

# RAMMS

Rapid Mass Movements Simulation



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# RAMMS - Rapid Mass Movements Simulation

## 1. Softvér na modelovanie a simuláciu bahnotokov a múrových prúdov

## 2. Softvér na modelovanie a simuláciu snehových lavín

Prevenencia pred nebezpečnými prírodnými javmi sa nezaobíde bez numerických modelov prírodných procesov, schopných predpovedať zavalenie danej oblasti v dôsledku rýchlych geofyzikálnych pohybov hmoty. Tieto pohyby zahŕňajú:

- Snehové lavíny
- Závaly v dôsledku bahnotokov a múrových prúdov
- Zosuvy pôdy
- Ľadové lavíny a ľadovcové zosuvy
- Padanie skál a skalné lavíny

Inžinieri využívajú procesné modely na predpovedanie rýchlosti a rozsahu týchto nebezpečných pohybov v komplexnom teréne. Príprava máp pre takéto nebezpečné javy je ich hlavnou aplikáciou. Modely sú užitočné hlavne na návrh prevenčných opatrení ako je vybudovanie hrádzi a zábran proti zosuvom hornín. Modely môžu byť používané za účelom štúdie vplyvov rôznych scenárov nebezpečenstiev a možností ich predchádzania a umožňujú inžinierom optimalizáciu vyhradených finančných zdrojov.

RAMMS bol vyvinutý vývojárskym tímom RAMMS v inštitúte WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF. Užitočné informácie sú dostupné na webovej stránke RAMMS <http://ramms.slf.ch> spolu so softvérovými aktualizáciami a sekciou často kladených otázok (FAQ).

Softvérový systém RAMMS pozostáva z troch procesných modulov:

- RAMMS::AVALANCHE
- RAMMS::DEBRISFLOW
- RAMMS::ROCKFALL

Moduly RAMMS::AVALANCHE a RAMMS::DEBRISFLOW sú navrhnuté na modelovanie fenoménov toku rýchlo sa pohybujúcich častíc snehu a skál. Lavínový modul RAMMS::AVALANCHE používa ako prostredie šírenia vzduch, zatiaľ čo v bahnotokovom module RAMMS::DEBRISFLOW sa modeluje pohyb bahnom. RAMMS::AVALANCHE a RAMMS::DEBRISFLOW modelujú pohyb v trojrozmernom teréne od vzniku udalosti až po jej koniec. Tieto modely využívajú matematické rovnice založené na priemerovaných hĺbkach a predikujú vektory rýchlosti rovnobežné so sklonom svahu a výšku tokov. Informácia v smere kolmom na sklon svahu (napr.: rozdelenie hmotnosti a rýchlosti) sa stráca keďže je v praxi málokedy využiteľná. Oba modely si vyžadujú spoľahlivú digitálnu reprezentáciu terénu. Inžinieri v modeli špecifikujú iniciačné podmienky (lokalita, veľkosť uvoľneného materiálu), parametre trenia v závislosti od terénu (napr.: drsnosť povrchu, vegetácia) a materiál (napr.: sneh, ľad alebo bahnotok).

Modul RAMMS::ROCKFALL je určený na štúdium pohybu kamenných lavín, ako tuhého materiálu. Tento model predpovedá trajektórie skál vo všeobecnom trojrozmernom teréne. Trajektórie skál sú riadené interakciami medzi skalami a povrchom. Tento model obsahuje 6 základných stavových premenných: 3 prenosové rýchlosti a 3 rýchlosti rotácie padajúcej skaly. Z týchto veličín je potom odvodená kinetická energia, vzdialenosť dobehu skaly a výšky jej výskokov. Model využíva zovšeobecnený tvar skál. Orientácia skaly a jej rotačná rýchlosť sú zohľadnené v interakciách skala-povrch. Modul RAMMS::ROCKFALL sa teda fundamentálne odlišuje od modulov RAMMS::AVALANCHE a RAMMS::DEBRISFLOW, pretože jeho základom je interakcia medzi pevnými objektami a Lagranžovský mechanizmus popisujúci tuhé telesá, nie Euleriánska mechanika tekutín. Rovnako sa odlišuje od existujúcich modelov kamenných lavín, pretože interakcie skala-povrch nie sú riadené výhradne jednoduchou mechanikou odrazu, ale aj interakciami sprostredkovanými trením a rozptylom. Tieto javy vedú k iniciácií skákavého pohybu skál. Modul RAMMS::ROCKFALL predpovedá všetky druhy pohybov tuhých telies – kĺzanie skál, kotúľanie sa, skákanie.

Vo všetkých moduloch RAMMS boli vyvinuté a implementované nové konštitučné modely vďaka možnosti ich kalibrácie v plnej škále na miestach ako St. Léonard/Walenstadt (kamenné lavíny, preventívne opatrenia), Vallée de la Sionne (snhové lavíny) and Illgraben (bahnotoky).