

VÝVOJ SIMULAČNÍCH MODELŮ MNOŽSTVÍ A JAKOSTI POVRCHOVÝCH VOD

V rámci výzkumného záměru probíhá vývoj a realizace nástrojů pro simulační modelování množství a jakosti povrchových vod v rozsáhlých povodích. Modelové nástroje umožní automatizované provádění simulačních výpočtů s cílem podpořit plánovací a rozhodovací procesy v oblasti ochrany vod a účelného hospodaření s vodou. Významnou možnost využití těchto nástrojů také představuje jejich aplikace pro zjišťování dopadu klimatických změn na hydrologický režim toků a užívání vod. Nástroje pro řešení problematiky množství povrchových vod jsou v současné době uváděny do praxe při řešení konkrétních úloh, nástroje pro řešení okruhu jakosti povrchových vod jsou ve stadiu vývoje.

Jsou vyvíjeny softwarové nástroje (aplikace, programy), zaměřené na simulační modelování množství a jakosti povrchových vod. Jde o nástroje umožňující provádění vodohospodářských výpočtů v rozsáhlých povodích. V současné době byl dokončen vývoj aplikací zaměřených na simulační modelování množství povrchových vod. Aplikace pro simulační modelování jakosti povrchových vod jsou v současné době ve stadiu vývoje. Protože jsou dílčí aplikace pro řešení problematiky množství i jakosti vod pojaty jako součást jednoho (modulárního) systému, zmiňujeme zde i rozpracované nástroje z oblasti jakosti vod.

Samostatné aplikace – funkční modely

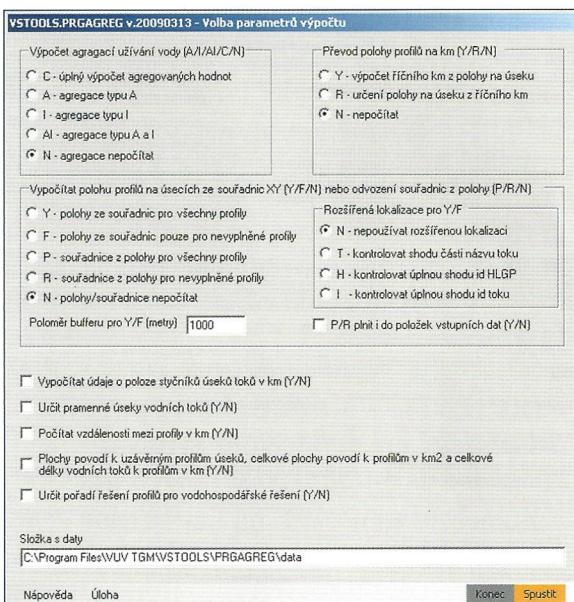
Systém simulačních modelů je realizován formou samostatných aplikací (modulů), kte-



Obr. 1. V rámci výzkumného záměru probíhá vývoj ucelené skupiny aplikací

Poznámka: Nástroje jsou interně označovány zkratkou – akronymem „VSTOOLS“, popř. dále v kombinaci s označením konkrétní aplikace nebo tzv. sestavení (viz dále). Pro potřeby této prezentace zachováváme z důvodu přehlednosti použití uvedeného pracovního označení.

ré umožňují samostatné provádění tematicky ucelených výpočtů. Pro tento účel disponují jednotlivé aplikace samostatným uživatelským rozhraním (obr. 2) umožňujícím volbu parametrů výpočtu, zadávání vstupních dat, uživatelskou dokumentaci atd.



Obr. 2. Ukázka uživatelského rozhraní aplikace PRGAGREG

V současné době jsou realizovány následující aplikace:

PRGAGREG – analýzy objektů Nástroje pro analýzy říční sítě a objektů na říční síti a vztahů mezi nimi

Aplikace obsahuje nástroje pro provádění analýz struktury říční sítě, struktury vodohospodářské soustavy a lokalizaci objektů na říční síti (s využitím GIS vrstev v exportních formátech MapInfo Professional), dále umožňuje výpočet souhrnných (agregovaných)

ploch povodí a délka vodních toků v povodích příslušejících k jednotlivým profilům soustavy atp.

