

Numerické modelování hydromechaniky v porézním prostředí

Svetlana Šaušová <svetlana.sausova@tul.cz>, Mgr. Jan Stebel, Ph.D.

ABSTRAKT

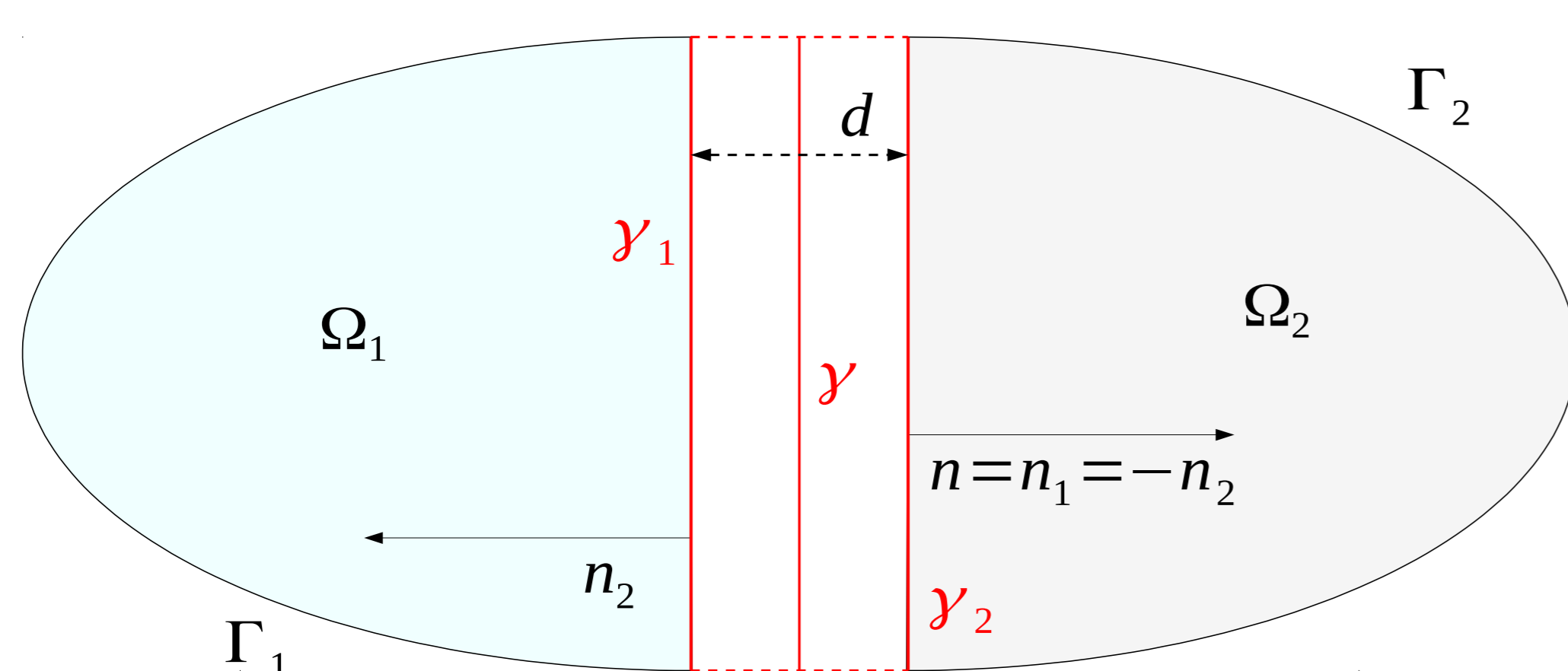
Tato práce si stanovila dva cíle. Prvním je odvození modifikované verze Biotova systému parciálních diferenciálních rovnic pro oblast s redukovanou puklinou. Dalším z cílů je aproximace a numerické řešení tohoto modelu. Model je implementovaný pomocí softwarové knihovny FEniCS. Aplikací implementovaného modelu na konkrétní problém jsou vytvořeny dvě numerické simulace. Na základě výsledků, které poskytly tyto simulace, je posouzena funkčnost odvozeného modelu.

