

PŘEHLED DOSTUPNÝCH PROGRAMŮ PRO MODELOVÁNÍ POVODNÍ

Pro potřeby specialistů v oboru modelování havárií vodních děl je v dnešní době na trhu k dispozici celá řada programů. Zbývá si jen vybrat správný a pro daný účel nejvhodnější software, protože zdaleka ne všechny programy nabízejí stejné funkční možnosti, dostatečný výkon nebo podrobnost modelů.

1 VLNA

Metoda

Základem systému je model vyvinutý na VVŠ PV (Vysoká vojenská škola pozemního vojska) Vyškov, který umí stanovit výšku čela záplavové vlny v závislosti na vzdálenosti od vodního díla, které bylo narušeno a na charakteru terénu (příčném a podélném profilu údolí), kterým vlna postupuje. Model poskytuje výsledky nespojitě, po zadaných úsecích vodního toku, ve formě číselných hodnot.

Systém v návaznosti na tyto výsledky provádí vizualizaci pomocí DEM (Digital Elevation Model). V prostředí MaGIS Professional Studio lze zobrazit 3D pohled na zasažené území a profil terénu podél vodního toku i napříč údolím, kterým vodní tok protéká. V podélném profilu lze vypočítat body, ve kterých je z předchozích modelů známa výška čela záplavové vlny a dopočítat výšky i v dalších bodech aproximací. Ve 3D pohledu lze pak znázornit vodní hladinu tvořenou záplavovou vlnou v jednotlivých úsecích toku ve formě zakřivené plochy tvořené elementárními prvky modelu. Takto znázorněnou plochu lze následovně promítnout do normální dvojrozměrné mapy.

Výsledky

Po provedené vizualizaci záplavové vlny lze orientačně odhadnout velikost zasaženého území a provést pomocí systému MaGIS základní analýzy, jako např.:

- Stanovení plošného rozsahu záplavového území.
- Určení, které obce budou pravděpodobně zasaženy.
- Odhad výšky záplavové vlny v postižených obcích.

- Odhad počtu obyvatel, které bude potřeba evakuovat.
- Odhad plochy zemědělské půdy zasažené záplavovou vlnou.
- Odhad průjezdnosti komunikací v postiženém území.

Přesnost výsledku nezávisí příliš na použitých vizualizačních a analytických nástrojích, ale je závislá především na:

- Přesnosti dat použitých pro tvorbu DEM daného území.
- Přesnosti výpočtu výšky čela vlny v jednotlivých úsecích.
- Míře uplatnění dynamických jevů při postupu záplavové vlny v reálném terénu.

Data

Pro tvorbu DEM může být využit model DEM-25, získaný pro celé území české republiky radarovým snímáním terénu z družic. Model pracuje se čtvercovou sítí o délce strany 25 m, který poskytuje výškovou přesnost řádu metrů (cca 2-7 m podle členitosti terénu). Model je tedy vhodný spíše pro orientační analýzy v případě větších vodních děl a v členitějším terénu. Pro malé výšky záplavové vlny a rovinnatý terén nedává dostatečně reprezentativní výsledky. Pro přesnější modelování lze pořídit modely snímáním potenciálně ohrožených oblastí z letadel a dosáhnout tak lepších výsledků i v rovinnatém terénu.

Zobrazovaný digitální model v 3D pohledu pracuje s konstantním množstvím elementárních prvků. Zvyšováním tohoto počtu lze zlepšit hladkost křivek vzniklých projekcí výsledků modelování do roviny mapy, má však podstatný vliv na výpočetní náročnost a rychlost zobrazování modelu (záleží zejména na typu a paměti grafické karty).

Implementace

Program Vlna 2.1 je implementován jako rozšíření programu EIS/MaGIS 3D. Program EIS/MaGIS je vyspělý nástroj kategorie stolních GIS, vhodný pro začlenění do systému pro podporu řešení krizových situací EIS/InfoBook, je však použitelný i samostatně. Obsahuje nástroje pro plnou editaci neomezeného množství vrstev vektorových dat včetně analytických a prezentačních nástrojů pro grafická data. Je vyvinutý v prostředí MS Visual Basic a využívá technologii MultiMedia MaGIS založenou na ActiveX (OLE) komponentách. Vlastní

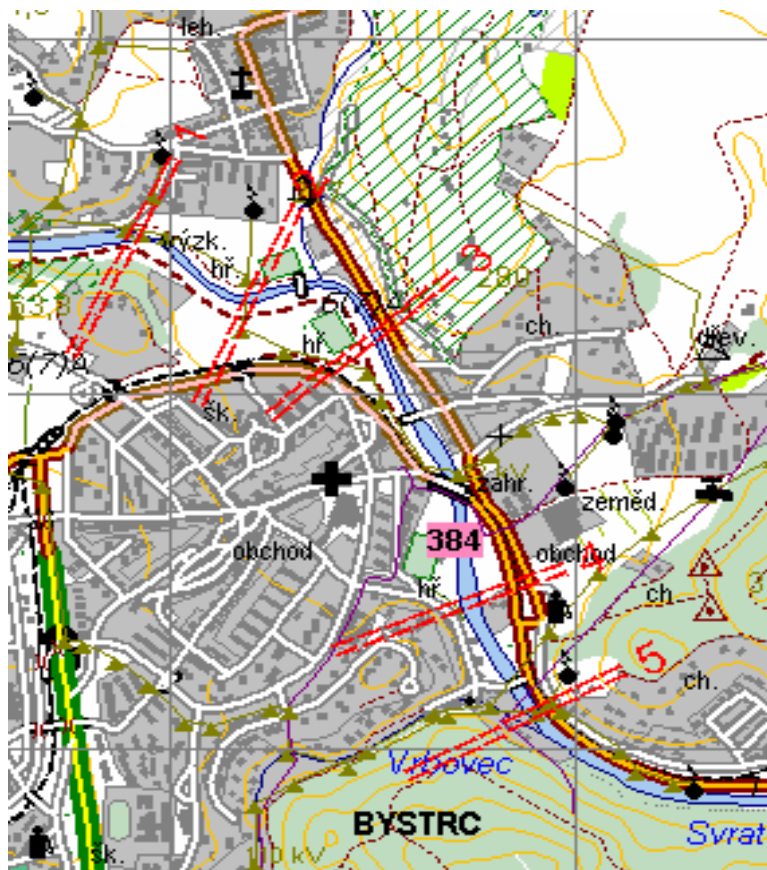
modelovací jádro je oproti verzi 1.0 zabudováno uvnitř programu, takže odpadla komunikace přes pomocné soubory.

