

Software pro automatizované řešení zásobní funkce vodohospodářské soustavy

Pavel Menšík, Daniel Marton

Anotace:

Cílem příspěvku je snaha seznámit odbornou veřejnost s vytvořeným programovým prostředkem SOMVS (Simulační a optimalizační model vodohospodářské soustavy) a s jeho možnostmi použití. Program umožňuje automatizované vodohospodářské řešení zásobní funkce vodohospodářských soustav.

Annotation:

Aim of this paper is an effort give information expert public with created program tool SOMVS (Simulation and Optimization Model of Water Management System) and its application possibilities. The program allows automated solution water supply function of water management systems.

Klíčová slova:

Operativní řízení, optimalizační model, simulační model, systém zásobení vodou, vodohospodářská soustava.

Key words

Operative control, Optimization model, Simulation model, Water supply system, Water management system.

1 Úvod

Podle výsledků výzkumu [1] je účinek klimatických změn na minimální průtoky velmi významný a indikuje ohrožení zásobní funkce vodních zdrojů, které nemají dostatečnou akumulaci pro překrytí období sucha. Jednou z možností, jak předejít nebo úplně zabránit vzniku těchto problémů, je výstavba vodních nádrží nebo přehodnocení velikostí zásobních a ochranných objemů stávajících nádrží a změnit způsob manipulace s řízeným odtokem.

V návaznosti na klimatické změny a jejich vliv na vydatnost vodních zdrojů roste v současné době také potřeba zapojení progresivních metod do řízení provozu zásobní funkce nádrží. V budoucnu bude možno v současnosti používané způsoby řízení odtoku vody z nádrží rozšířit o automatizované řízení používající numerické metody. Takovéto metody však vyžadují mít k dispozici předpovědní modely přítoků vody do řízeného systému.

Řešení uvedených problémů vyžaduje odpovídající moderní programové prostředky. Dříve byly pro modelování používány velké sálové počítače a pro ně explicitně zpracované programy. Mezi tyto programy je možno například uvést SIM-VS [2, 3]. SIM-VS je simulační jazyk, pomocí kterého byla řešena většina vodohospodářských soustav ve Směrném vodohospodářském plánu. Vytvořený jazyk je procedurově orientovaný na bázi jazyka Elliott-Algol. Jinou metodou simulačního modelování vodohospodářských soustav, aplikovanou v ČSSR, bylo vytváření rozsáhlých univerzálních programů, které bylo možno dynamicky naplňovat podle specifických požadavků řešeného systému (viz projekt Sávy, 1972). Ve spojených státech amerických, ve státě Texas, byl na oddělení vodních zdrojů od roku 1969 vyvíjen počítačový program SIM Model. Pátá generace programu SIM-V Model [4] umožňovala simulovat a optimalizovat vodohospodářské soustavy a řešit v nich hydroenergetickou funkci. Program postrádal grafické uživatelské rozhraní. Pro práci s programem musel mít uživatel pokročilé znalosti v oblasti programování a také mít výbornou znalost vlastní filozofie programu. Program byl napsán v jazyce Fortran IV a byl vytvořen pro sálový počítač UNIVAC 1100/41.

Dále je například možno uvést programy AQUATOOL [5], MODSIM [6], HEC-ResSim [7], RIBASIM [8], Wargi-SIM [9] a WEAP [10]. Uvedené programy jsou vybaveny grafickým uživatelským rozhraním a jsou vytvořeny v souladu s dnešní úrovní výpočetní techniky. Programy umožňují simulovat provoz vodohospodářské soustavy. Při simulaci toku

vody je v programech používán složitý model říční sítě, který potřebuje mnohonásobně více vstupů, než vyžaduje vlastní zjednodušené vodohospodářské řešení zásobní funkce.

V současnosti není v ČR znám žádný programový prostředek, který by komplexně využíval dnešní úrovně výpočetní techniky a umožňoval zjednodušené řešení zásobní funkce vodohospodářské soustavy.

2 Metody

Vodohospodářskou soustavu definujeme, ve smyslu obecné definice systémů, jako množinu vodohospodářských prvků, spojených vzájemnými vazbami v účelový celek. Při definici vodohospodářské soustavy systémem zásobení vodou je z vodohospodářské soustavy vyjmuta pouze ta množina prvků a vazeb, která má přímý vliv na funkci zásobení vodou.