ÚVOD

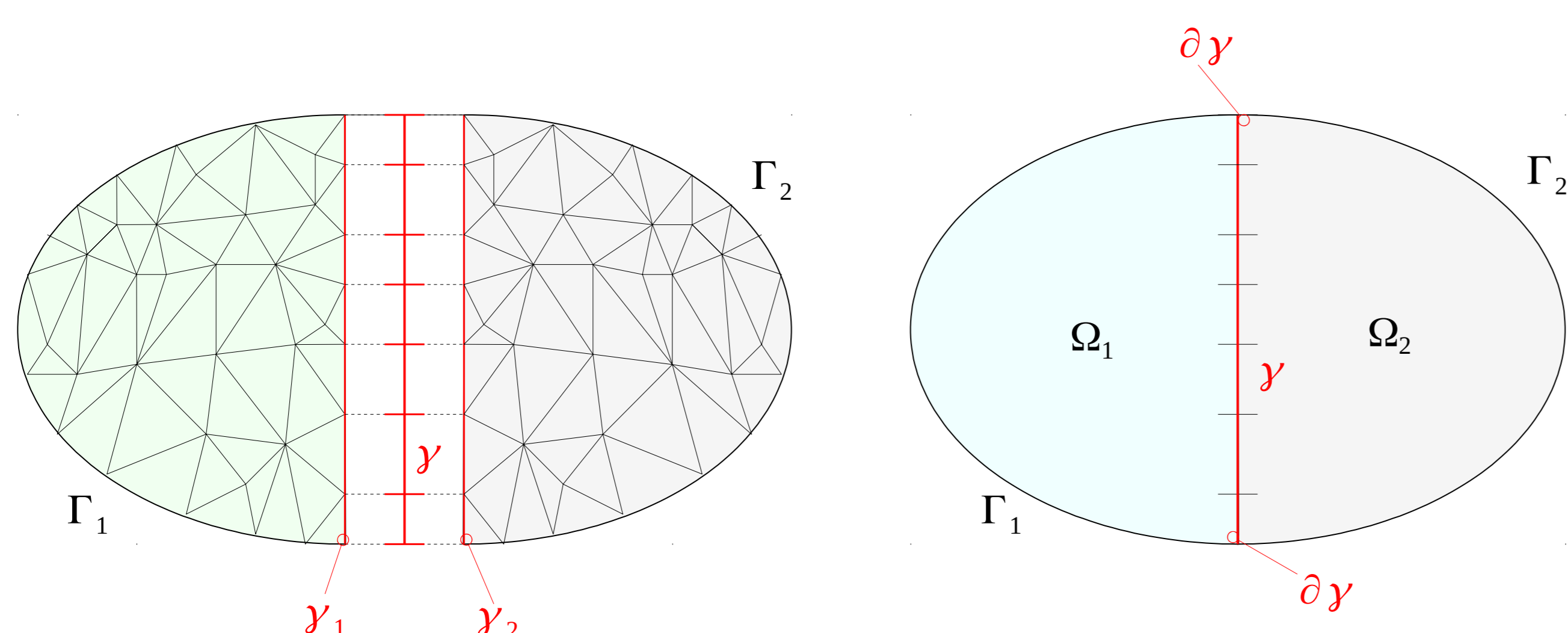
V současnosti je velmi důležité hledat nové způsoby získávání energie. Jedním z takových alternativních přístupů je i využívání hlubinné geotermální energie pomocí tzv. **Hot Dry Rock (HDR)** systémů. V této práci se věnujeme především matematickému modelování **hydraulického štepení**, jako procesu, který významně ovlivňuje účinnost HDR systémů.

METODIKA

Nejdůležitější částí naší práce je odvození rovnic popisujících **poroelasticitu** (Biotov systém PDE), pro oblast Ω s dimenzionálně redukovanou puklinou γ .



Dalším cílem práce bylo vytvoření **numerické simulace** na základě odvozeného variačního problému. Redukovaný model jsme v čase diskretizovali *Eulerovou implicitní metodou*. Pro prostorovou diskretizaci oblasti Ω jsme zvolili *metodu konečných elementů* (FEM), kde oblasti Ω_1 , Ω_2 jsou sestaveny z planárních elementů a oblast redukované pukliny je aproximována pomocí 1D úsečkových elementů. Pro implementaci jsme si zvolili softwarovou knihovnu FEniCS.

