

Title: Numerical modeling of ice sheet dynamics

Author: Ondřej Souček

Department: Department of Geophysics, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague

Supervisor: Prof. RNDr. Zdeněk Martinec, DrSc.

Supervisor's e-mail address: zdenek@cp.dias.ie

Abstract: The main topic of the presented thesis is the numerical modeling of large-scale ice-sheet evolution over several glacial cycles. For this purpose a "Shallow Ice Approximation" (SIA) is traditionally adopted, a scaling approximation utilizing the fact that the vertical-to-horizontal aspect ratio in ice sheets is typically a small parameter allowing for a perturbation expansion of the governing equations with respect to this parameter. We present a formulation of the boundary value problem for a polythermal ice sheet based on the rational thermodynamics of mixtures and derive its "shallow-ice" form. We then provide a novel SIA-I algorithm for iterative improvement of the SIA and thoroughly test its performance in a series of benchmarks including the ISMIP-HOM benchmark and a realistic simulation for the Dronning Maud Land region, Antarctica. The SIA-I algorithm is implemented to an evolutionary thermo-mechanical numerical ice-sheet model and this model is tested in the SIA regime in two EISMINT benchmarks, EISMINT - Effect of thermo-mechanical coupling and EISMINT - Greenland Ice Sheet models.

Keywords: ice sheet, shallow ice approximation, SIA-I algorithm, ISMIP-HOM

Název práce: Numerické modelování dynamiky pevninských ledovců

Autor: Ondřej Souček

Katedra: Katedra geofyziky, MFF UK v Praze

Vedoucí disertační práce: Prof. RNDr. Zdeněk Martinec, DrSc.

e-mail vedoucího: zdenek@cp.dias.ie

Abstrakt: Hlavním tématem předkládané práce je numerické modelování vývoje pevninských ledovců na časové škále několika dob ledových. Pro tyto účely se tradičně používá tzv. "Shallow Ice Approximation" (SIA). Jedná se o škálovací aproximaci, která využívá skutečnosti, že poměr vertikálního a horizontálního rozměru ledovce je malý, což umožňuje provést perturbační rozvoj řídicích rovnic vzhledem k tomuto poměru. Prezентujeme formulaci okrajové úlohy pro tzv. polytermální ledovec založenou na racionální termodynamice směsí a odvozujeme její tvar v rámci dané škálovací aproximace. Popisujeme námi vyvinutý SIA-I algoritmus, který iteračně zpřesňuje SIA, a zevrubně testujeme jeho použitelnost v sérii srovnávacích příkladů ISMIP-HOM a dále v realistické simulaci oblasti Dronning Maud Land v Antarktidě. Algoritmus SIA-I je začleněn do termomechanického numerického modelu evoluce pevninských ledovců a tento model je testován v SIA režimu pro dva EISMINT srovnávací příklady, EISMINT - Efekt termomechanické vazby a EISMINT - Modely grónského pevninského ledovce.

Klíčová slova: pevninský ledovec, shallow ice approximation, SIA-I algoritmus, ISMIP-HOM