2.1 Matematický model zásobní funkce vodohospodářské soustavy

Obecně se teorií grafů a tokem v sítích zabývali například autoři v [11, 12]. Systém zásobení vodou je definován konstrukcí orientovaného ohodnoceného grafu $G(N, H)$ v [13]. $G(N, H)$ je tvořen množinou vrcholů grafu $N(n_i \in N)$ a hran grafu $H(h_{i,j} \in H)$. Množina vrcholů N je tvořena vrcholy vodních zdrojů, rozdělovacími uzly, nádržemi a odběrateli vody. Množinu hran grafu H tvoří koryta řek.

Při strategickém řízení toku vody systémem je délka časového kroku nejčastěji jeden měsíc. Doba, za kterou voda proteče celý systém, je obvykle výrazně kratší než délka zvoleného časového kroku. Uvedený předpoklad umožňuje zanedbat přechodové jevy ve hranách grafu. Spojité průtoky jsou na řešeném období nahrazeny průměrnými měsíčními průtoky. Výpočet toku vody hranami grafu je řešen zjednodušeně prostým bilancováním.

Pro systém zásobení vodou (strategické řízení) jsou formulovány dva základní typy úloh. Úloha optimálního řízení systému a úloha optimálního rozvoje systému. Úlohu optimálního řízení je možno použít všude tam, kde hledáme optimální tok vody systémem s definovanou strukturou, například pro řízení systému v reálném čase při existenci předpovědi přítoků vody do systému. Řešení úlohy optimálního rozvoje se provádí v případech, kdy struktura stávajícího systému přestane být dostačující a hledá se její nová podoba. Řešení je pak třeba provádět na velmi dlouhém období, zahrnujícím v reálných průtokových řadách desítky, v umělých pak stovky, tisíce až desetitisíce let.

Obě úlohy je možno formulovat jako nalezení vektoru neznámých \underline{X} , který obsahuje všechny neznámé veličiny. U úlohy optimálního rozvoje je vektor \underline{X} rozšířen o příslušná neznámá ohodnocení grafu (například zásobní objem nové nádrže). Prvky vektoru \underline{X} musí vyhovovat omezujícím podmínkám typu rovnice a omezujícím podmínkám typu nerovnosti, které plynou z ohodnocení grafu $G(N, H)$. Matematický model vychází z řídicích rovnic, které jsou dlouhodobě známé a detailně zpracované v [13]. Aby úloha měla řešení je nutno zadat počáteční a okrajové podmínky. Počáteční podmínka určuje počáteční plnění nádrže. Okrajové podmínky jsou průtokové řady ve vstupních profilech systému.

Pro stanovení jednoznačného řešení je nutné definovat kritériální funkci, která je funkcí hodnoty vektoru \underline{X} . Výsledným řešením je pak ta hodnota vektoru \underline{X} , pro kterou kritériální funkce dosahuje požadovaného extrému (maxima nebo minima). Tvar kritériální funkce závisí na řešeném účelu.

Formulované úlohy představují optimalizační problém, ve kterém jsou omezující podmínky lineární a kritériální funkce nelineární. K nalezení optimálního řešení je možné použít přímou optimalizační metodu (optimalizační model) nebo simulační model. Rozdíl obou přístupů je ve způsobu řešení. U optimalizačního modelu je vektor neznámých \underline{X} vyčíslován souhrnně jako celek. Pořadí plnění omezujících podmínek z hlediska pořadí