PRGSIMUL – simulační výpočty Vodohospodářské řešení množství povrchových vod

Aplikace provádí simulační výpočty v rámci definované vodohospodářské soustavy. Vstupními daty této aplikace jsou časové řady hodnot měřených nebo syntetických průtoků (ve zvoleném, obvykle měsíčním časovém kroku), dále požadavky na užívání vody k modelované časové úrovni (odběry povrchové a podzemní vody, vypouštění vody, požadavky na zachování hladin, minimálních průtoků atp.) a technické parametry jednotlivých prvků vodohospodářské soustavy. Manipulace na vodních dílech (nádržích, odběrech do převodů vody) je při simulaci zahrnuta podle manipulačních pravidel zavedených do modelu (buď z platných manipulačních řádů, nebo pravidel nově navrhovaných). Výstupem výpočtů jsou časové řady aktivit jednotlivých prvků/profilů soustavy (obr. 3), včetně indikace splnění nebo nesplnění požadavků na užívání vody v konkrétním časovém kroku řešení.

PRGSTATG – statistické výpočty Statistické vyhodnocení a grafické zpracování vodohospodářských dat

Aplikace je zaměřena na statistické vyhodnocení vodohospodářských dat. Na základě vstupních dat (časových řad) jsou sestavovány čáry překročení, histogramy změn průto-

ků nádržemi a četností hladin nádrží, pravděpodobnostní pole hladin nádrží, podélné profily ovlivnění průtoků na vodních tocích, grafy průběhu časových aktivit v jednotlivých profilech a dále také souhrnné statistické charakteristiky, jako je výpočet zabezpečeností požadavků podle trvání, opakování a dodávky vody, údaje o četnostech poruch zásobních prostorů nádrží apod. Dalšími výstupy jsou vyhodnocení bilančních stavů jednotlivých jevů, výpočty celkových bilančních stavů v profilech nebo například výpočty ekologických stavů vodních útvarů.

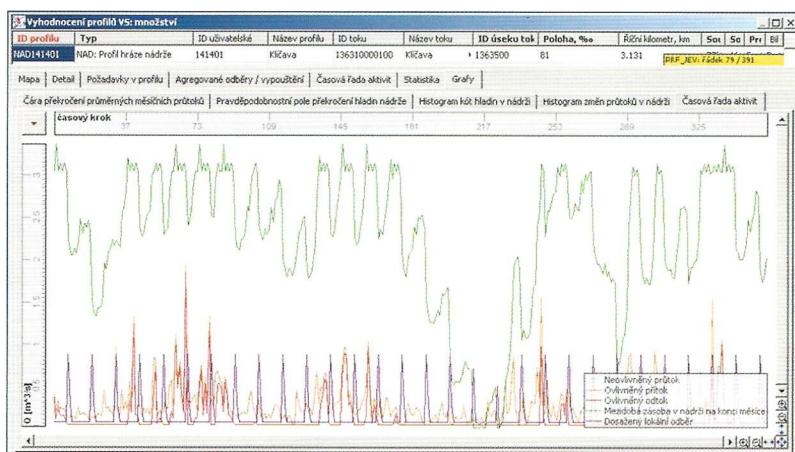
PRGANJAK – transformační výpočty Analýzy sítí profilů a ukazatelů na vodních tocích

Aplikace je určena k přepočtům (transformacím) hodnot jakostních ukazatelů ze sítě profilů sledování jakosti povrchových vod do profilů, v nichž sledování jakosti není k dispozici. Aplikace dává uživateli možnost nastavení parametrů výpočtu (obr. 4) tak, aby mohlo být dosaženo co nejvyšší přesnosti/věrohodnosti přepočtu hodnot.