Požadavky na vstupní parametry:

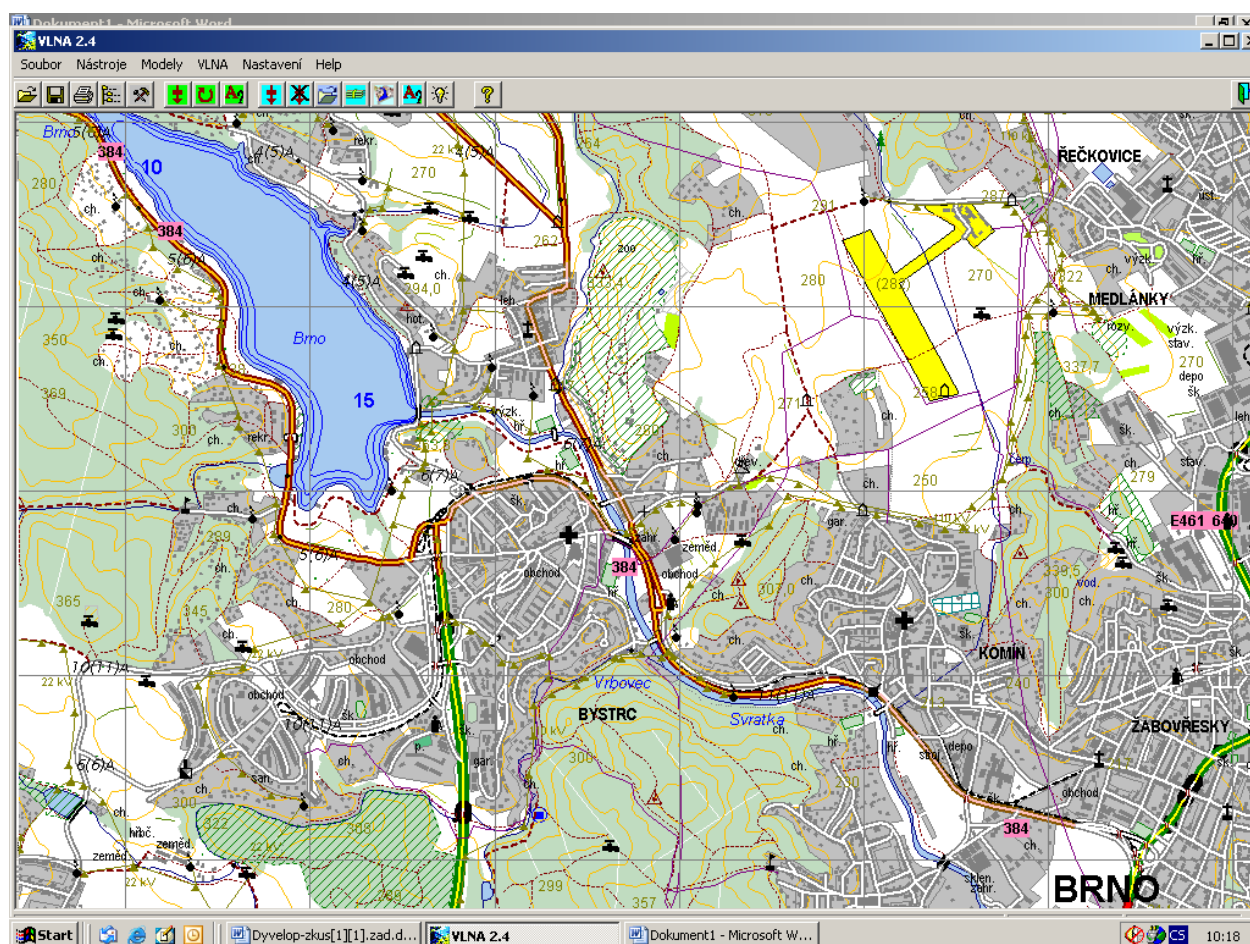
Název parametru	Význam
Název nádrže	Název charakterizující vodní dílo.
Maximální objem	Celkový objem vodní nádrže v m ³ .
Stav naplnění	Stav naplnění nádrže v %.
Šířka před hrází	šířka průřvy vodní nádrže před hrází. Pro předpověď se uvažuje nejhorší případ tj. zničení hráze v celé její délce.
Hloubka před hrází	Hloubka vodní nádrže před hrází. Výška hladiny je odvozena ze stavu % naplnění nádrže.
Hloubka pod hrází	Hloubka koryta řeky pod hrází.
Koeficient tvaru nádrže	Pro přibližný výpočet se používá rozmezí 2-3 (z hodnoty 1-8).
Výtokový součinitel tvaru koryta	Popisuje přibližně tvar koryta řeky a tvar údolí pod hrází a může nabývat těchto hodnot: Tvar trojúhelníku = 0,4 Tvar parabola = 0,6 Tvar pravoúhlý = 0,9 Nebo jiná hodnota stanovená odhadem.
Čas protržení	Čas, který se automaticky bere ze systému a je možné ho upravit. Od tohoto času se počítají výsledné časové charakteristiky vlny.
Profil	Název profilu. Automaticky se při vkládání profilu použije název Profil č. xx, kde xx je pořadové číslo profilu směrem

	od hráze. Je možné jej modifikovat jen v dialogu vkládání profilů.
Nadmořská výška	Nadmořská výška profilu v metrech. Údaj se vkládá automaticky z digitálního modelu terénu při umístění profilu v mapě. V případě potřeby je možné jej modifikovat.
Vzdálenost od předchozího profilu	Vzdušná vzdálenost od předchozího profilu v metrech. Údaj se automaticky vkládá při umístění profilu v mapě. V případě potřeby je možné jej modifikovat.
Tvar údolí v profilu	Střední rychlost postupu průlomové vlny závisí mimo jiné na tvaru a šířce údolí, na výskytu porostu a jiných zábran. Pro přibližný výpočet je možné vliv těchto faktorů rozdělit do čtyř skupin: A, široké záplavové údolí B, klikaté údolí s porostlým nebo nerovným kamenitým povrchem, s měnící se šířkou údolí C, středně úzké údolí, bez větších překážek, upravené regulované koryto řeky D, úzké údolí, mírné klikaté řečiště s příkrými břehy Hodnota se vkládá při umístění profilu v mapě. V případě potřeby je možné jej modifikovat.