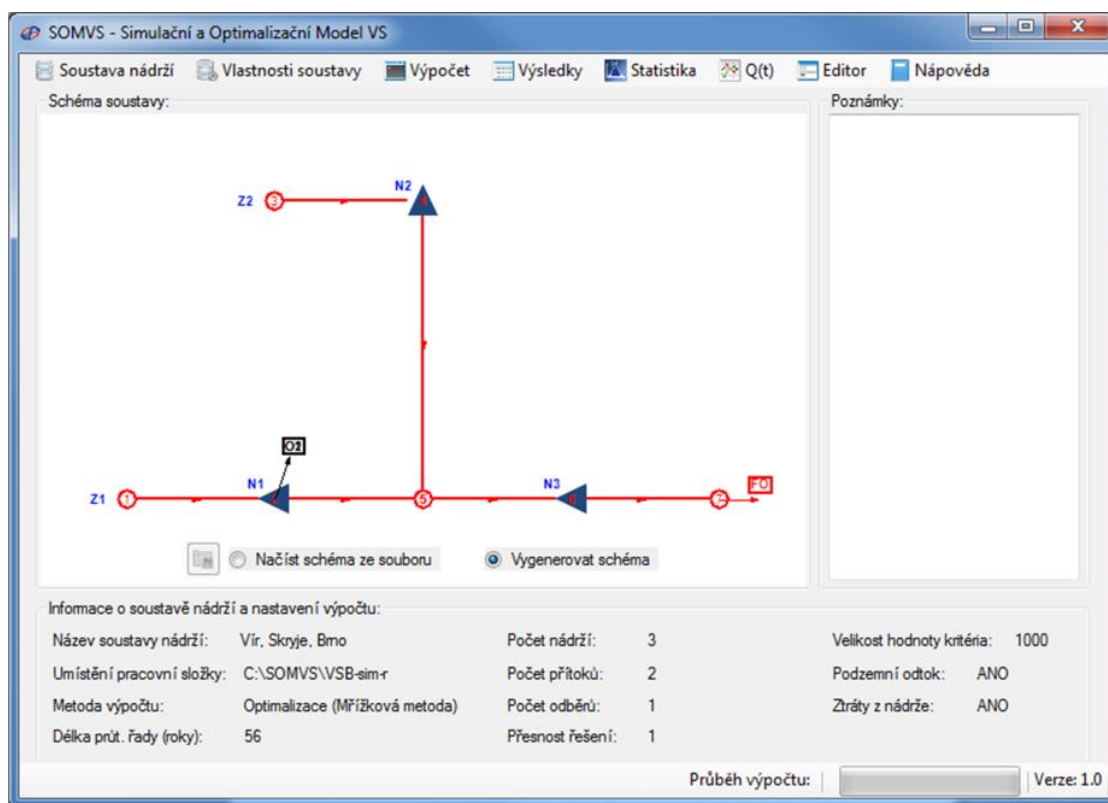
časových kroků není rozhodující. Uvedené řešení nevyžaduje zadání způsobu řízení systému. Popsaným postupem je možno řešit obě popsané úlohy. U simulačního modelu je vektor neznámých X vyčíslován postupně pro jednotlivé časové kroky. Omezující podmínky typu rovnice jsou tedy řešeny postupně po časových krocích, protože jsou zadána pravidla řízení odtoku vody z nádrží. Simulační model je proto možno použít především pro řešení úlohy optimálního rozvoje, kde přesnějšího řešení je docíleno při použití umělých průtokových řad. Optimálního nalezení neznámých ohodnocení grafu (parametry) je dosaženo opakovaným řešením řady variant. Jednotlivé varianty se od sebe liší změnou hodnoty jednoho nebo více parametrů. Hledané parametry jsou vždy neznámou a jsou hledány pomocí optimalizačních metod, kdy hodnota kritériální funkce se získává z výsledků opakované simulace chování systému pro dané hodnoty parametrů.

2.2 Software SOMVS

Program SOMVS (Simulační a optimalizační model vodohospodářské soustavy) je vytvořen a dále vyvíjen na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě stavební, Ústavu vodního hospodářství krajiny. SOMVS umožňuje automatizované vodohospodářské řešení zásobní funkce vodohospodářských soustav. Program je vytvořen obecně tak, aby pomocí kódových čísel bylo možno zadat téměř libovolnou reálnou konfiguraci soustavy nádrží.

Výpočtový modul programu je napsán v programovacím jazyce FORTRAN 77. Modul podle požadavku automatizovaně sestaví optimalizační nebo simulační model libovolného systému zásobení vodou a řešit na něm úlohy optimálního řízení a optimálního rozvoje. Proces automatizace u optimalizačního modelu spočívá v sestavení inicializačních matic pro úlohy optimálního řízení a rozvoje; matematický model zásobní funkce nakonfigurované soustavy nádrží je zcela přepsán do maticového zápisu. U simulačního modelu proces automatizace spočívá v sestavení řídicích rovnic, v postupném řešení řídicích rovnic a v možném sestavení dispečerských grafů.

