

**Témy diplomových prác**  
**Študijný odbor : geofyzika**  
**2004/2005**

**Numerické modelovanie dynamiky seizmického zdroja**  
**Prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.**

Anotácia:

Väčšina tektonických zemetrasení vzniká na seizmoaktívnych zlomoch, t.j. relatívne slabých tenkých zónach tenkých zónach oddeľujúcich dva bloky zemskej kôry alebo litosféry. Tektonické zemetrasenie možno modelovať procesom vzniku a spontánneho šírenia trhliny na ploche, ktorá reprezentuje zlom. Vektor napätia je cez plochu spojitý, avšak vektor posunutia a rýchlosti posunutia môže byť nespojitý. Sklz (rozdiel posunutí obidvoch strán plochy) súvisí v danom bode zlomu s vektorom napätia prostredníctvom zákona trenia. Inicializáciu a šírenie trhliny teda určuje počiatočné pole napätí na zlome, lokálna pevnosť kontaktu a zákon trenia (jeho závislosť od sklzu, rýchlosti sklzu a stavových veličín). Šírenie trhliny je spojené s vyžarovaním seizmických vln.

Vzhľadom na zložitosť procesu je základným predpokladom výskumu dynamiky seizmického zdroja dostatočne presná a výpočtovo efektívna numerická metóda umožňujúca riešiť pohybovú rovnicu kontinua a zahrnúť zložitú okrajovú podmienku na zlomovej ploche. Metóda konečných diferencií umožňuje niekoľko rôznych priestorových sietí a príslušných schém, ktoré sa líšia vo vzťahu k implementácii okrajovej podmienky i modelovaniu šírenia vyžiarených vln.

Diplomová práca bude zameraná na numerické porovnanie modelovania vzniku a šírenia trhliny na zlome pomocou konečno-diferenčnej schémy na striedavo usporiadanej sieti a schémy na čiastočne striedavo usporiadanej sieti.

**Anomálny seizmický pohyb vo viskoelastických štruktúrach**  
**Mgr. Jozef Kristek, PhD.**

Anotácia:

Za najväčšie škody počas zemetrasení je vo väčšine prípadov zodpovedný anomálny seizmický pohyb zemskeho povrchu. Anomálnym je vtedy, keď je v časovej a frekvenčnej oblasti v rozpore s vyžarovacou charakteristikou seizmického zdroja a vzdialenosťou medzi miestom pozorovania a zdrojom. Anomálny pohyb na povrchu je spravidla dôsledkom anomálnych vlnových javov vznikajúcich v lokálnych povrchových štruktúrach, ktoré vo vzťahu k dopadajúcemu vlnovému poľu predstavujú silnú nehomogenitu. Difrakčné, konverzné a interferenčné procesy vedú v rôznych typoch štruktúr k rôznym typom anomálnych vlnových javov (napr. vznik a šírenie lokálnych povrchových vln, globálne alebo lokalizované rezonancie v sedimentárnych štruktúrach, diferenciálny pohyb)

Počas nedávnej série zemetrasení v strednom Taliansku bol zaznamenaný najsilnejší seizmický pohyb na povrchu údolia Colfiorito. Mechanizmus vzniku anomálneho pohybu nie je dodnes vysvetlený. Na základe záujmu talianskych seizmológov (INGV Roma) je možné na KAFZM skúmať príčiny anomálneho pohybu pomocou numerického simulovania.

Diplomová práca bude zameraná na numerickú simuláciu modelových konfigurácií pomocou programu založenom na metóde konečných diferencií a analýzu simulovaných vlnových polí.

Diplomová práca bude súčasťou riešenia medzinárodného projektu SESAME v rámci 5. rámcového programu Európskej únie.

## **Riešenie pohybovej rovnice kontinua metódou konečných diferencií** **Prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.**

### Anotácia:

Šírenie seizmických vln a seizmický pohyb v Zemi možno veľmi dobre aproximovať šírením vln a pohybom v elastickom alebo viskoelastickom kontinuu. Výpočet seizmického pohybu spočíva preto v riešení pohybovej rovnice kontinua s príslušnými počiatočnými a okrajovými podmienkami. Zložitá štruktúra zemského telesa vyžaduje modely prostredia, pre ktoré neexistujú presné riešenia. Približné metódy možno začleniť do troch základných skupín - hraničné, doménové a hybridné. V súčasnosti dominantnou metódou numerického simulovania seizmického pohybu v realistických modeloch je metóda konečných diferencií (patriaca k doménovým metódam). Je to najmä dôsledok jej robustnosti (priaznivého pomeru presnosti a výpočtovej efektívnosti).

