacílení výzkumu jsou formulovány přesné cíle práce a jejich dílčí úlohy, včetně metodiky vedoucí k jejich splnění.

Předkládaná disertační práce obsahuje detailní proof-concept vývoje pokročilých modelů zahrnující řadu vzájemných a specifických vazeb, multikriteriálnosti, včetně důležité otázky optimalizace pre-processingu dat.

Řešená problematika disertační práce je rozčleněna do tří samostatných úloh. Těmito jsou modely pro správu dat, vývoj modelů pro optimalizaci a podporu plánování a v poslední řadě také závěrečná část práce věnující se výpočetní náročnosti a možným přístupům k jejímu snížení. Všechny tyto na první pohled separátní části byly zvoleny na základě definice „research gap“ a lze mezi nimi najít propojení a vzájemné vztahy.

Autor se zaměřuje na modifikaci a vývoj modelů pro dílčí úlohy z OH a jejich vzájemného provázání do vzájemně efektivního fungujícího celku. Většina modifikací se zaměřuje především na zahrnutí kompromisu mezi ekonomikou a ekologií, což je významný přínos práce spolu se zahrnutím vzájemných toků a vazeb mezi dílčími úlohami. Jednotlivé dílčí řešené úlohy jsou vždy metodicky správně podpořeny definicí modelů, vazbami na předcházející úlohy a obecný model, ukázkami případových studií (modelové úlohy), včetně návrhu a citlivostní analýzy řešení (zejména výše zmíněný trade-off). Celkově tak je metodický postup řešení práce na velmi vysoké úrovni. Čtenář se dozví vždy proč je daná úloha řešena, jaké jsou omezení a specifika, jaký je model, co je potřeba změnit, jaká je účelová funkce a jaký je nejlepší odhad parametrů (pokud je potřeba)

Význam pro praxi nebo rozvoj oboru a přínos doktoranda:

Předkládaná práce má jasně deklarovaný přínos pro výzkum a jeho transfer do praxe, a definuje i nepřímou další navazující výzkumné otázky a rozšiřuje možnosti využití a dalšího vývoje SW nástrojů pro plánování v odpadovém hospodářství.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Po formální stránce se disertační práce jeví na vysoké úrovni. Práce je poměrně dobře strukturovaná (s formální připomínkou popsanou níže), První úvodní a motivační blok je následován poměrně vyčerpávající rešerší, kde je stručně a výstižně popsána komplexní problematika logistických úloh v OH. Tato část také popisuje i aktuálně či dříve řešené projekty ÚPI korespondující s tématem práce. Praktická část popisující případové studie, omezení, výsledky a veškeré aspekty pro praktické nasazení výpočtů, je taktéž na velmi dobré úrovni. Disertační práce je ukončena souhrnným závěrem. Uváděné výsledky jsou vždy přehledně sumarizovány v rámci separátních podkapitol, a navíc podpořeny přehlednými grafickými vizualizacemi.

Připomínky:

Jako minoritní formální připomínku lze považovat nejednotnost stylizace matematických symbolů (popisů veličin) v textu (střídání kurzívy a bez kurzívy).

Dotazy k rozpravě a diskuzi:

- V textu práce je zmíněna oblast (a nárůst použití) strojového učení (ML) v modelování a optimalizacích (nejen) logistických úloh. Oblast ale především zahrnuje standardní úlohy jako regrese, detekce anomálií, mnohdy přímé řešení úlohy a podobně. Autor správně poukazuje na nízké využití ML před samotnou optimalizací. Bylo by možné např. v první úloze využít ML pro předpřípravu dat – tedy „automaticky opravovat“ data na základě předcházejících známých úprav a historických dat? Bylo by možné zahrnout i prvky interpretovatelnosti a vysvětlitelnosti? Anebo v druhé úloze využít ML systémy pro automatickou konfiguraci a selekci modelů či hyperparametrů na základě „typu“ požadované úlohy/řešení? Uživatel by tedy pouze zadal data a co chce řešit, a konfigurátor by vybral model, parametry, algoritmus a následně výsledky s interpretací proč tak učinil (explainability). Bylo by k tomu dostatek dat (vstup x řešení) pro naučení ML systémů, nebo takový dostatek dat bude obtížné získat (s ohledem na specifika úloh).
- Proč je úloha 4.2 Optimalizace míry separace řešena odhadem parametru „lambda“ pro hodnotu vlivu dílčího kritéria do modelu převádějící multi na single criteria task a úloha 4.3 (Energetické využití odpadu) řešena „pareto přístupem“ (vícekriteriálně) se zobrazením paretovy hranice?

Závěrečné zhodnocení:

Disertační práce představuje ucelený souhrn dosavadního aplikovaného výzkumu Ph.D. studenta Ing. Jaroslava Pluskala. Publikační a jiné odborné tvůrčí aktivity spjaté s tématem disertační práce a

výzkumem jsou na vysoké úrovni, což je doloženo portfoliem kvalitních (Q1/Q2) časopiseckých publikací a jednak projektové činnosti v deklarovaném oboru a tématu disertační práce.

Předloženou práci považuji za solidní základnu pro komplexní a výpočetně efektivní přístupy v dopravním plánování spjatým s problematikou odpadového hospodářství. Práce detailně poskytuje popis celkového workflow, zahrnuje řadu vzájemných vazeb a kritérií, naznačuje a kombinuje možné inovativní výpočetní postupy a originální modely pro optimalizace. Předloženou disertační práci tedy:

doporučuji k obhajobě

Ve Zlíně dne: 30.11.2023

prof. Ing. Roman Šenkerík, Ph.D., v.r.

A.I.Lab
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav informatiky a umělé inteligence

email: senkerik@utb.cz