Program je vybaven grafickým interaktivním uživatelským rozhraním. Uživatelské rozhraní je vytvořeno ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio za použití programovacího jazyka Microsoft Visual C#. Rozhraní umožňuje uživateli jednoduše ovládat program pomocí interaktivních grafických ovládacích prvků. Uživatel může jednoduše vložit, editovat vstupní data do optimalizačního a simulačního modelu vodohospodářské soustavy. Vkládání, editování vstupních dat a zobrazování dosažených výsledků je zcela intuitivní, a je realizováno prostřednictvím dialogových oken s formulářovými ovládacími prvky a tlačítky. Výsledky jsou zobrazeny v přehledných tabulkách a grafech s možností tisku. Na obr. 1 je zobrazeno úvodní okno programu SOMVS s vygenerovaným schématem definované vodohospodářské soustavy.



Obr. 1. Úvodní okno grafického uživatelského rozhraní s vygenerovaným schématem vodohospodářské soustavy.

Pomocí editoru, který je součástí uživatelského rozhraní, může uživatel se základními znalostmi programování zasáhnout do příslušných částí zdrojového kódu (upravit kritériální funkci, upravit pravidla řízení systému nádrží). V editoru má uživatel k dispozici všechny neznámé veličiny – vektor neznámých \underline{X} . Úprava kritériální funkce a pravidel řízení se provádí v programovacím jazyce FORTRAN 77. Po provedení jednoduché úpravy kritériální funkce může být program použit pro jiné účely, například pro řešení hydroenergetické funkce soustavy nádrží.

Při řešení úlohy optimálního rozvoje optimalizačním modelem je možno ve výpočtu uvažovat s vlivem ztrát vody z nádrží. Při řešení úlohy optimálního rozvoje simulačním modelem je možno ve výpočtu uvažovat s vlivem ztrát (zjednodušený / přesný výpočet) a s podzemním odtokem vody z mezipovodí. V případě použití simulačního modelu musí být zadány pravidla řízení odtoku vody z nádrží. V programu je možno použít algoritmus řízení systému zásobení vodou, který je založený na teorii stavů nádrží [14]. Pokud je algoritmus řízení použit, výpočtový modul automatizovaně sestaví dispečerský graf pro každou nádrž v systému. Pokud algoritmus řízení není použit, je odtok vody z nádrže roven nalepšenému odtoku nebo je možno způsob řízení odtoku vody z nádrží upravit v editoru pomocí zavedených pravidel.

U simulačního modelu je možno při vodohospodářském řešení uvažovat s vlivem nejistot členů reálných průtokových řad. Náhodné průtokové řady průměrných měsíčních průtoků, jejichž členy jsou zatíženy nejistotami, a které jsou prezentované spektrem náhodných řad průměrných měsíčních průtoků, vygenerovaných kolem středních hodnot ve stylu Monte Carlo, je možno do programu importovat. Opakované vodohospodářské řešení pak vede na spektrum výsledků, které je následně nutno statistickými metodami vyhodnotit. Uvedený způsob vodohospodářského řešení, aplikovaný na jednu nádrž, je publikováno v [15].

