



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

## POUŽITÍ HYBRIDNÍ METODY PRO ŘÍZENÍ ZÁSOBNÍ FUNKCE VODNÍ NÁDRŽE

USING A HYBRID METHOD FOR CONTROL THE STORAGE CAPACITY OF THE DAM  
RESERVOIR

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Šimon Pospíšilík

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL MENŠÍK, Ph.D.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodního hospodářství krajiny

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Šimon Pospíšilík
<b>Název</b>	Použití hybridní metody pro řízení zásobní funkce vodní nádrže
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Pavel Menšík, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

---

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Menšík, P.; Paseka, S.; Marton, D. An adaptive algorithm of hybrid optimization method for strategic control of water reservoir with using support vector machines. In SGEM Conference Proceedings. International multidisciplinary geoconference SGEM. Hydrology and Water Resources. 51 Alexander Malinov Blvd., 1712, Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd., 2016. s. 55-61. ISBN: 978-619-7105-61- 2. ISSN: 1314-2704
2. Menšík, P.; Starý, M.; Marton, D. Using Predictive Models of Mean Monthly Flows for Operative Outflows Control from Large Open Reservoirs. In Proceedings ITISE 2014, International work- conference on Time Series. Spain, Granada: Copicentro Granada S. L, 2014. s. 382-395. ISBN: 978-84-15814-97- 9.
3. Menšík, P.; Starý, M.; Marton, D. Using Predictive Model of Mean Monthly Flows for Large Open Reservoirs Hydropower Control. Procedia Engineering, 2014, roč. 89, č. 12, s. 1486-1492. ISSN: 1877- 7058.
4. Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy (MODUL 01). Brno: VUT, 2006. 120 s.
5. Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy (MODUL 02). Brno: VUT, 2006. 117 s.
6. Starý, M.; Šálek, J.; Kožnárek, Z.; Šoustal, O. Automatizované systémy řízení ve vodním hospodářství. Metodické návody do cvičení a diplomového semináře. 1. vyd. Brno: VUT, 1987. 126 s.
7. Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy. Metodické návody do cvičení. 1. vyd. Brno: VUT, 1987. 67 s.
8. Starý, M. Nádrže a vodohospodářské soustavy. 1. vyd. Brno: VUT, 1986. 165 s.
9. Votruba, L.; Broža, V. Hospodaření s vodou v nádržích. 2.přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1980. 443 s.
10. Votruba, L. Vodohospodářské soustavy. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1979. 465 s.
11. Microsoft Excel (software)
12. RStudio (software)
13. Internetové stránky věnované výsledkům projektu „Podpora dlouhodobého plánování a návrhu adaptačních opatření v oblasti vodního hospodářství v kontextu změn klimatu“. Dostupné z: <http://185.8.238.196/>

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Úkolem bakalářské práce bude provést řízení provozu zásobní funkce vybrané vodní nádrže pomocí hybridní metody. Základní verze hybridní metody byla vytvořena v rámci řešeného projektu FAST-S-16-3444. Cílem bakalářské práce je ověřit možnost použití navrženého hybridního způsobu řízení. Výsledky z řízení hybridní metodou budou porovnány s řízením na hodnotu nalepšeného odtoku, s řízením využívající stávající pravidla (dispečerský graf) a s řízením využívající optimalizační model.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Pavel Menšík, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na výběr vhodného vstupního regionálního klimatického modelu do Hybridní metody řízení zásobní funkce vodní nádrže. Tento způsob řízení je založen na vhodné kombinaci optimalizační metody s metodou Support vector machines. Výběr vhodného regionálního klimatického modelu probíhá pomocí simulace řízení zásobní funkce vodní nádrže Vír I v programu Microsoft Exel. Výsledky simulace řízení hybridní metodou jsou porovnány s dalšími metodami řízení. Těmito metodami jsou Adaptivní řízení, Dispečerský graf a řízení na hodnotu nadlepšeného odtoku.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hybridní metoda, Adaptivní řízení, Dispečerský graf, nalepšený odtok, regionální klimatický model, optimalizace, Support vector machines, zásobní funkce

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis is focused on the selection of a suitable input regional climate model into the Hybrid method for the control of the storage function of water reservoirs. This control method is based on a suitable combination optimization method with the Support vector machines method. Selecting a suitable regional climate model is done by simulating the control of the storage function of water reservoirs Vír I in program Microsoft Exel. The simulation results of the hybrid control method are compared with other control methods. These methods are Adaptive control, Dispatcher graph, and control to Improved outflow.

## **KEYWORDS**

Hybrid method, Adaptive control, Dispatcher graph, improved outflow, regional climate model, optimization, Support vector machines, storage function

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Šimon Pospíšilík *Použití hybridní metody pro řízení zásobní funkce vodní nádrže*. Brno, 2017. 35 s., 37 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Pavel Menšík, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2017

---

Šimon Pospíšilík  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Menšíkovi, Ph.D. za odborný dohled, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat profesoru Ing. Miloši Starému, CSc. za seznámení mě s problematikou řízení nádrží a systémů a Ing. Daniely Martonovy, Ph.D. za seznámení s problematikou klimatické změny.