Zobrazení v mapě:



Zobrazení profilů v mapě:



Výstupní parametry:

Název parametru	Význam
Vzdálenost profilu od hráze	Udává součet vzdušných vzdáleností jednotlivých profilů. Je to tedy vzdálenost od hráze po přímkových úsecích , nikoli skutečná vzdálenost.
Výška vlny v profilu	Představuje maximální výšku vodní hladiny v daném profilu v průběhu průchodu průlomové vlny. Parametr určuje, jak velké okolí toku bude zaplaveno.
Doba příchodu vlny v profilu T+	Udává dobu od okamžiku narušení hráze do příchodu čela vlny do profilu.
Doba průchodu vlny profilem	Udává dobu, po kterou bude mít v daném profilu průlomová vlna významné účinky.
Skutečný čas příchodu vlny do profilu	Absolutní časový údaj odvozený z času protržení hráze a doby příchodu vlny do profilu.
Skutečný čas průchodu záď vlny	Absolutní časový údaj odvozený z času protržení hráze a doby příchodu vlny profilem.
Průtočné množství v profilu	Maximální průtočné množství v profilu, které dává představu o ničivé síle vlny v tomto místě.

Ke snadnému využití zmíněného programu lze použít pomocníka. Pomocník souží k výpočtu a zobrazení průlomové vlny vzniklé havárií konkrétního vodního díla. Využívá při tom předem uložená vstupní data. Vzorovým příkladem je vodní dílo Slapy, přičemž vstupní data a mapy jsou součástí instalace programu.

2 MIKE FLOOD

Je dynamickým spojením jednodimenzionálního a dvojdimenzionálního balíku sloužícího pro modelování povodní. Nový nástroj je sestavený z komponentů převzatých z nejrozšířenějších povodňových modelovacích balíků MIKE 11 a MIKE 21, rozšířených o nové rysy, které jsou zaměřeny především na modelování povodní. Kombinace předchozích programů zajišťuje maximální flexibilitu a umožňuje uživateli vymodelovat některé oblasti ve 2D prostoru, zatímco další oblasti mohou být modelovány v 1D.

MIKE FLOOD poskytuje efektivní spojení mezi řekou, povodňovou oblastí nebo mezi mořem a vnitrozemskými vodními cestami, zátokami a lagunami.

Program značně využívá GISu jako nástroje pro znázornění automatizovaného vývoje modelu a mapování záplavového území.

Detaily programu

Jedná se o dynamické spojení jednorozměrného modelu říční hydrauliky MIKE 11 a dvojrozměrného modelu povrchových vod MIKE 21

Umožňuje vytvořit model povodňové oblasti a pobřežní zóny v 2D a současně dovoluje provést modelování říční hydrauliky v 1D.

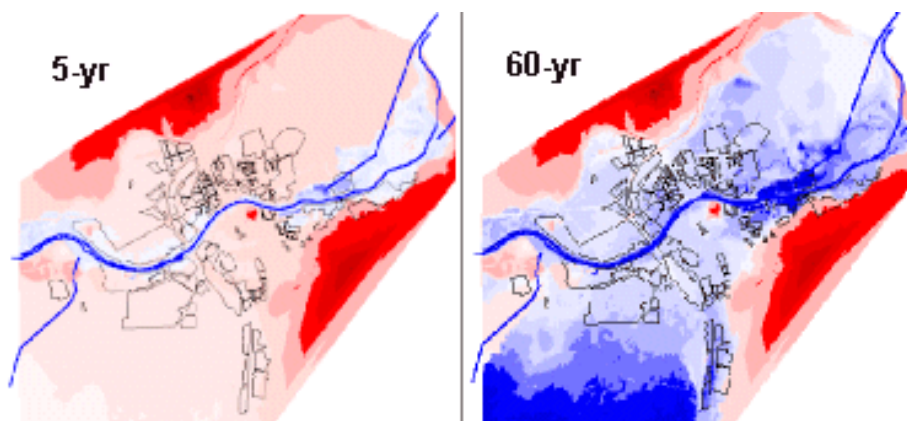
Umožňuje také:

- 1 zobrazit inundační území, pobřežní zónu nebo další oblasti ve 2D k již existujícímu modelu vytvořenému v MIKE 11
- 2 vyměnit Vámi vytvořené a propojené sítě povodňové oblasti v 1D modelu vytvořené v MIKE 11 za reálné modely 2D.
- 3 znovuožítí a propojení již existujících nastavení obou softwarů (MIKE 11, MIKE 21)

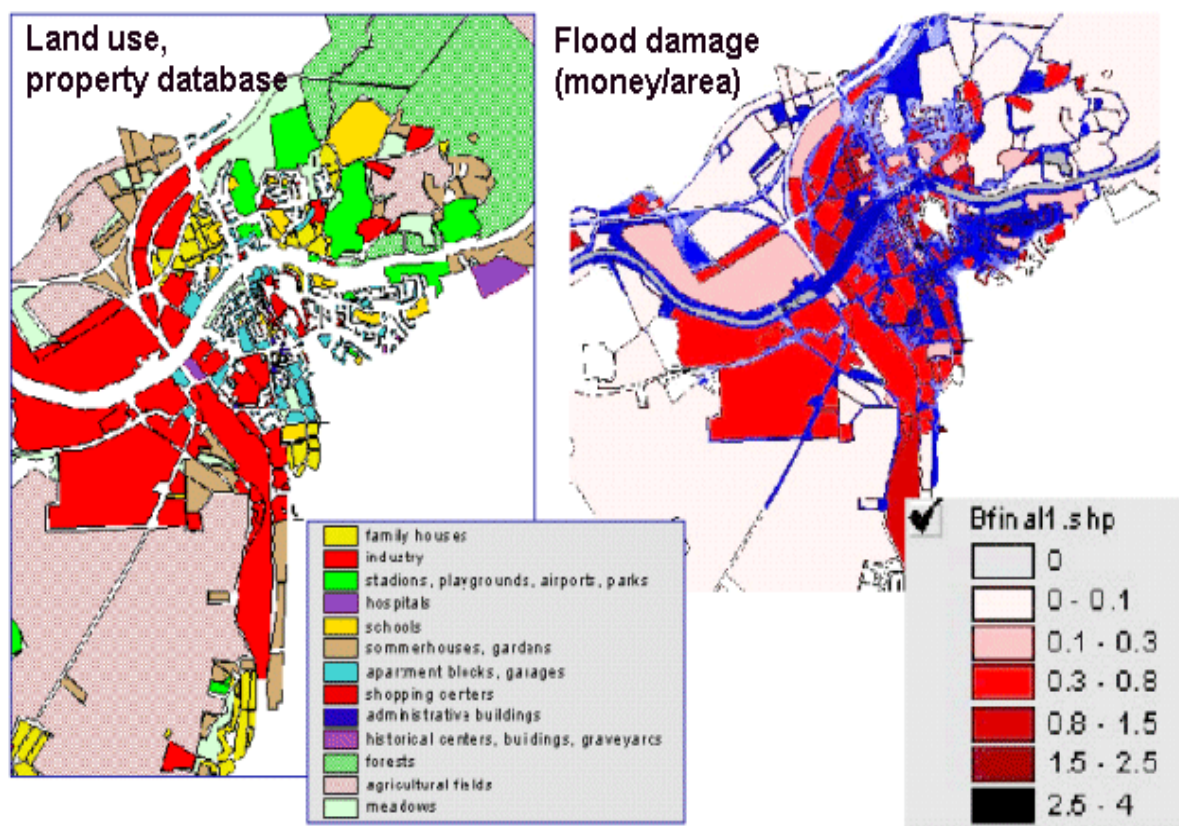
Uživatelské a grafické prostředí je stejné jako u modelovacích balíčků MIKE 11 a MIKE 21, což umožňuje uživatelům snadnou práci a údržbu.