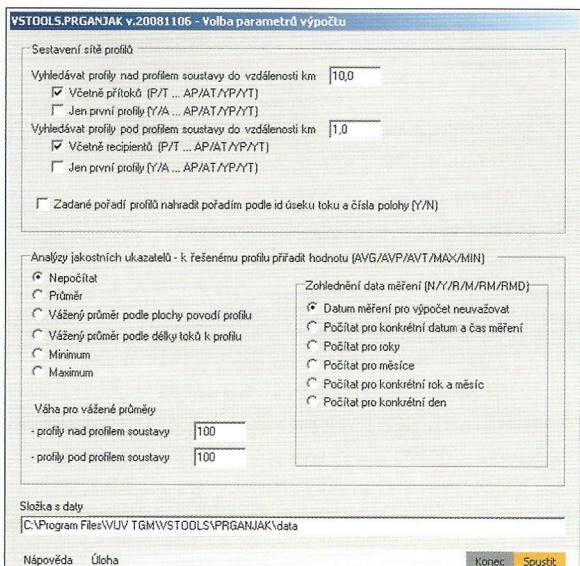
UI – správce úloh

Univerzální správce úloh, řízení výpočtu a editace dat

Aplikace je určena ke správě úloh a řízení výpočtů. Jejím úkolem je řízení výpočtů prováděných jak prostřednictvím výše uvedených aplikací, tak prostřednictvím dalších aplikací/programů, jejichž běh lze řídit pomocí parametrů. Aplikace zároveň umožnuje integraci vhodných editorů dat.



Obr. 3. Ukázka zobrazení výstupních dat simulačního modelu množství povrchových vod – časové řady simulovaných aktivit v profilu vodní nádrže Klíčava na Klíčavě



Obr. 4. Ukázka možností nastavení transformačních výpočtů v prostředí uživatelského rozhraní aplikace PRGANJAK

Další aplikace

Pro editaci dat a jejich zobrazení je využíván specializovaný editor, vyvinutý externím dodavatelem. Data však mohou být připravována/editována s použitím libovolného jiného nástroje – tj. běžně dostupného editoru, databázového systému apod. Podmínkou správné funkce aplikací je pouze dodržení požadavků na strukturu uložení dat (datový model).

Aplikace pro řešení problematiky simulačního modelování jakosti povrchových vod v rozsáhlých povodích jsou v současné době ve stadiu vývoje.

Komplexní sestavení modulů

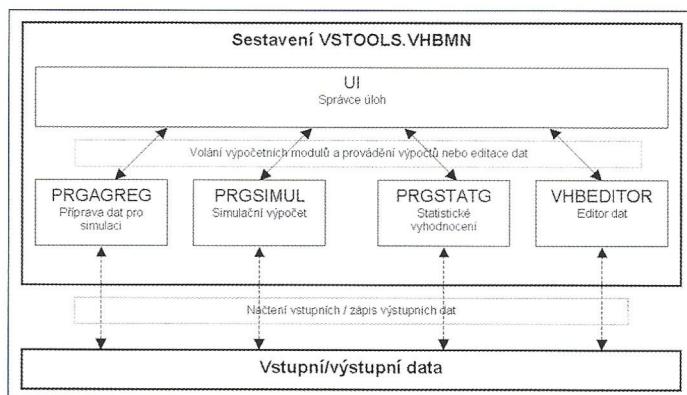
Kromě samostatného použití mohou být uvedené aplikace použity také v režimu tzv. sestavení. Takovéto sestavení pak představuje

skupinu navzájem koordinovaně pracujících aplikací, provádějících postupně celou řadu vzájemně navazujících operací a výpočtů. To je výhodné zejména v případě potřeby komplexních výpočtů, kdy by zadávání a provádění jednotlivých kroků výpočtu samostatně bylo extrémně náročné na čas i na správné zadání potřebných parametrů.

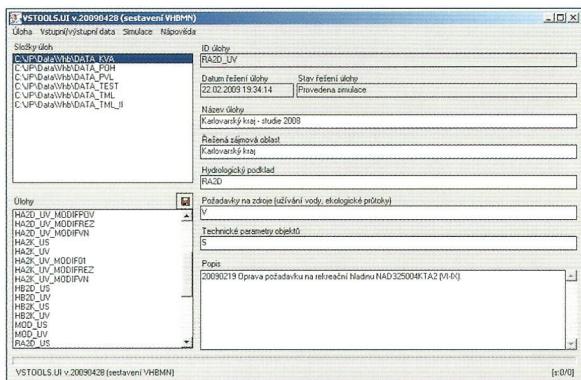
V současné době jsou realizována a pro výpočty používána dvě takováto sestavení – první představuje simulační model množství povrchových vod, druhé je určeno pro výpočty zaměřené na transformace hodnot jakostních ukazatelů v profilech sledování jakosti povrchových vod do zájmových profilů a je využíváno mj. při řešení problematiky dopadu změn jakosti vody na populace raků v České republice. První aplikaci (sestavení shora popsaných nástrojů) si dále představíme podrobněji.

