

4D vizualizace tečení vody a změn smykového napětí ve svazích pomocí GRASS a Vis5D

Úvod a cíle práce

Při volbě diplomové práce, 4D vizualizace tečení vody a změn smykového napětí ve svazích pomocí GRASS a Vis5D, byly mé představy o práci ovlivněny jednoduchostí a přehledností práce v intuitivním prostředí geologickém programu Rockworks. Doufal jsem, že práce v GIS GRASS bude obdobně přehledná a jednoduchá a že export dat do Vis5D bude bezproblémový. Téměř opak byl však pravdou.

Podpovrchovému proudění vody i stabilitě svahů se věnuje poměrně mnoho literatury, ale prací, v nichž jsou obě témata spojena, je minimum. Ve své práci se pokusím tato dvě témata spojit. Na základě dat o podpovrchovém proudění vody a složení kvartérního pokryvu naměřených na experimentálním svahu odvodím celkové množství vody v půdě v různých časech. Z těchto dat budu počítat smykové napětí ve svahu (vyjdu z rozdílné hmotnosti půdy vlivem variabilního obsahu vody v půdě).

Celá diplomová práce je tvořena ve volně dostupných OpenSource nebo Freeware produktech.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. První část je teoretická a je věnována podpovrchovému proudění vody a smykovému napětí. Naleznete zde i ukázky vybraných programů simulující tuto problematiku.

V druhé části je popsán postup instalace všech programů, základy práce v nich a postupy řešení problematiky vizualizace.

Cílem magisterské práce je vytvořit, ze vzorových dat naměřených na experimentálním svahu pomocí GIS GRASS a Vis5D, časoprostorovou (4D) vizualizaci tečení vody a změny smykového napětí ve svazích.

Tato diplomová práce by měla posloužit studentům geoinformatiky, geografie a geologie. Své uplatnění může najít i u studia stavebních oborů a její výsledky mohou být jako návod pro instalaci a práci v OpenSource produktech.



GIS GRASS

GIS GRASS je OpenSource produkt. Název je tvořen počátečními písmeny slov Geographic Resources Analysis Support System. Podle <http://www.grass.itc.it> GRASS je „geografický informační systém, používaný pro správu dat, zpracování obrazových dat, tvorbu grafických výstupů, prostorové modelování a vizualizaci mnoha druhů dat...“

Původně byl GRASS vyvíjen v letech 1982 – 1995 sekci US Army Corp of Engineers při U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories jako nástroj pro územní management a environmentální plánování. GRASS se vyvinul v silnou aplikaci se širokým rozsahem uplatnění v různých vědeckých oborech. V současnosti je GRASS vyvíjen mezinárodním týmem na akademické půdě univerzity v Trentu a využíván na akademické půdě i v komerční sféře po celém světě. Používán je i mnoha státními organizacemi např. NASA, NOAA, USDA, DLR, CSIRO, národními parky a mnoha dalšími společnostmi.

Novinkami v nejnovější verzi 6.0 je použití nového topologického vektorového 2D a 3D enginu. Dále vylepšení provádění síťových analýz. Atributy jsou uloženy v databázi a spravovány pomocí příkazů SQL. Pro zobrazování vektorových 3D dat a voxelů byl upraven vizualizační nástroj NVIZ.

Systém GIS GRASS 6.0.1 je velmi kvalitní GIS obsahující mocné nástroje především na analýzy a vytváření rastrových dat, kterými se dokáže vyrovnat velmi drahým komerčním GIS. Bohužel takto kvalitní analytické nástroje nejsou doplněny stejně kvalitními možnostmi vizualizace. GRASS umožňuje díky vizualizačnímu modulu NVIZ a 3D map kalkulátoru kvalitní práci s 3D daty, ale pouze v případě že 3D data máme již vytvořena, jejich tvorba velmi obtížná. Z GRASS jsou možné dva způsoby tvorby animace, v modulu NVIZ je možno vytvořit průlet nad 3D scénou, druhým způsobem je použití modulu r.out.mpeg (tvorba výsledné animace nejde ovlivnit a je velmi rychlá). Náhradní možnost je export vytvořených rastrů do grafických formátů a tvorba animace v jiném programu.