Integrace v GIS

Komunikace s GIS umožňuje vytvoření výsledné mapy, která zobrazuje zaplavené území.



Lze také využít informace týkající se využití půdy uložených v GIS. Mohou být použity pro následný výpočet vzniklých škod na majetku po povodni.



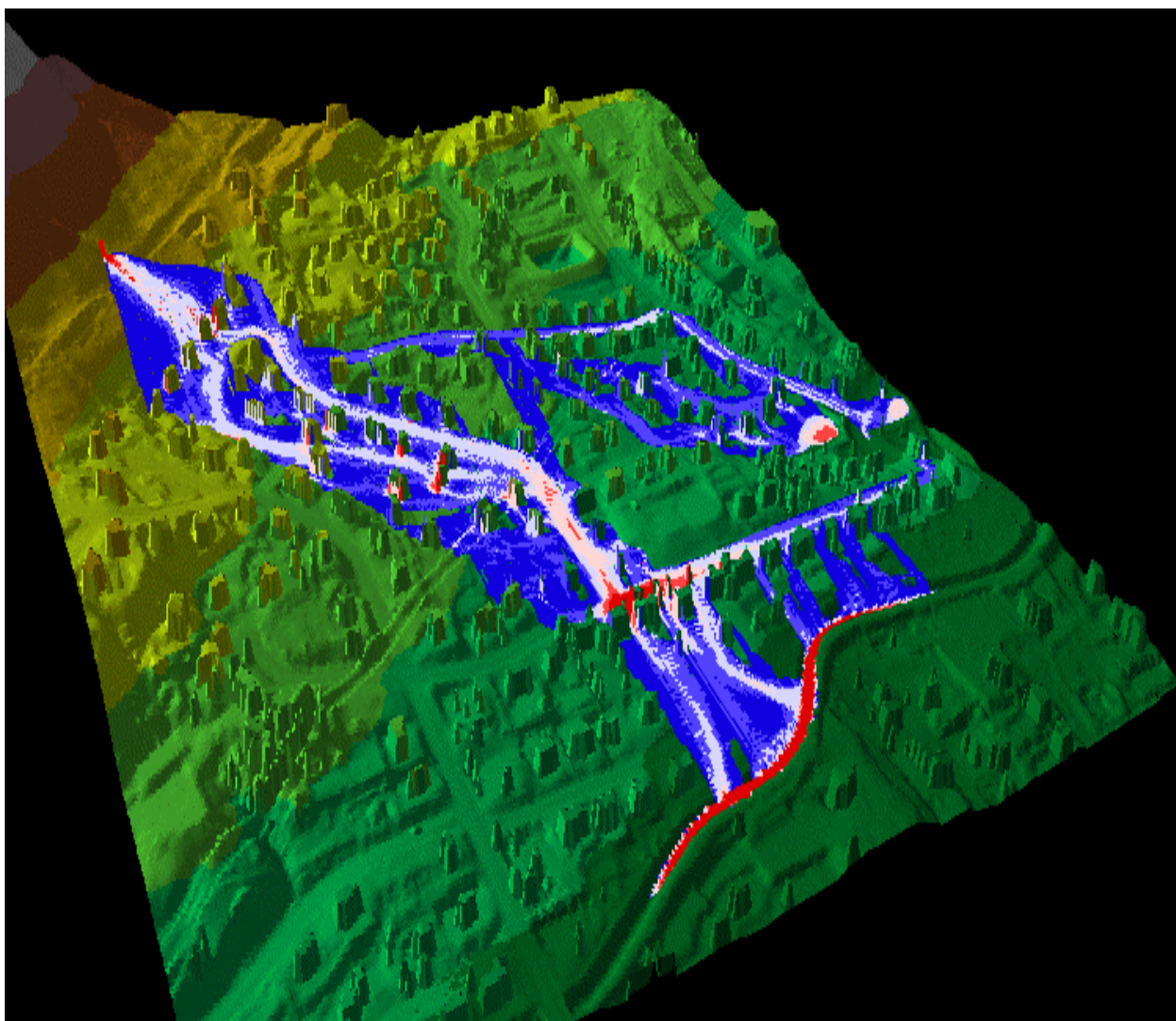
Využití půdy, databáze majetku

povodňové škody (peníze/oblast)