Simulační model množství povrchových vod – zásobní funkce vodo hospodářské soustavy

Příkladem využití sestavení výše uvedených aplikací pro komplexní výpočty je tvorba simulačního modelu zásobní funkce vodo hospodářské soustavy, umožňujícího (v popisované ukázce) řešení problematiky vodo hospodářské bilance množství povrchových vod v oblasti povodí. Interně je toto sestavení označeno jako sestavení VSTOOLS.VHBMN (obr. 5). Z obrázku je patrné zapojení jednotlivých aplikací do modelu. Výpočty jsou řízeny prostřednictvím samostatné aplikace univerzálního uživatelského rozhraní (obr. 6). Všechny výpočty probíhají nad daty uloženými ve společném datovém modelu.



Obr. 5. Funkční schéma sestavení simulačního modelu množství povrchových vod (sestavení VSTOOLS.VHBMN)



Obr. 6. Ukázka uživatelského rozhraní – sestavení pro simulační model množství povrchových vod

Princip aplikace simulačního modelu lze s určitou mírou zjednodušení popsat takto:

Na reálné oblasti povodí je vymezena vodo hospodářská soustava, tj. je proveden výběr prvků, které charakterizují chování soustavy z hlediska množství povrchových vod. Jde o prvky/profily plnící funkci regulace odtoku (vodní nádrže a převody vody), s vlivem/po žadavkem na zdroje vody (odběry a vypouštění vody, zajištění minimálních průtoků, hladin apod.), profily plnící kontrolní funkci (hodnocení vlivu užívání vody na průtokový režim) a profily s údaji o hydrologických údajích (vodoměrné stanice).

Simulační model pak modeluje chování soustavy v diskrétních časových krocích na základě znalosti časových řad přirozených průtoků, požadavků užívání vody, technických parametrů prvků soustavy a do modelu zavedených pravidel regulace odtoku (manipulačních pravidel). Časové řady průtoků se do profilů vodo hospodářské soustavy odvozují z vodoměrných stanic (analogonů) metodou hydrologické analogie.

Struktura prvků soustavy a nároků na užívání vody jsou v simulačním modelu považovány za konstantní a chování takto fixované

soustavy je v rámci hydrologického podkladu prošetřeno v různých hydrologických situacích. V terminologii modelování jde o aplikaci statického popisného simulačního modelu. Model simuluje zásobní funkci soustavy v průběhu délky do řešení zavedeného hydrologického podkladu.

Výstupem řešení jsou časové řady aktivit (tj. ovlivněných průtoků, realizovaných odběrů a vypouštění vody, mezdobých zásob vody v nádržích) v profilech soustavy, které jsou podkladem pro získání výstupů v požadované formě (podrobněji viz aplikace PRGSTATG).

Simulační model byl v popisované formě vyvinut jako nástroj pro zpracování vodo hospodářské bilance současného a výhledového stavu množství povrchových vod. Možnosti jeho využití jsou ale mnohem širší. Jde o posuzování požadavků na užívání vod vzhledem k dostupným kapacitám vodních zdrojů, vyhodnocování míry ovlivnění hydrologického režimu vodních toků za současných, popř. změných klimatických podmínek, posuvání návrhů opatření pro dosažení dobrého ekologického stavu vodních útvarů atp.

Model byl provozně ověřen a využit pro zpracování celé řady výpočtů z oblasti vodního hospodářství. Mezi již řešené úlohy patří výpočty vodo hospodářské bilance množství povrchových vod, provedené pro oblasti povodí Horní Vltavy, Dolní Vltavy a Berounky, dále studie zaměřené na analýzy dopadu případných klimatických změn na hydrologický režim toků a na plnění požadavků na užívání vody v povodích Vltavy, Labe a Ohře, dále byla provedena podrobná studie dopadů klimatických změn na vodní hospodářství v Karlovarském kraji a také specializované studie zaměřené na výhledové možnosti zajištění odběrů povrchových vod pro uvažovaný rozvoj energetiky.

Kontakt:

Ing. Jiří Picek, Výzkumný ústav vodo hospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,
tel.: 220 197 426, e-mail: jiri_picek@vuv.cz

Ing. Petr Vyskoč, Výzkumný ústav vodo hospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,
tel.: 220 197 425, e-mail: petr_vyskoc@vuv.cz