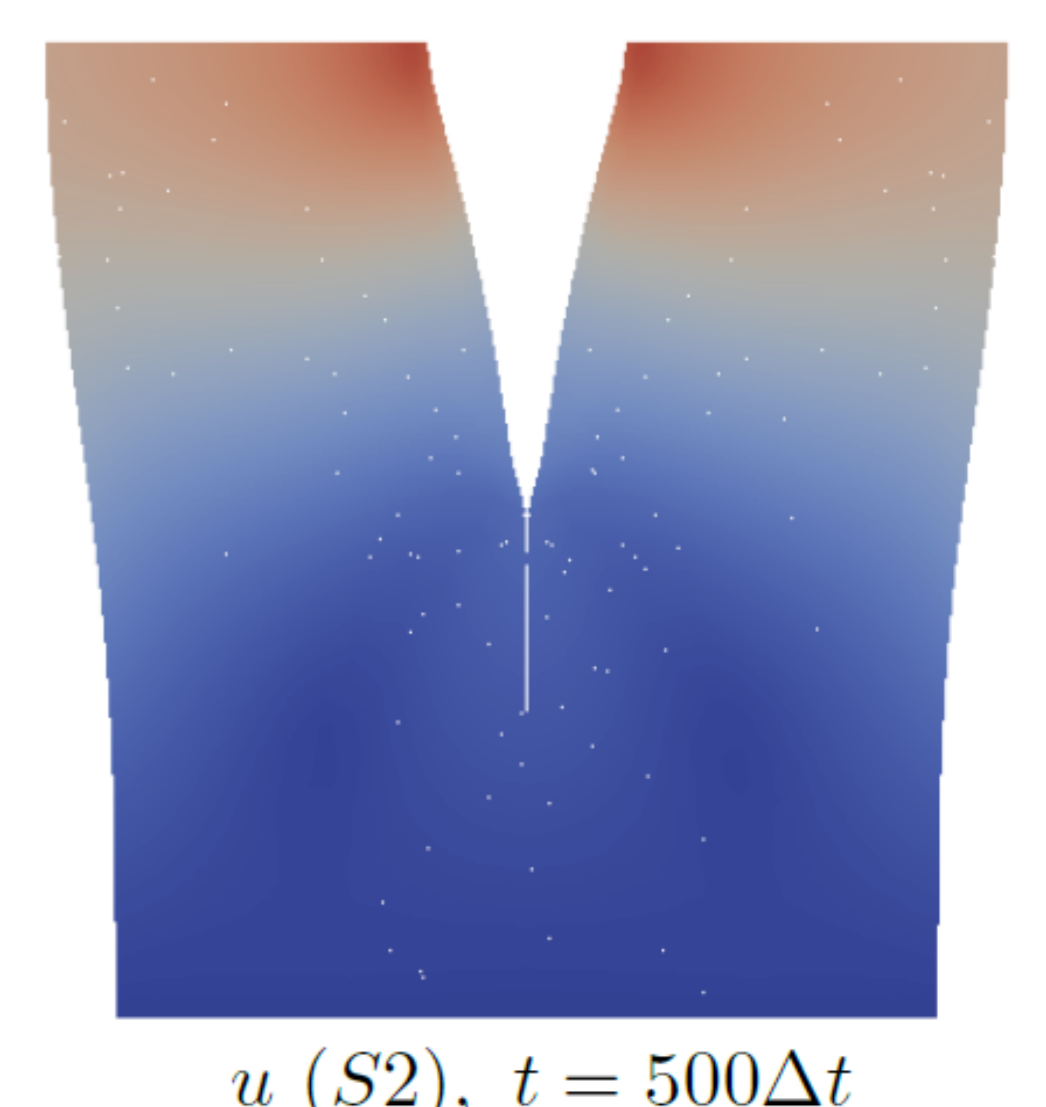