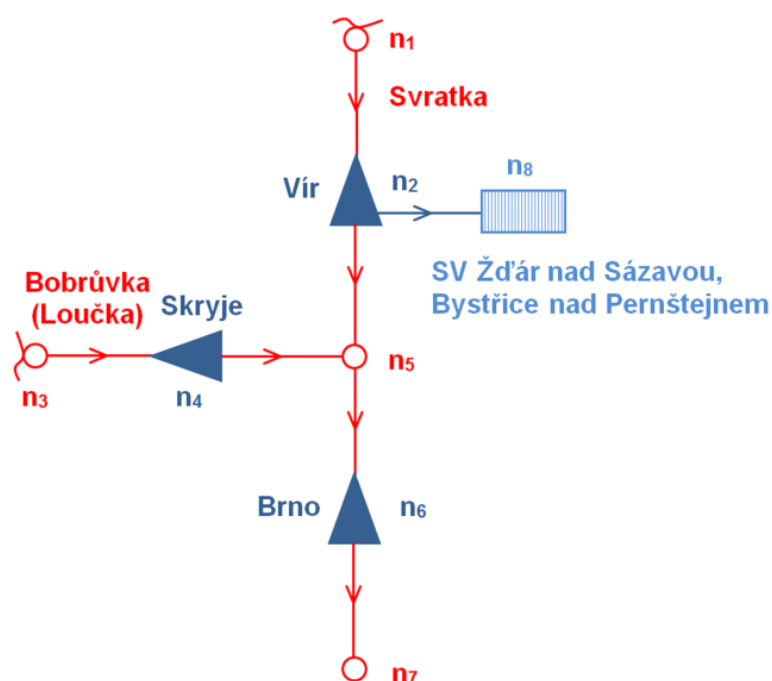
K nalezení optimálního řešení je možno použít klasickou mřížkovou optimalizační metodu, metodu Monte Carlo a metodu diferenciální evoluce.

3 Aplikace a výsledky

Program je demonstrativně aplikován na úloze optimálního rozvoje a na úloze optimálního řízení. K řešení úlohy optimálního rozvoje je použit simulační model a k řešení úlohy optimálního řízení je použit optimalizační model. Vstupní reálné průtokové řady průměrných měsíčních průtoků jsou poskytnuty ČHMÚ Pobočka Brno. Technické údaje k nádržím byly poskytnuty Povodím Moravy, s. p.

3.1 Úloha optimálního rozvoje

Úloha optimálního rozvoje je aplikovaná na subsystém nádrží Vír I (dále jen Vír), Brno a uvažovanou nádrž Skryje. Vír a Brno jsou nádrže stávající a nádrž Skryje je nádrž navrhovaná. Nádrže Vír, Brno leží na vodním toku Svratka a nádrž Skryje leží na vodním toku Bobrůvka/Loučka. Z nádrže Vír je uvažováno s odběrem vody – viz obr. 2.



Obr. 2. Schéma subsystému nádrží Vír, Skryje a Brno.

Pro zjednodušené řešení úlohy optimálního rozvoje je vytvořena hypotetická situace, kdy je zvolen takový požadovaný minimální zůstatkový průtok pod nádrží Brno, který vyvolá napjatou hydrologickou situaci v řešeném systému. Situace bude vyžadovat doplnění kaskády nádrží Vír a Brno o další akumulací prostor (zásobní objem nádrže), který je hledán v profilu Skryje, na vodním toku Bobrůvka.

Optimální velikost zásobního objemu Skryje je hledána v reálné průtokové řadě průměrných měsíčních průtoků. Délka průtokové řady je 56 let. Při řešení je uvažováno s vlivem ztrát vody z nádrží (zjednodušený a přesný výpočet) a s podzemním odtokem z mezipovodí.

K provedení přesného výpočtu ztrát vody je pro každou nádrž v systému nutná znalost: čáry zatopených ploch, čáry zatopených objemů a závislost ztrát průsakem a netěsností uzávěrů na výšce plnění vody v nádrži. Zjednodušený výpočet ztrát vody se uplatní v případě, kdy není k jednotlivým nádržím k dispozici dostatek potřebných informací.

Odtok z jednotlivých nádrží je řízen na předepsané hodnoty nalepšených odtoků. Kriteriační funkce je vyjádřena pomocí hydrologické zabezpečení dodávky vody odběrateli vody z nádrže Vír a hydrologických zabezpečení ve hranách grafu pod jednotlivými nádržemi. K nalezení optimálního řešení je použita mřížková optimalizační metoda.