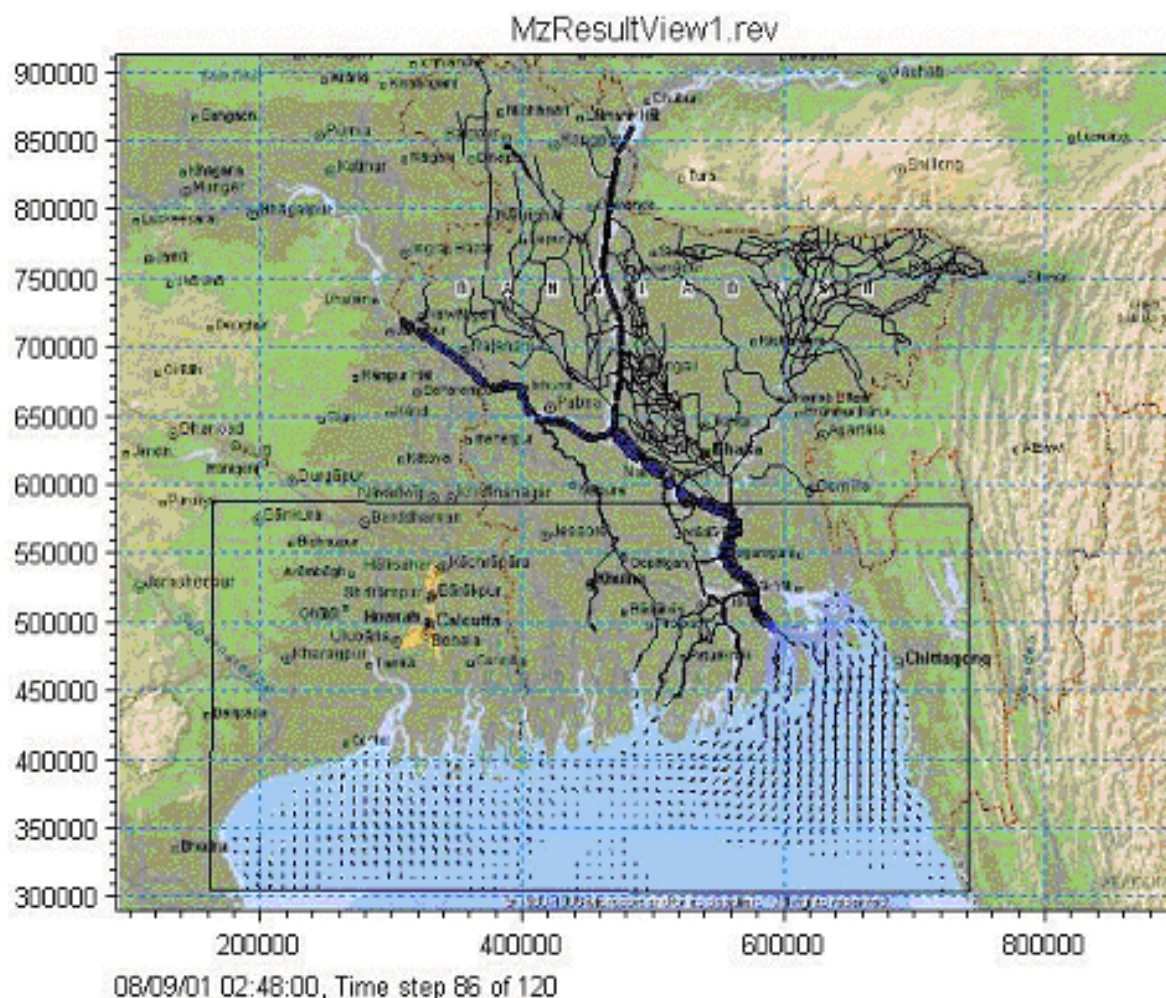
Oblasti aplikace

MIKE FLOOD může být využit pro simulaci:

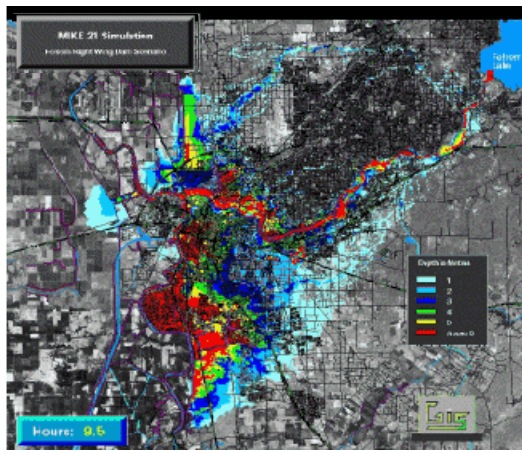
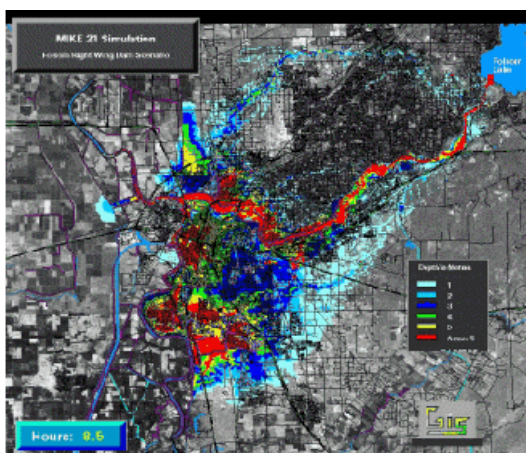
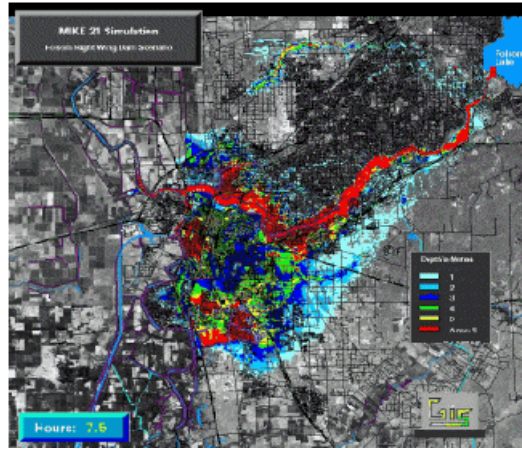
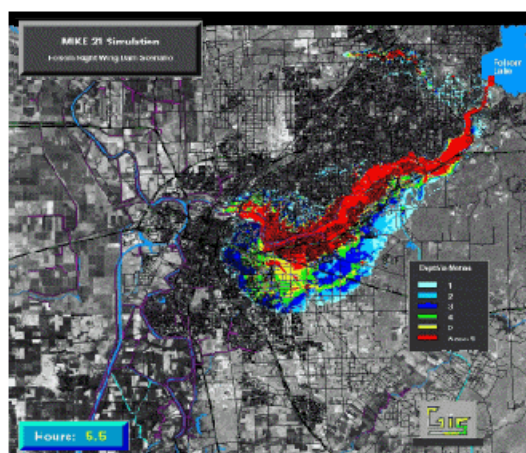
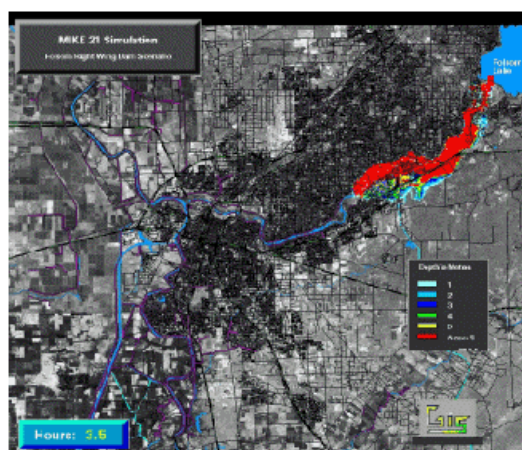
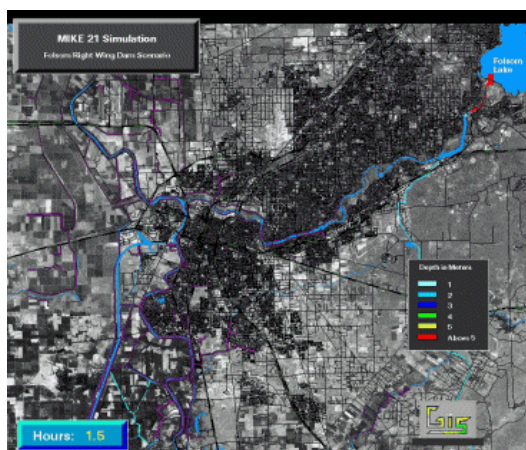
- Záplav způsobených řekami a vlnobitím v oblastech pobřeží
- Detailního vzoru inundačního území na základě rychlosti proudění a hladiny vody
- Výměny vody mezi kanály, kanály a přiléhající inundační oblastí, rybníky, nádržemi, jezery atd.
- Záplavové vlny způsobené protržením hráze.