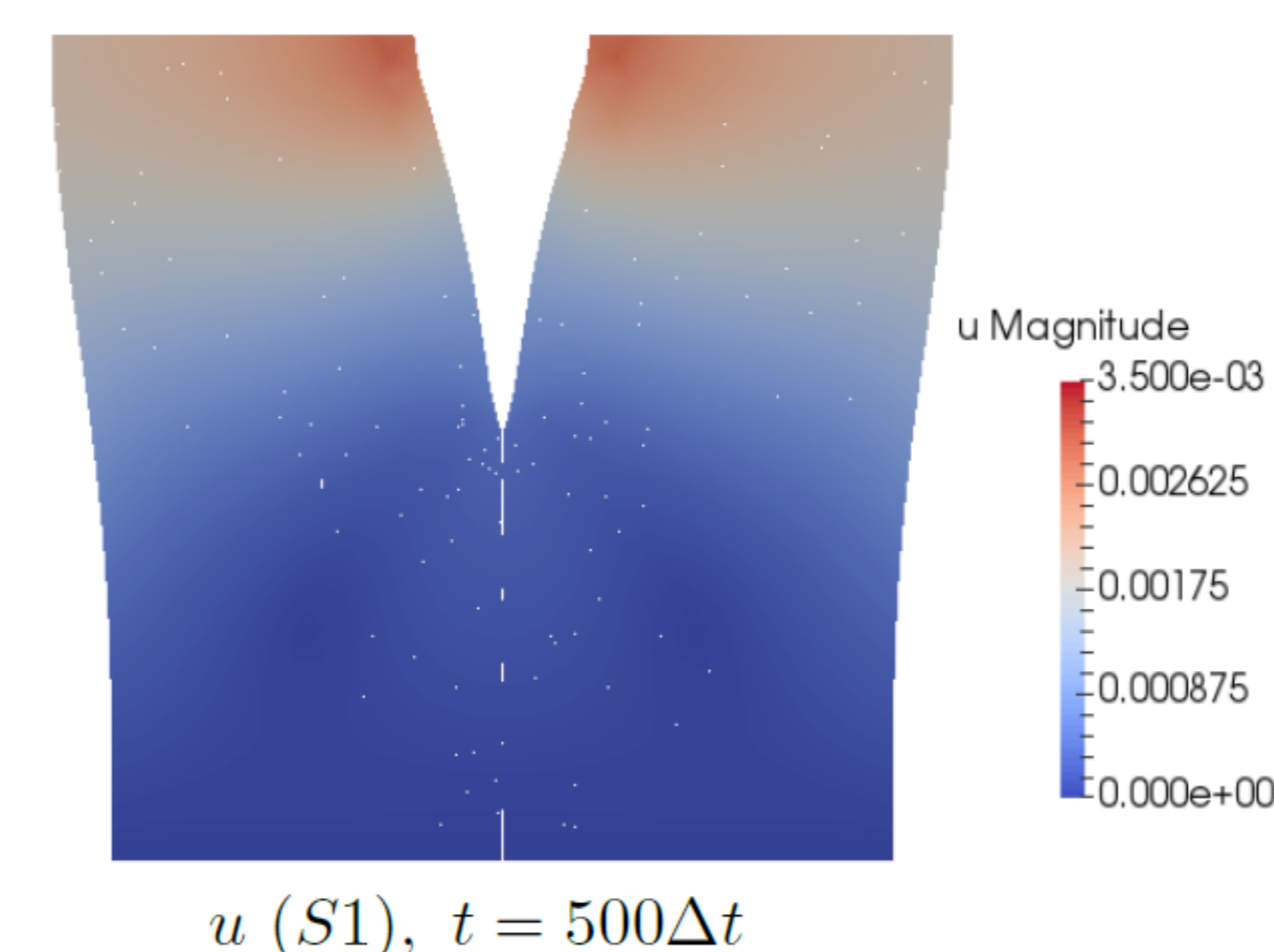
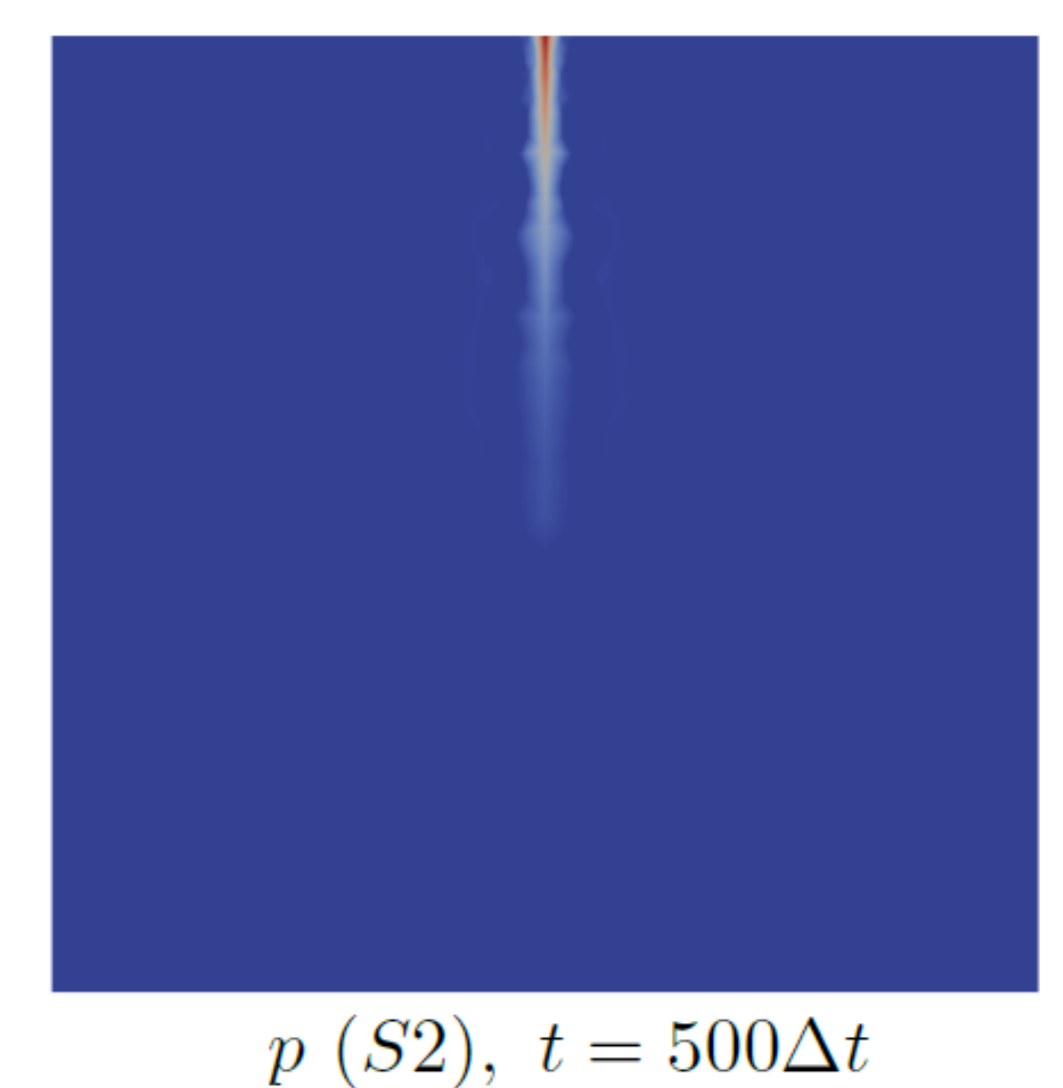