Vis5d+ je OpenSource software sloužící k vizualizaci multitemporálních rastrových a vektorových dat. Jak již název napovídá, data musí být určena pomocí pěti údajů (dimenzí). Tři dimenze jsou souřadnice

X, Y a Z, neboli zeměpisná délka, šířka a nadmořská výška. Čtvrtou dimenzí je čas a poslední, pátou dimenzí, představuje modelovaná fyzikální veličina. Maximální limit počtu proměnných je 30. Časových kroků může být maximálně 400. Velikost území je omezena především hardwarovými nároky.

Největší výhodou Vis5D je podpora multitemporálních datových sad. Tyto data jsou zobrazena v jediném okně a mohou být editována nebo prohlížena jako animace nebo snímek po snímku.

První verze softwaru Vis5D byla verze 1.0 uvedená v lednu 1988. Jejími tvůrci byli Bill Hibbard a Dave Santeck z Univerzity ve Wisconsinu za podpory NASA (Marshall Space Flight Center) a Marie-Francoise Voidrot-Martinez z francouzského meteorologického ústavu. Na dalších verzích se podílelo již značné množství lidí a ke každé další verzi byly buď přidávány nové funkce, nebo byly vylepšeny původní funkce (nové palety barev, trajektorie větru, horizontální a vertikální řezy...). V současnosti je nejnovější verzí Vis5D+ 5.2.1. Tato verze je silným nástrojem sloužícím pro vizualizaci multitemporálních dat. Umožňuje používání nepravidelných gridů, používání textur povrchů a mnoho dalších kvalitních nástrojů pro vizualizaci a editaci dat.

Vis5D je program sloužící pouze pro vizualizaci časoprostorových dat. V ideálním případě měl být použit pro zobrazení dat vytvořených pro účely diplomové práce. Vizualizační schopnosti toho programu jsou skvělé, ale program je pravděpodobně velmi náročný na kvalitu zdrojových dat. Kvůli problémům s tvorbou 3D dat v GRASS, a nemožností jejich exportu do Vis5D, jsem pracoval pouze s ukázkovými daty.



Z důvodu používání OpenSource produktu bylo nutné při zpracování diplomové práce použít operační systém Linux. Rozhodl jsem se pro Mandrake Linux 10.1, který je v České Republice poměrně často používán, neboť je vhodný i pro začátečníky a je jedním ze systémů Linux, do kterých je kompilován OpenSource GIS GRASS.