Keďže však metóda konečných diferencií má svoje vlastné problémy so splnením zložitých okrajových podmienok, stále ešte nie je aplikácia metódy dostatočne rozpracovaná v prípade štruktúrne zložitých modelov prostredia.

Diplomová práca bude zameraná na vývoj konečno-diferenčnej schémy na čiastočne striedavo-usporiadaných sieťach. Takéto schémy môžu mať niektoré zásadné výhody v porovnaní so schémami na konečných alebo striedavo-usporiadaných sieťach.

Diplomová práca bude súčasťou riešenia medzinárodného projektu EUROSEISRISK v rámci 5. rámcového programu Európskej únie.

## **Spektrálna a časovo-frekvenčná analýza – rozlišovanie explózií a zemetrasení** **Mgr. Miriam Kristeková**

### Anotácia:

Efekty šírenia seizmických vln medzi zdrojom a miestom registrácie môžu významne maskovať zásadné rozdiely vo fyzike explozívneho a seizmického (dislokačného) zdroja. Dominantným faktorom môže byť dokonca lokálna nehomogenita štruktúry v mieste registrácie seizmických vln. Jednoznačné určenie, či ide o záznam explózie alebo zemetrasenia, môže byť teda problematické kritérium rozlíšenia, tzv. diskriminant, vhodný pre jednu oblasť, môže byť inde nepoužiteľný. Počet umelých seizmických javov (napr. explózií v kameňolomoch) býva v našich podmienkach vyšší ako počet mikrozemetrasení. Ak sa lomy nachádzajú v seizmicky aktívnej oblasti, môžu nesprávne klasifikované javy kontaminovať zemetrasné katalógy, ktoré sú základom pre seizmickú analýzu seizmického hazardu a seizmickej aktivity zdrojovej zóny.

Diplomová práca bude zameraná na preskúmanie použiteľnosti niektorých známych diskriminantov (alebo ich vhodnej kombinácie) a metód časovo-frekvenčnej analýzy (využívajúcej najmä wavelet analýzu) pre región západného Slovenska. Analyzované budú záznamy z databázy seizmických javov GFÚ SAV a lokálnych seizmických sietí pri atomových elektrárnach. Schopnosť študenta/ky programovať vo Fortrane je vítaná.

Diplomová práca bude súčasťou riešenia medzinárodného projektu MEREDIAN v rámci 5. rámcového programu Európskej únie.

**Pravdepodobnostná analýza seizmického ohrozenia pre rôzne časovopriestorové režimy seizmoaktívneho zlomu**  
**RNDr. Peter Labák, PhD.**

Anotácia:

Seizmické ohrozenie záujmovej lokality je definované ako pravdepodobnosť nepresiahnutia seizmického pohybu zvolenej úrovne za obdobie  $t$  rokov. Zemetrasenie je pritom chápané ako náhodný jav. Seizmické ohrozenie je dôsledkom seizmickej aktivity jednej alebo viacerých zdrojových zón. Zdrojová zóna je charakterizovaná najmä časopriestorovým režimom výskytu zemetrasení na seizmoaktívnych zlomoch zóny. Ak nie je časovopriestorový režim zlomu z nejakého dôvodu známy, akceptovateľným predpokladom je, že výskyt zemetrasení je Poissonovský proces. Takýto predpoklad je štandardom v mnohých analýzach ohrozenia. Pre niektoré zlomy existujú údaje, ktoré indikujú, že pre daný zlom je vhodnejšie uvažovať iné rozdelenie. V takom prípade je potrebné ho navrhnúť a uvažovať vo výpočte charakteristík seizmického ohrozenia.

Diplomová práca bude zameraná na zistenie efektu rôznych časovopriestorových režimov seizmoaktívneho zlomu na charakteristiky seizmického ohrozenia lokality.

**Vplyv zvolenej iónovej schémy na výpočet elektrónovej koncentrácie**  
**RNDr. Adriana Ondrášková, PhD.**

Anotácia:

Koncentrácia elektrónov v spodnej ionosfére je výsledkom ionizácie, rekombinácie a množstva prebiehajúcich iónovo – molekulárnych reakcií. Pri výpočte koncentrácií jednotlivých iónov sa rieši sústava nelineárnych rovníc. V zásade sa používali dve schémy reakcií pre tvorbu záporných iónov v D-vrstve. Modelovaním by bolo potrebné zistiť, aký je rozdiel vo výslednom profile elektrónovej koncentrácie a v parametri  $\lambda$ , a v ktorých situáciách je rozdiel najväčší. Tiež je potrebné overiť, či  $n_e = 10^8 \text{ m}^{-3}$  vychádza pri oboch schémach v rovnakej výške.