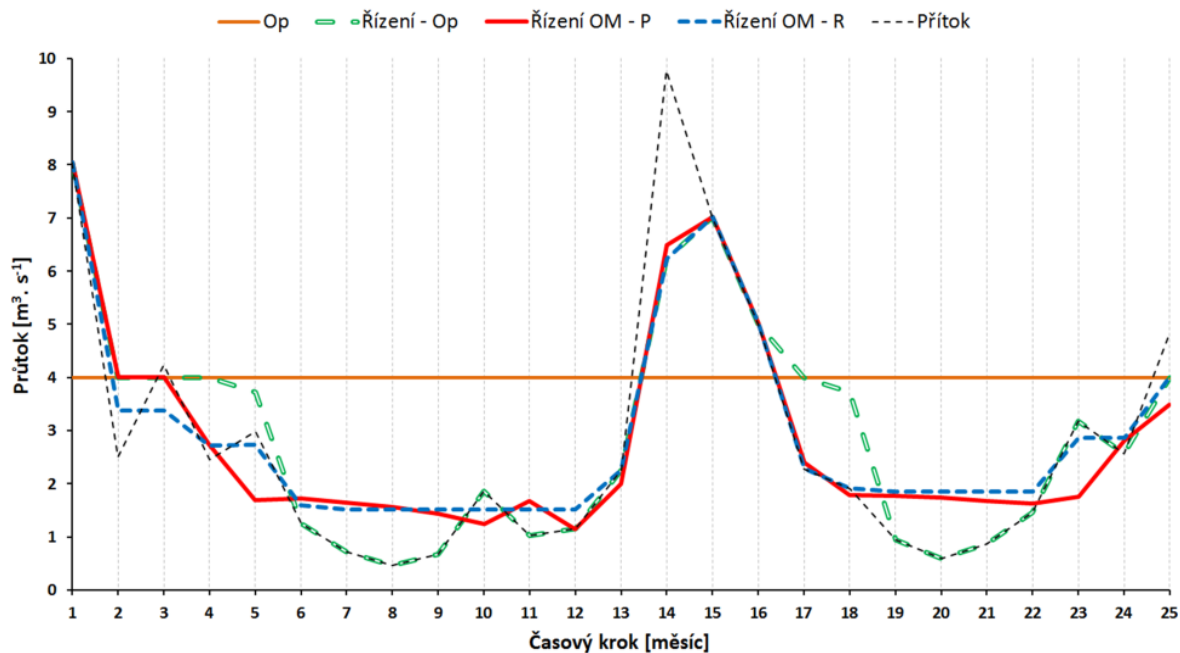
Nalezená optimální velikost zásobního objemu nádrže Skryje je v řešení uvažujícím se zjednodušeným výpočtem ztrát vody z nádrží rovna hodnotě $6\,126\,094\text{ m}^3$. V případě řešení uvažujícího s přesným výpočtem ztrát je optimální velikost zásobního objemu nádrže Skryje rovna hodnotě $6\,494\,349\text{ m}^3$. Při řešení s přesným výpočtem ztrát vody je nalezená optimální velikost zásobního objemu nádrže Skryje větší o $368\,255\text{ m}^3$ než při řešení se zjednodušeným výpočtem ztrát.

3.2 Úloha optimálního řízení

Úloha optimálního řízení je aplikována na nádrž Mostiště. Nádrž Mostiště leží na vodním toku Oslava. Řešení úlohy optimálního řízení spočívá v nalezení optimálního odtoku vody z nádrže Mostiště. Při řešení není uvažováno s vlivem ztrát vody z nádrže. Kriteriační funkce je vyjádřena v aditivním tvaru pomocí technických ukazatelů. Neznámé hodnoty průtoků během jednotlivých časových kroků ve sledované hraně pod nádrží Mostiště jsou řízené odtoky. Snahou je, aby se v každém časovém kroku vždy na celém řešeném období řízené průtoky přiblížily předepsanému řídicímu průtoku. Řídicí (požadovaný) průtok je demonstrativně zvýšen tak, aby byla uměle vyvolána napjatost mezi vydatností přítoku a požadovaným odtokem, jehož velikost je $4\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. K nalezení optimálního toku vody systémem je použita optimalizační metoda diferenciální evoluce.