Příklad aplikace: Záliv Bengálska (2D) a významnější řeky v Bangladéši (1D):



Program byl nedávno přijat americkou agenturou FEMA (Federal Emergency Management Agency). Byl zařazen do seznamu programů používaných pro hydraulické modelování, které mohou být použity jako národní pojišťovací programy při povodních (NFIP - National Flood Insurance Programme). Program může být nyní využit k vytváření projektů zahrnujících mapování rizik záplav, ale i dalších projektů vztahujících se k pojištění proti záplavám. FEMA schválila tento program díky již dříve odzkoušeným programům MIKE 11 a MIKE 21, které byli předchůdcem programu MIKE FLOOD.



Cena

Ortogonalní síť pro 25.000 buněk

4.900 €

Ortogonalní síť pro 80.000 buněk

9.200 €

Bez limitu

19.800 €

3 HEC-RAS

Úvod

HEC-RAS je software vyvinutý americkou armádou. Pomocí něj je možno provádět kalkulace jednorozměrných ustálených a nestabilních toků. Program umožňuje do výpočtu zahrnout také pohyb splavenin.

Systém modelování byl vyvinut jako část „Next Generation“ hydrologického inženýrského softwaru. NexGen projekt zahrnuje několik aspektů hydrologického inženýrství, včetně:

- Analýzy odtoku vodních srážek.
- Říční hydrauliky.
- Simulace nádržových systémů.
- Analýzy povodňových škod.

Všeobecná filozofie systému

HEC-RAS je integrovaný systém softwaru, určený pro interaktivní užití. Součástí systému jsou tři jednorozměrné hydraulické analýzy určené pro:

- Výpočet profilů povrchových ustálených vodních toků.
- Simulaci nestabilních toků.
- Výpočet profilu ustáleného toku povrchových vod.
- Simulaci nestabilního toku.
- Výpočet pohyblivé hranice transportu splavenin.

Důležitou roli hraje fakt, že pro výpočet všech třech částí budou použita geometrická data zjištěná běžným způsobem. HEC-RAS je navržen pro jednorozměrné hydraulické výpočty jak přírodních tak uměle vybudovaných vodních sítí.

Uživatelské rozhraní

Uživatel komunikuje se systémem pomocí grafického uživatelského rozhraní (GUI). Design byl navržen tak, aby vytvářel uživatelsky snadné prostředí. Rozhraní poskytuje následující funkce:

