



Dr. Nachiketa Mishra, Ph.D.

My research was focused on the development of efficient computational techniques for the determination of effective properties of heterogeneous materials directly from image-based data of high resolution. In particular, I dealt with matrix-free iterative solvers based on the Fast Fourier Transform (FFT) that offer high computational efficiency for problems with complex geometries. My main interest was to study the spectral properties of the linear system resulting from the discretization and to use this insight to design improved image-based solvers. During this project, we succeed to demonstrate that the short term recurrence Chebyshev Iteration and Conjugate Gradient methods outperform the existing solvers in terms of robustness and efficiency; we supported these findings by analyzing the propagation of algebraic errors during iterations – the first result in this direction for FFT-based homogenization solvers. An additional gain in efficiency was achieved by the application of Block Conjugate Gradient method that avoids repeated use of the linear solver for models in higher dimensions. Finally, these computational and theoretical results have been recently combined to obtain the first promising results with a Fourier-Multigrid method that I would like to further develop during my future research activities, in a close collaboration with CTU in Prague.



Doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D.

Cílem výzkumných aktivit Dr. Nachiketa Mishry bylo navrhnout, implementovat, analyzovat a experimentálně ověřit numerické řešiče pro homogenizaci heterogenních materiálů s mikrostrukturou popsanou pomocí digitálních obrazů. Tyto numerické nástroje slouží k předpovědi fyzikálních vlastností kompozitních materiálů, jako například tepelná vodivost nebo difusivita, z detailních informací o jejich mikrostruktuře, což následně umožňuje jejich optimalizaci pro stavebně-fyzikální aplikace. V rámci projektu Dr. Mishra vycházel z našich dřívějších teoretických výsledků pro metody využívající rychlou Fourierovu transformaci, které elegantně využil k návrhu nových efektivnějších a teoreticky podložených algoritmů založených na Čebyševově metodě a blokové metodě sdružených gradientů. V závěru projektu pak položil základy pro využití víceúrovňových metod, které mají potenciál metody založené na FFT dále výrazně urychlit. Dr. Mishra byl též velmi aktivní v prezentaci výsledků projektu, mimo účasti na konferencích přednášel v rámci „Numerical Analysis Group Internal Seminar“ na univerzitě v Oxfordu a „Applied Mathematics Seminars“ na univerzitě ve Warwicku; aktivně též spolupracoval se skupinou prof. Zdeňka Strakoše na Katedře numerické matematiky MFF UK v rámci stáže. Tyto aktivity zásadně přispěly k navázání kontaktů mezi těmito prestižními pracovišti a naší skupinou, což považuji za důležitý příspěvek k rozvoji mezioborové spolupráce nejen na ČVUT v Praze.