

Posudok na habilitačnú prácu  
"Matematické modelování transportu směsí v pórezním prostředí"  
od autora Ing. Jiří Mikyška, Ph.D.

Habilitačná práca sa zaoberá problematikou matematického a numerického modelovania problémov dvojfázového prúdenia a transportu zmesí chemických látok v pórovitom prostredí. Po teoretickej stránke práca vychádza predovšetkým z výsledkov knihy Thermodynamics of hydrocarbon reservoirs od renomovaného autora Abba Firoozabadi, s ktorým autor habilitačnej práce úzko spolupracuje a publikuje.

Habilitačná práca má formu kompilácie šiestich publikácií publikovaných za posledných necelých 5 rokov v renomovaných časopisoch, u ktorých je záruka kvalitnej recenznej procedúry. V týchto prácach je možno zreteľne pozorovať postupný prínos Ing. Mikyšku v skúmanej problematike, pričom najcennejším sa javí autorov nový prístup ku modelovaniu situácií, ktoré zahŕňajú zmenu počtu fáz, teda vznik alebo zánik jednej fázy.

Jeho prvá práca [Č1] so spoluautorom Firoozabadi z roku 2010 v časopise Journal of Computational Physics sa venuje téme numerického modelovania ešte pre formuláciu matematického modelu, ktorá je doteraz preferovaná v odbornej literatúre a ktorá odvádza vznik alebo zánik jednej fázy na základe minimalizácie Gibbsovej energie. V tejto publikácii je odvodená a implementovaná numerická aproximácia modelu, nazvaného konvenčný, s voľbou moderných numerických metód akými sú zmiešaná formulácia metódy konečných prvkov (MKP) pre úlohy prúdenia a nespojitá Galerkinová formulácia MKP pre transportné úlohy. Táto práca poukazuje na význam voľby primárnych premenných, kde pri nevhodnej voľbe v prípade vzniku alebo zániku jednej fázy dochádza ku značným komplikáciám v realizácii výpočtov.

V práci [Č1] je ďalej uvedených niekoľko praktických skúseností autora, ktoré nadobudol pri realizácii algoritmov, ktoré sa javia ako dôležité pre relevantné príklady z praxe a dokazujú autorovu intenzívnu prácu v tejto oblasti. Tieto praktické výsledky vychádzajú často z pozorovania nevhodných postupov realizovaných inými autormi v doterajších publikáciách. Sem treba zaradiť postrehy o správnej formulácii okrajových podmienok pre dvojfázové prúdenie či o vhodnej formulácii takzvaných limiterov pre systémy transportných rovníc.

Jeho najnovšia priložená práca [Č6] v tom istom časopise z roku 2014 so spoluautorom Polívkom, čo je autorov doktorand, sa už venuje modelu v nekonvenčnej formulácii, kedy pri výpočte termodynamickej rovnováhy sa nepoužíva minimalizácia Gibbsovej energie pri zadanom tlaku, teplote a molárnych zlomkoch, ale minimalizácia takzvanej Helmholtzovej energie pri daných hodnotách objemu, teploty a molárnych zlomkov. Táto formulácia na rozdiel od zmienenej konvenčnej formulácie nevyžaduje identifikáciu fázy pri výpočte tokov jednotlivých komponent zmesi a tak významne zjednodušuje realizáciu a zvyšuje stabilitu numerických výpočtov.

Práce [Č2] až [Č4] sa venujú podrobnejšie využitiu novej formulácie pre fázovú rovnováhu a predovšetkým návrhu numerických algoritmov na efektívny a stabilný výpočet vzniknutých netriviálnych nelineárnych algebraických problémov. Z toho prvé dve práce sú v spoluautorstve s Firoozabadi a v tretej je jediný spoluautor Jindrová, čo je znova doktorandka autora habilitačnej práce.

Práca [Č5] so spoluautorom Polívka sa venuje numerickému modelovaniu jednofázového prúdenia viackomponentnej zmesi pomocou prakticky plne implicitnej metódy diskretizácie v čase. V tejto práci je navrhnutý postup riešenia vzniknutých nelineárnych algebraických rovníc, kde sa vyžaduje riešenie linearizovaných rovníc, ktorých veľkosť nezávisí od počtu komponentov, čo významne redukuje výpočtovú náročnosť.

Dôležitou súčasťou publikovaných prác je množstvo príkladov numerických simulácií, ktoré dokumentujú využiteľnosť navrhovaných metód pri modelovaní praktických situácií. V nich autor za prvé poukazuje na fakt, ktorý je už bežne akceptovaný, že štandardné metódy prvého rádu presnosti zavádzajú do výpočtov výraznú nefyzikálnu (numerickú) difúziu, kým autorom použité metódy takzvaného vyššieho rozlíšenia, ktoré sú založené na metódach druhého rádu presnosti spolu s návrhom limiterov na potlačenie nefyzikálnych oscilácií, tento nežiadúci jav značne redukujú. Ďalšie príklady dokumentujú úspešné zvládnutie numerických simulácií netriviálnych situácií so vznikom a zánikom fázy počas simulovaného času.

Študovaná problematika habilitačnej práce určite nie je ešte uzavretá a ostáva pri jej riešení viacero otvorených otázok. Takými sú napríklad zahrnutie vedenia tepla, difúzie látok a predovšetkým konceptu kapilarity, ktorej použitie v novej formulácii nie je momentálne známe. Takisto pri novej formulácii ešte nie je konkretizovaná možnosť využiť jednoduchšie časové diskretizácie než je plne implicitná schéma.

Autor svojou habilitačnou prácou jednoznačne dokazuje schopnosť osvojiť si netriviálne matematické modely, ďalej ich obohatiť o vlastné teoretické a predovšetkým numerické postupy pri ich aplikácii na pre prax relevantné výpočtové simulácie. Veľmi pozitívne treba hodnotiť i fakt, že predkladaná habilitačná práca zďaleka nepokrýva celú publikačnú činnosť autora, keďže napríklad len vo Web of Science je možné nájsť ďalších 8 publikácií v časopisoch a zborníkoch, v ktorých je Jiří Mikyška spoluautorom. Na základe všetkých uvedených faktov jednoznačne odporúčam prijať habilitačnú prácu Ing. Jiřího Mikyšku, PhD. ku obhajobe na získanie titulu docent.

V Bratislave, 3.2.2015.

Doc. RNDr. Peter Frolkovič, CSc.  
Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie  
Stavebná fakulta, Slovenská technická Univerzita v Bratislave