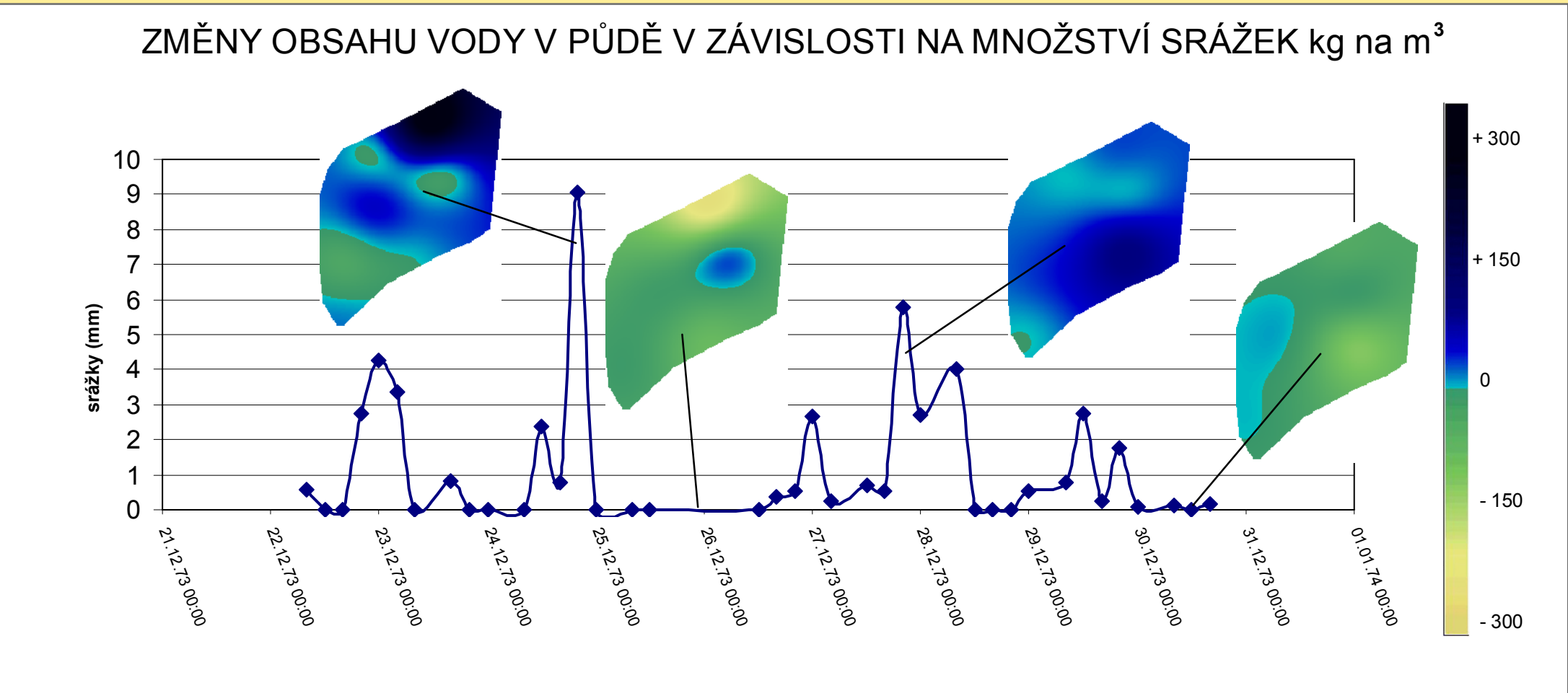
Vznik Mandrake Linux je poměrně kuriózní. Mandrake (dnes Mandriva) je linuxová distribuce, která vznikla v roce 1998. Podle internetového zdroje (dostupné z: <http://www.mandrivalinux.cz>): „*„Někde, jmenem Gold Wolt rozhodl trochu si upravit distribuci RedHat. Zaměřil se především na komfortnější práci v grafickém režimu. Upravenou distribuci odložil na servery a odjel na dovolenou. Po návratu byl překvapen nebyvalou odezvou ze stran uživatele, bláslil se mu testéři i vývojáři. Dnes má firma Mandriva (dříve MandrakeSoft) mnoho vývojářů sídlících především ve Francii a U.S.A.“*

Závěr a postup práce

Základní poznatek z teorie pohybu podzemní vody je, že voda nejprve prosakuje převážně vertikálním směrem skrze provzdušnělé (aerační) pásmo směrem od zemského povrchu k hladině podzemní vody. Vertikální směr tohoto pohybu může být ovlivněn např. čookami jílových minerálů. Po dosažení hladiny podzemní vody (nasyceného pásma) vertikální pohyb přechází na laterální, který směřuje na místní erozní bázi.

Podpovrchová voda má velký vliv na stabilitu svahu. Může působit na integritu složení svahu (vyplavování drobných částic, rozpouštění tmelu, bobtnání a sesychání půd, atd.) nebo pouze zvětšením či zmenšením hmotnosti kvartérního pokryvu na svahu, v závislosti na jejím obsahu.

Při vizualizaci jsem postupoval následovně: prvním krokem byl import rastrových obrázků znázorňujících experimentální svah, informace na nich byly následně digitalizovány (vrstevnice, plocha svahu, mocnosti kvartéru a poloha tenzometrů). Bodová vrstva polohy tenzometrů byla doplněna o data získaná z retenční křivky. Z nadigitalizovaných dat jsem pomocí interpolace vytvořil gridy objemové hmotnosti vody (pro 38 časů), mocnosti kvartéru, digitální model terénu a grid sklonů svahů. Vynásobením gridu mocnosti kvartéru gridy objemové hmotnosti vody a průměrnou hustotou půdy jsem získal 38 vrstev s hmotností vody v kvartérním pokryvu a grid hmotnosti suchého kvartéru. Sčítáním vytvořených vrstev získáme gridy hmotnosti (vlhkého) kvartéru. Výsledné gridy je možné dosadit do vzorce pro výpočty smykového napětí ve svahu. Pro znázornění změn smykového napětí ve svazích jsem odečetl vždy od gridu pro čas T grid pro čas T+1. Výpočtené gridy zobrazují změny smykového napětí mezi dvěma po sobě jdoucími gridy. Na základě výsledku lze formulovat velmi jednoduchou tezi, čím více je vody v půdě, tím více stoupá její hmotnost a zvyšuje se smykové napětí.



POSTUP PRÁCE V GIS GRASS