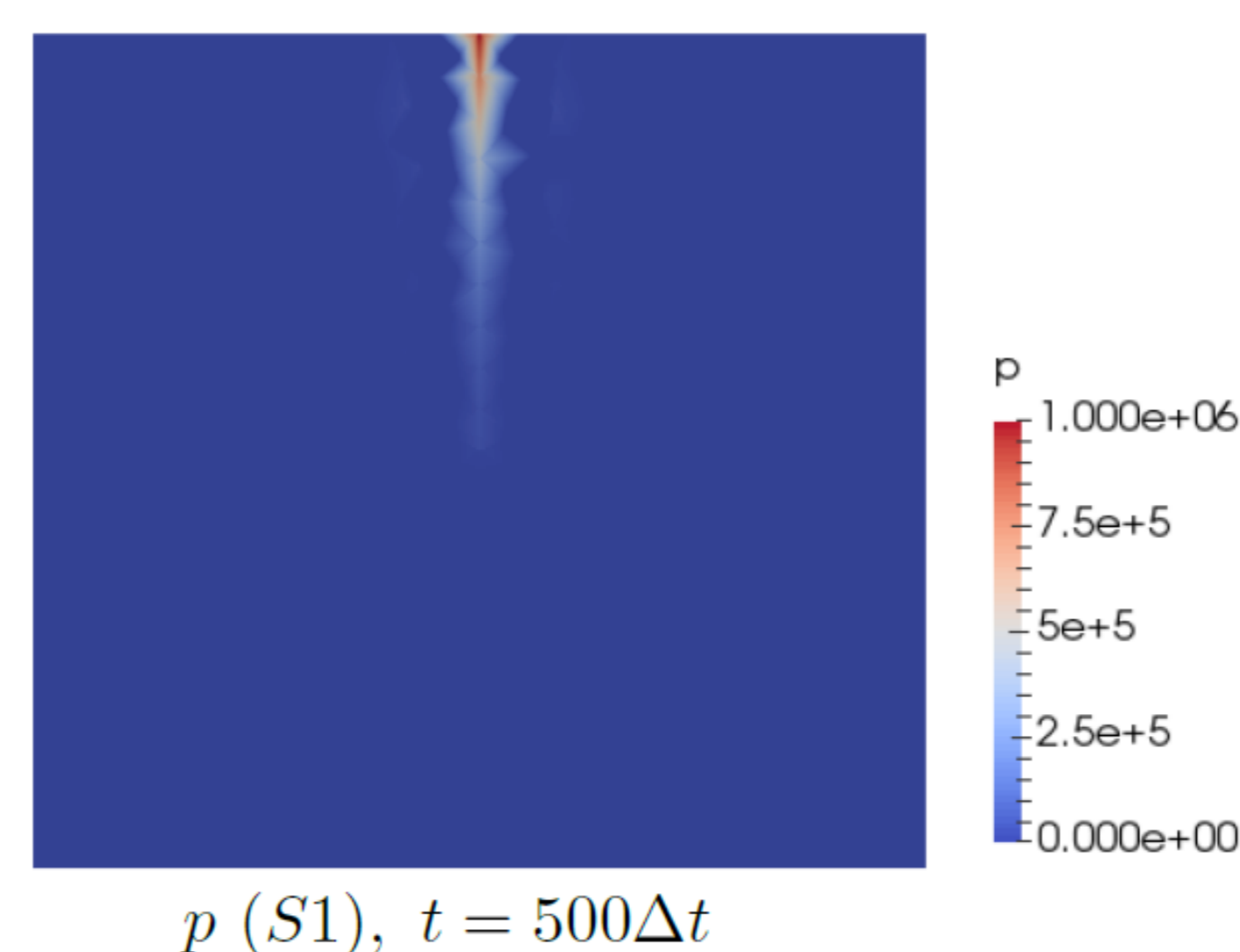