Počet řešených časových kroků v optimalizačním modelu je 6 měsíců a odpovídá délce předpovězeného období. V příspěvku je použit jednoduchý předpovědní model průměrných měsíčních průtoků vyvinutý na VUT v Brně, Fakultě stavební, Ústavu vodního hospodářství krajiny. Předpovědní model vychází z teorie pravděpodobnosti a velikosti aktuálního přítoku vody do nádrže. Použitý model nebyl dosud publikován. Pro srovnání úspěšnosti řízení na předpovězené hodnoty je řešení obdobně provedeno rovněž v reálné průtokové řadě. Z pohledu předpovídaných hodnot pak pracujeme s předpovědí, která má 100 % přesnost – odpovídá skutečnosti. Při výpočtu je aplikován princip adaptivity. Adaptivita vychází z principu metod umělé inteligence [16]. V praxi je možno adaptivitou částečně eliminovat nepřesnost předpovědi, vyplývající ze skutečnosti, že řešení je prováděno v podmínkách značné neurčitosti.

Řízení je demonstrativně aplikováno na období trvající dva roky. Výsledky řízení jsou graficky zobrazeny na obr. 3.



Obr. 3. Výsledné řešení úlohy optimálního řízení.

Na obr. 3 je zobrazen průběh průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže (Přítok). Požadovaný řídicí odtok z nádrže je zobrazen průběhem nalepšeného odtoku (Op). Dále jsou v obrázku zobrazeny dva průběhy s řízenými odtoky. Průběh řízených odtoků (Řízení OM - R) odpovídá nalezenému optimálnímu řízení realizovanému na základě znalosti 100 % předpovědi. Průběh řízených odtoků (Řízení OM - P) odpovídá nalezenému optimálnímu řízení realizovanému na základě předpovězených přítoků. Průběh řízených odtoků (Řízení Op) zobrazuje řízení realizované simulačním modelem. Řízení je provedeno v každém časovém kroku na hodnotu Op, pokud je nádrž schopna Op zajistit.

Z výsledků uvedených na obr. 3 je patrné, že při řízení na hodnotu nalepšeného odtoku Op vznikne menší počet poruchových měsíců, které jsou však hlubší než při řízení provedeném optimalizačním modelem. Vyšší počet poruchových měsíců u optimalizačního modelu umožňuje snížit hloubku poruch. Při vzájemném srovnání výsledků řízení optimalizačním modelem je patrné, že mírně horší výsledky jsou sice získány řízením na předpovězené průtoky. Tato skutečnost je zcela logická a je nutno brát v potaz, že v praxi nebudou nikdy 100 % předpovědi k dispozici. Dosažené výsledky je proto možno hodnotit velmi optimisticky vzhledem k možnosti nasazení modelu v praxi.

4 Závěr

Popisovaný program SOMVS může být v praxi aplikován na různé systémy zásobení vodou. Na modelovaných systémech zásobení vodou je možno řešit různé úlohy optimálního rozvoje a optimálního řízení. Předností programu je možnost zadat libovolnou reálnou vodohospodářskou soustavu pomocí kódových čísel. Přímo z uživatelského rozhraní je možno provést úpravu způsobu řízení (simulační model), a také je možno provést úpravu kritériální funkce u obou typů modelů. Úpravou způsobu řízení a kritériální funkce je možno program snadno aplikovat i na řešení jiných účelů, například hydroenergetiku.

Odhadujeme, že při řešení složitějších úloh na rozsáhlých systémech se může doba, potřebná k provedení výpočtu, pohybovat až v řádech dnů, vše závisí na výkonu PC. V budoucnu bude snaha algoritmus výpočetního modulu paralelizovat, aby bylo následně možno provádět paralelní nebo distribuované výpočty. Vývoj programu bude v budoucnu

dále pokračovat. V současnosti je cílem program aplikovat na celou Dyjsko-Svrateckou soustavu nádrží.

Program je možno nainstalovat na počítač s 32 bitovým i 64 bitovým procesorem a s operačním systémem Microsoft Windows (verze XP až 8). Samotná instalace je provedena pomocí klasického instalátoru. Program je volně k dispozici v ceně HW klíče (Aladdin HASP LH).

Článek je výsledkem projektu CZ.1.07/2.3.00/30.0039 „Excelentní mladí vědci na VUT v Brně“.

Článek je výsledkem specifického výzkumu FAST-S-14-2454 „Řízení provozu zásobní funkce soustavy nádrží s použitím optimalizačního modelu“.