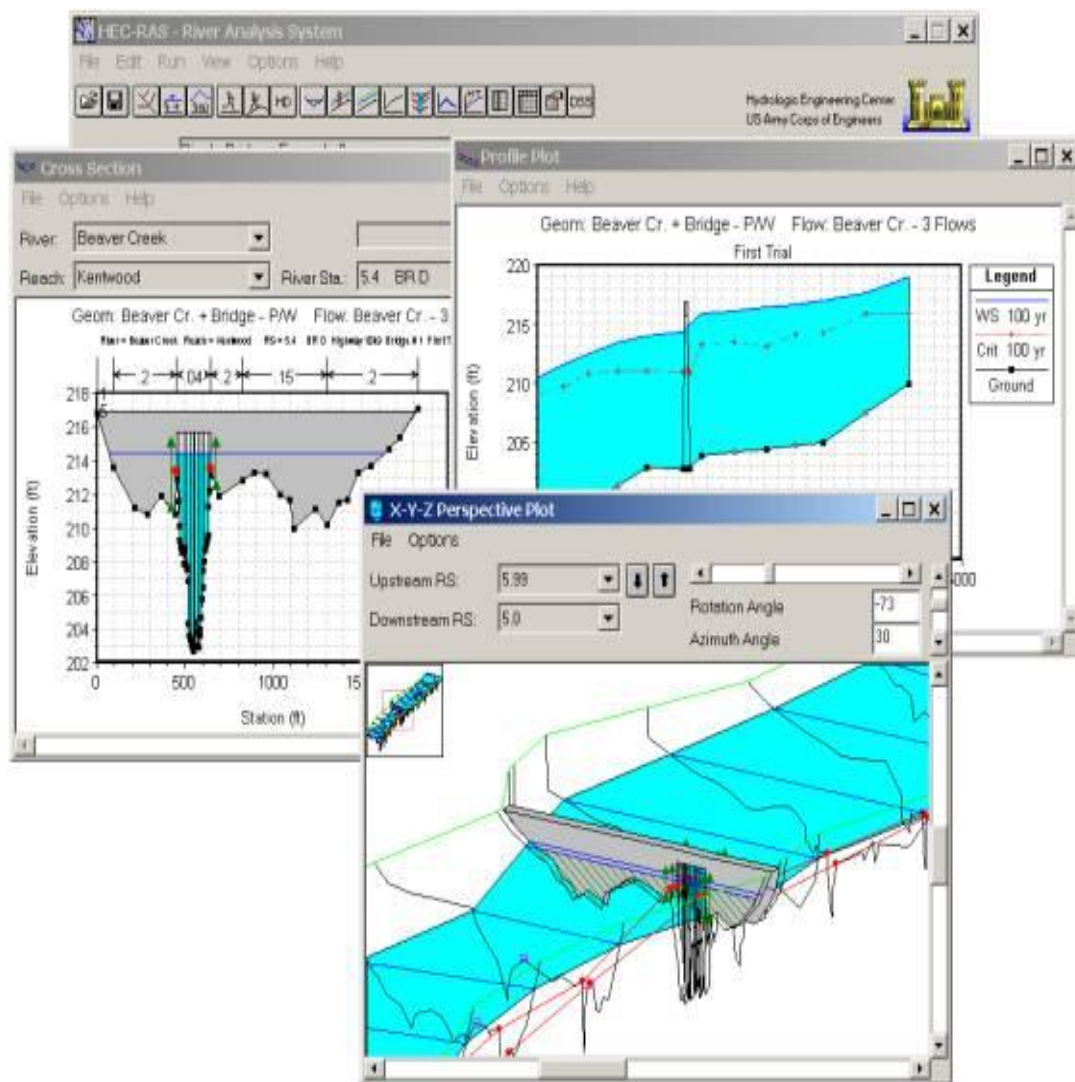
- práce se soubory,
- vkládání dat a jejich úprava,
- hydraulické analýzy,
- tabelace a grafické ukázky vstupu a výstupních dat,
- on-line nápovědu.

Práce s HEC-RAS – celkový pohled

HEC-Ras je program umožňující vytvářet hydraulické analýzy. Systém je schopen vytvářet kalkulace profilů trvalých a nestabilních povrchových vodních toků a zahrnuje také kalkulaci pohybu splavenin.

Uživatel může pro svou práci využít různé typy rozborů, které jsou součástí balíku HEC-RAS. Jedná se o data, která jsou kategorizována následujícím způsobem:

- vstupní data,
- geometrická data,
- údaje týkající se ustálených toků,
- údaje týkající se nestabilních toků,
- hydraulické konstrukční údaje.



Cena

Profesionální verze

\$ 495.00

(tištěný manuál a CD + neomezená technická podpora)

Download

\$ 95.00

(jen software, omezená technická podpora)

4 BOSS DAMBRK

BOSS DAMBRK umožňuje práci jak s 2D tak 3D grafy a dává uživateli na výběr z několika grafických fontů. Je nejpokročilejším, snadno použitelným softwarem, který lze použít pro sledování povodní. Software je možno použít pro poruchy mostů a hrází, akumulární efekty, tok inundačním územím a utlumení záplavové vlny. Je používán pro dynamické transformace povodňové vlny, bezpečnostní analýzu hráze a pro analýzu přepadu vody nádrže. Je navržena FERC, U. S. pozemními silami ženíjního vojska, státními agenturami a poradci z celého světa. Software je možno zpustit na osobních počítačích a fakticky podporuje všechny grafické displeje, tiskárny a plottery.

Je velmi snadné naučit se pracovat a používat zmíněný software. Vkládání, práce s daty nebo jejich změna vstupních dat je považována rovněž za snadnou. Přátelské uživatelské rozhraní umožňuje uživateli rychlé definování modelu. Uživatel má k dispozici nápovědu a profesionální dokumentaci, která mu je nápomocny k vytvoření uživatelem požadovaného modelu. Je také možno importovat data z již existujících databází a tyto pak použít při analýze modelu.

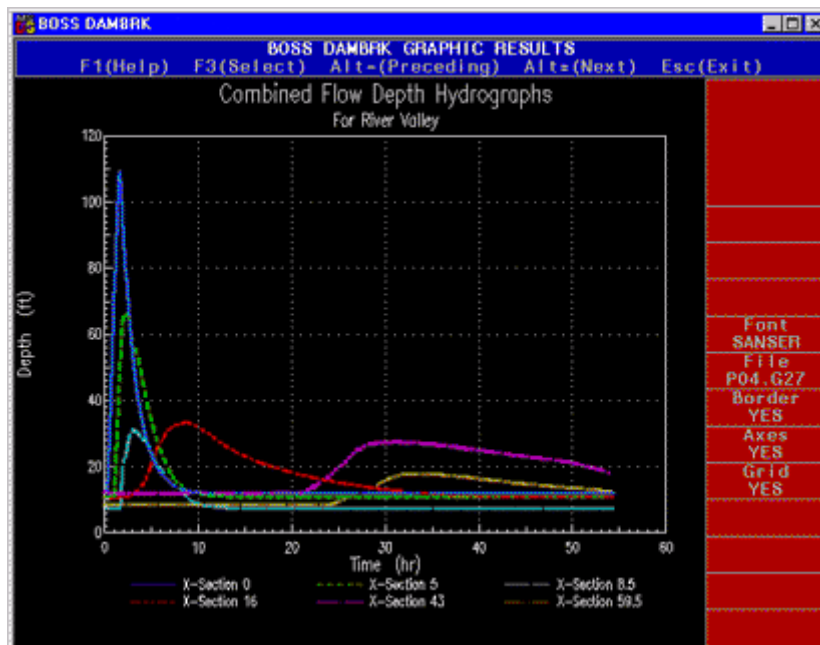
Vestavěná kontrola dat

Vámi vložená vstupní data jsou automaticky kontrolovány pomocí integrovaného expertního systému BOSS ADVISOR. Jestliže systém odhalí chyby ve vstupních datech, upozorní Vás na chybu a poskytne návod, jak lze chybu odstranit. Systém BOSS ADVISOR je schopen rozpoznat chyby nejen ve vstupních údajích, ale poukazuje na chyby, kterých se uživatel dopustí při vytváření samostatného modelu.