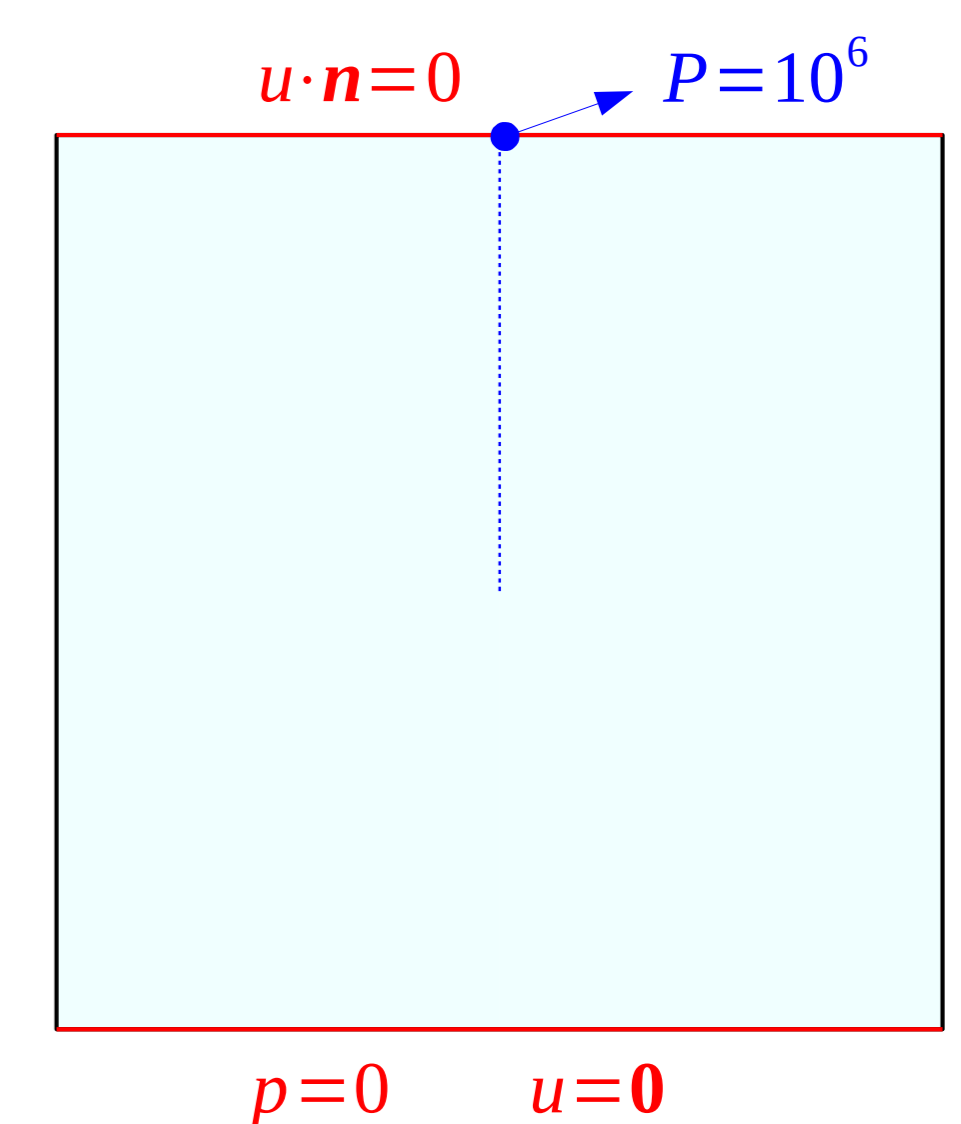


Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2018.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Funkčnost našeho modelu jsme ověřili vytvořením 2 jednoduchých numerických simulací (S1, S2). Obě simulace byly počítány na stejné geometrii, za stejných okrajových podmínek pro tlak (p) i posunutí (u).

Odlišnost byla pouze v použité síti, jenž byla 3 krát jemnější v okolí bodu zadávání puklinového tlaku. Získané výsledky tlaku a posunutí nasvědčují tomu, že náš model funguje správně.



Šíření tlaku odpovídá faktu, že hydraulická vodivost (K) je mnohem vyšší v oblasti s puklinou a Lamého konstanty (λ , μ) jsou násobně nižší v této oblasti oproti parametrům (K , λ , μ) zadaných pro okolí. Pole posunutí simuluje rozevírání pukliny. Samozřejmě, nejde o posunutí v reálných hodnotách ale pro lepší demonstraci 1000-násobně zvětšené.

REFERENCE

- [1] Martin, V., Jaffre, J., and Roberts, J. E. *Modeling fractures and barriers as interfaces for ow in porous media*. SIAM Journal on Scientific Computing 26, 5 (2005), 1667-1691.
- [2] Hanowski, K. K., and Sander, O. *Simulation of deformation and flow in fractured, poroelastic materials*. Preprint, arXiv:1606.05765 (August 15, 2016), 1-36.
- [3] Liu, R. *Discontinuous Galerkin Finite Element Solution for Poromechanics*. PhD thesis, December 2004.