Literatura:

- [1] Kašpárek, L.; Peláková, M.; Boersema, M. Odhad objemu nádrží potřebného pro kompenzaci poklesu odtoku vlivem klimatické změny, VÚV Praha, Praha, 2005. 43 s.
- [2] Zeman, V. Programování počítače při řešení vodohospodářských soustav simulační metodou. Vodní hospodářství, 1974, č. 7, s. 181-183.
- [3] Kos, Z.; Zeman, V. Vodohospodářské soustavy ve směrném vodohospodářském plánu, Ministerstvo lesních a vodních zdrojů. Praha: Státní zemědělské vydavatelství, 1976. 271 s.
- [4] Martin, Q. W. Multireservoir simulation and optimization users manual SIM-V: Program documentation and users manual, Rep. UM-38, Texas Department of Water Resources, Austin, Tex, USA, 1982.
- [5] Andreu, J.; Capilla, J.; Sanchís, E. AQUATOOL, a generalized decision-support system for water-resources planning and operational management. Journal of Hydrology, 1996, vol. 177(3-4), pp. 269-291.
- [6] Labadie, J.W.; Baldo, M.L.; Larson, R. MODSIM: Decision Support System for River Basin Management: Documentation and User Manual, Colorado State University and U.S. Bureau of Reclamation, Ft Collins, Colorado, 2000.
- [7] Klipsch, J. D.; Hurst, M. B. HEC-ResSim, Reservoir System Simulation User's Manual, Version 3.0, U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, 2007.
- [8] Delft Hydraulics. River Basin Planning and Management Simulation Program. In Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting: "Summit on Environmental Modelling and Software", Voinov, Jakeman & Rizzoli (Ed.), International Environmental Modelling and Software Society, Burlington, Vermont, 2006.
- [9] Sechi, G. M.; Sulis, A. Water System Management through a Mixed Optimization-Simulation Approach. Journal of Water Resources Planning and Management, 2009, vol. 135(issue 3), pp. 160-170.
- [10] SEI Stockholm Environment Institute. WEAP: Water Evaluation and Planning System, User Guide, Somerville, Massachusetts, 2005.
- [11] Ford, L.; Fulkerson, D. Flows in networks, Princeton University Press, Princeton, 1962.
- [12] Kennington, J. L.; Helgason, R. V. Algorithms for network programming, John Wiley and Sons, New York, 1980.
- [13] Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy. 1. vyd. editor Brno: VUT, 1986.
- [14] Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy. Metodické návody do cvičení. 1. vyd. editor Brno: VUT, 1987.

- [15] Marton, D.; Starý, M.; Menšík, P. The Influence of Uncertainties in the Calculation of Mean Monthly Discharges On Reservoir Storage. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2011, vol. 59.
- [16] Nacházel, K.; Starý, M.; Zezulák, J. Využití metod umělé inteligence ve vodním hospodářství. Vyd. 1. editor Praha: Academia, 2004.

Pavel Menšík: **Software for automated solution of storage function reservoir system**

Aim of this paper is an effort give information expert public with created program tool SOMVS (Simulation and Optimization Model of Water Management System) and its application possibilities. The program allows automated solution water supply function of water management systems. Automation consists in assembly of the initialization matrices, assembly of the governing equations, in sequential solution of the governing equations and assembly of the dispatcher graphs of reservoirs. Process of automation users without special knowledge allows solving of optimal development tasks and optimal control tasks of water supply system. The program has intuitive graphical user interface for easier handling. Configuring of the water management system is made using codes numbers. Codes numbers allow enter any configuration of real water management system. As appropriate the program assemble of the simulation or optimization model of water management system. Models can be used for solving the optimal development tasks and optimal control tasks of water supply system. The graphical user interface users allow making necessary modifications of the program. The modification can be modifying method of control of runoff water from reservoirs in the simulation model and both models can be modifying the form of the criterial function. Modify criterial function allows the program use for other purposes such as hydropower function of the reservoir system.

Ing. Pavel Menšík, Ph.D.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Ústav vodního hospodářství krajiny
Veveří 95, 602 00 Brno
mensik.p@fce.vutbr.cz