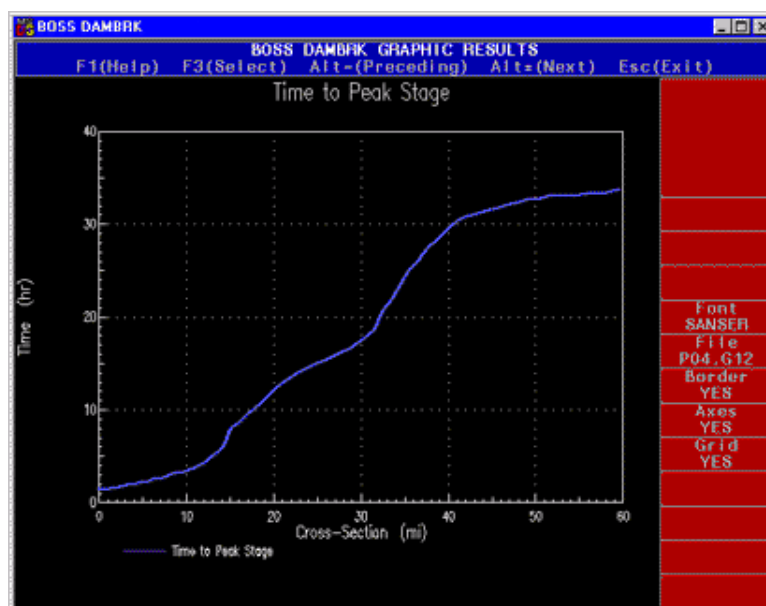
Bezkonkurenční grafika

BOSS DAMBRK zobrazuje přes 30 různých kvalitních grafů zahrnujících nákres počátečního stavu, mapu inundačního území, nákres čáry odtoků, souhrnný nákres čar odtoků, nákres časové historie a 3D nákres koryta řeky, které Vám umožní rychlé zhodnocení vaší práce. Software umožňuje uživateli vybrat a vytisknout jeden, několik nebo všechny vytvořené a jím zvolené grafy.

Grafy vytvořené pomocí analýz z minulého období mohou být navrstveny na analýzy nynější, což dovoluje snadné srovnání výsledků (například: protržení hráze s neporušenou čarou odtoku).



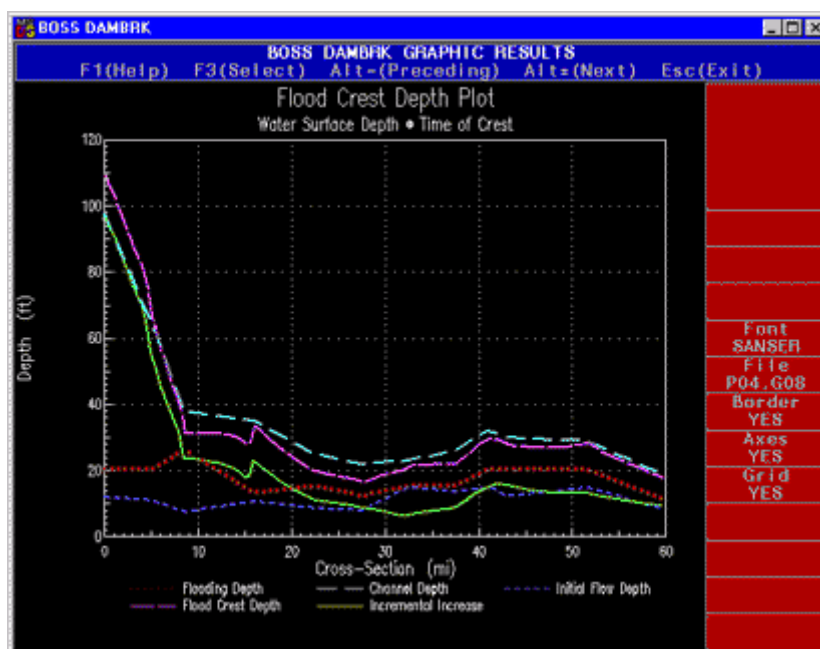
BOSS DAMBRK navíc zahrnuje ovladač BOSS DIG (zařízení nezávislé grafiky), který dovoluje, aby byly grafy vytištěny na jakékoli podporované laserové tiskárně, plotteru nebo maticové tiskárně. Grafy mohou být také exportovány jako soubor do běžných grafických formátů. Takto uložené soubory je poté možno importovat do mnoha CAD systémů a textových editorů.



Model BOSS DAMBRK

BOSS DAMBRK je zdokonalenou verzí modelu NWS DAMBRK. Výhoda je spatřována v tom, že případné chyby jsou nalezeny již v průběhu zpracování modelu a uživatel je tak může včas napravit. Další předností stávajícího softwaru je rychlost zpracování, která se zvýšila ze 700 časových kroků na 1200 oproti softwaru NSW DAMBRK.

BOSS DAMBRK je umožňuje, aby součástí jedné analýzy bylo posouzení 10 hrází nebo mostních konstrukcí. Podporuje také modelování režimů podkritických, nadkritických a smíšených toků. Mohou být také analyzovány šikmé přepadové hrany hrází a mostovek. K jednotlivým příčným řezům mohou být připojeny vysvětlivky, které mohou být rovněž znázorněny v pozadí výstupu konkrétní analýzy.



BOSS DAMBRK je novým softwarem, který umožňuje pochopit situaci po protržení přehradní hráze a použití hydrodynamické teorie, která souží pro předpovídání rozvoje a směru vzniklé záplavové vlny. Program bere v úvahu účinky přítoku do nádrže, formování protržení, přepad vody a turbíny, akumulaci v údolí, třecí odpor, boční přítok a proudění. BOSS DAMBRK zaznamená časový průběh záplavové vlny, časový stupeň povodně, čas vyvrcholení povodně a odpovídající zvýšení hladiny povrchové vody.

Program také dovoluje využít jakýkoli již dříve vytvořený příčný řez jako šablonu pro vytvoření nového. Zmíněná funkce výrazně zkrátí uživateli dobu potřebnou pro zadávání vstupních dat. Program současně podporuje jak imperiální tak metrické (SI) jednotky, což umožňuje uživateli práci a změnu jednotek kdykoli během vytváření modelu.

Cena

Aktualizace (standardní verze na profesionální)	\$ 500.00
Standardní verze	\$ 995.00
Profesionální verze	\$ 1495.00