**Výpočet elektrónovej koncentrácie a zložiek tenzoru vodivosti v spodnej ionosfére**  
**RNDr. Adriana Ondrášková, PhD.**

Anotácia:

Diplomant bude musieť pochopiť procesy v spodnej ionosfére vedúce k vzniku ionizovanej vrstvy, preštudovať ionizáciu rôznymi zdrojmi. Pri výpočte bude môcť využiť hotové programy na výpočet elektrónovej koncentrácie v spodnej ionosfére. Bude musieť prispôbiť vstupné dáta, aby sa dali robiť výpočty pri rôznych poruchách. Bude potrebné preštudovať viacero odborných článkov a vypracovať metodiku na výpočet zložiek vodivosti ako aj vytvoriť počítačový program na numerický výpočet. Určené zložky vodivosti budú slúžiť ako vstupy pri modelovaní vlastných kmitov rezonátora Zem-ionosféra.

**Modelovanie a výpočet vlastných frekvencií rezonátora Zem – spodná ionosféra  
(Schumannove rezonancie) metódou vektorových konečných prvkov  
RNDr. Ing. Pavel Kostecký, CSc.**

Anotácia:

Cieľom je pripraviť a rozdetailovať postup (na úrovni vývojových diagramov) pre aplikáciu vektorových konečných prvkov na problém vlastných frekvencií el.-mag. rezonátora Zem – spodná ionosféra.

Práca by mala vyústiť do hrubého modelu výpočtu, s uvažovaním vodivostných nehomogéní povrchu Zeme a (prípadne) anizotropie spodnej ionosféry. Nešlo by v nijakom prípade o podrobné vystihnúť týchto nehomogéní, skôr o spôsob ich uvažovania a zahrnutia do výpočtov.

Ťažisko by malo byť vo formulácii výpočtového postupu riešenia vlastnohodnotového problému el.-mag. rezonátora za použitia vektorových konečných prvkov, teda zostavenie kostry algoritmu, na základe ktorého by sa neskôr (už mimo rámec diplomovky!) mohli konštruovať podobné modely a robiť výpočty konfrontovateľné s praxou, a to s vyššou kvantitatívnou presnosťou.

**Teoretické modelovanie dendritických zón pri tuhnutí ternárnych zmesí  
Mgr. Peter Guba, PhD.**

Anotácia:

Modelovanie dendritických zón, ktoré vznikajú pri tuhnutí binárnych zmesí, bolo cieľom väčšiny doterajších experimentálnych, analytických a numerických štúdií a viedlo k hlbšiemu pochopeniu fyzikálnych interakcií medzi tokom kvapalnej fázy a tuhnutím v dendritických zónach.

Nedávne experimentálne práce o tuhnutí ternárnych systémov však odhalili, že, na rozdiel od binárnych systémov, dochádza k formovaniu dvoch kvalitatívne odlišných dendritických zón medzi tuhhou a kvapalnou oblasťou systému. Cieľom diplomovej práce je formulácia difúzneho modelu pre tuhnutie ternárnej zmesi, ktorá zahrňuje takúto duálnu dendritickú štruktúru. V centre pozornosti je určenie 1D podobnostného riešenia daného problému a analýza jeho závislosti na kontrolných parametroch, ako aj diskusia možných konvektívnych stavov v danom systéme.

**Matematické modelovanie hydromagnetickej konvekcie  
Doc. RNDr. Sebastián Ševčík, CSc.**

Anotácia:

Práca bude zameraná na modelovanie špeciálnych prípadov hydromagnetickej konvekcie v horizontálnom kanáli. Pri riešení budú používané metódy numerickej matematiky s dôrazom na metódu konečných diferencií.

**Paleomagnetizmus mladých krasových hornín Slovenska  
RNDr. Igor Túnyi, CSc., SAV**

**Interpretácia tiažového poľa pomocou 3D priamej gravimetrickej úlohy  
Doc. RNDr. Miroslav Bielik, DrSc., KAEG PRIF UK**

**Numericke výpočty ohybu litosferickej kontinentálnej platne  
Doc. RNDr. Miroslav Bielik, DrSc., KAEG PRIF UK**