*Things just happen, what the hell.*

*Didactylos*



## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>VÍR I</b>	<b>4</b>
2.1	Základní údaje	4
2.2	Hydrologické údaje	4
2.3	Účinek nádrže	4
2.4	Rozdělení prostorů nádrže a kóty hladin	4
<b>3</b>	<b>CÍLE</b>	<b>6</b>
3.1	Výběr vhodného klimatického modelu pro hybridní způsob řízení nádrže	6
3.2	Porovnání hybridního způsobu řízení s dalšími metodami řízení	6
<b>4</b>	<b>KLIMATICKÉ MODELY</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>METODY ŘÍZENÍ</b>	<b>9</b>
5.1	Hybridní metoda	9
5.1.1	Optimalizační model	9
5.1.2	Support vector machines (SVM)	11
5.2	Adaptivní řízení	12
5.2.1	Předpovědní model	12
5.2.2	Algoritmus adaptivního řízení zásobní funkce	15
5.3	Dispečerský graf	16
5.4	Řízení na hodnotu nalepšeného odtoku $w_r$	17
<b>6</b>	<b>SIMULACE ŘÍZENÍ</b>	<b>18</b>
6.1	Simulace řízení v programu Microsoft Excel	18
6.2	Simulace řízení v programu RStudio	19
<b>7</b>	<b>APLIKACE</b>	<b>20</b>
7.1	Aplikace Hybridní metody řízení	20
7.2	Aplikace Adaptivního řízení	22

---

<b>7.3</b>	<b>Aplikace Dispečerského grafu</b>	<b>22</b>
<b>7.4</b>	<b>Aplikace řízení na hodnotu nalepšeného odtoku <math>W_R</math></b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>VÝSLEDKY</b>	<b>24</b>
<b>8.1</b>	<b>Maximální měsíční nedodaný objem vody <math>D_{MAX}</math></b>	<b>25</b>
<b>8.2</b>	<b>Celkový nedodaný objem vody <math>\Sigma D</math></b>	<b>26</b>
<b>8.3</b>	<b>Maximální hloubka poruchy <math>T_{MAX}</math></b>	<b>27</b>
<b>8.4</b>	<b>Doba trvání poruchy <math>\tau</math></b>	<b>28</b>
<b>8.5</b>	<b>Celkový souhrn výsledků řízení vd vír i</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>30</b>
<b>9.1</b>	<b>Výběr vhodného klimatického modelu pro hybridní způsob řízení nádrže</b>	<b>30</b>
<b>9.2</b>	<b>Porovnání hybridního způsobu řízení s dalšími metodami řízení</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b>	<b>31</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>32</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>33</b>
	<b>SEZNAM NEJČASTĚJI POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ</b>	<b>34</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>35</b>
	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>1</b>

# 1 ÚVOD

V současné době dochází vlivem klimatické změny ke změně rozdělení srážek v průběhu roku a s tím souvisejícím extrémním hydrologickým jevům. Dle současných globálních a regionálních klimatických modelů budou mít tyto jevy progresivní vývoj a bude nutná adaptace na tyto změny.

Hlavním negativním jevem pro zásobní funkci nádrže je dlouhotrvající sucho, jež zatěžuje povodí dané nádrže. V současnosti jsou zásobní objemy nádrží naprojektovány dle historických časových řad, které v budoucnu nemusí splňovat požadavky kladené na tyto nádrže. V budoucnu může dojít k sérii dlouhotrvajících období sucha, jež ohrozí zásobní funkci nádrže. Jako vhodná metoda pro zajištění zásobní funkce nádrže je úprava řídicích procesů, které budou adaptivně reagovat na budoucí změny.

Tato práce se zabývá vyhodnocením vhodnosti níže uvedených regionálních klimatických scénářů RCM pro nově vyvíjenou hybridní metodu řízení zásobní funkce nádrže. Dále pak porovnáním hybridní metody řízení s dalšími způsoby řízení jak klasickými (pravidla řízení na nalepšený odtok, dispečerský graf), tak novými (řízení využívající předpovědní model). Jako testovaná nádrž bylo zvoleno VD Vír I.

## 2 VÍR I

### 2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Nádrž:	VD Vír I
Tok:	Svratka, km 114,90
Správce:	Povodí Moravy
Účel:	zajištění vyrovnaného průtoku MQ v řece Svratce, vodárenský odběr, provozní odběr, výroba el. energie, protipovodňová ochrana, zlepšení průtoků pro závlahy pod Brnem
Uvedení do provozu:	1957

### 2.2 HYDROLOGICKÉ ÚDAJE

Číslo hydrologického pořadí:	4-15-01-037
Plocha povodí:	410,35 km <sup>2</sup>
Průměrný dlouhodobý roční průtok:	3,600 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
Q <sub>100</sub> :	166,000 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
Q <sub>355d</sub> :	0,641 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>

### 2.3 ÚČINEK NÁDRŽE

Neškodný odtok:	55,000 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
Minimální odtok:	0,530 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>

### 2.4 ROZDĚLENÍ PROSTORŮ NÁDRŽE A KÓTY HLADIN

Tab. 1. Prostor stálého nadržení

kóta dna údolí	401,45 m n. m.
kóta hladiny stálého nadržení	421,45 m n. m.
objem prostoru stálého nadržení	3 800 000 m <sup>3</sup>
zatopená plocha při hladině stálého nadržení	42,8 ha

Tab. 2. Prostor zásobní

kóta minimální hladiny zásobního prostoru	421,45 m n. m.
kóta maximální hladiny zásobního prostoru	464,45 m n. m.
<b>objem zásobního prostoru</b>	<b>44 056 000m<sup>3</sup></b>
zatopená plocha při max. hladině zásobního prostoru	194 ha

Tab. 3. Prostor retenční ovladatelný

kóta min. hladiny ovladatelného retenčního prostoru	464,45 m n. m.
kóta max. hladiny ovladatelného retenčního prostoru	467,05 m n. m.
objem ovladatelného retenčního prostoru	5 286 000 m <sup>3</sup>
zatopená plocha při max. hladině ovladatelného prostoru	212,20 ha

**Tab. 4.** *Prostor retenční neovladatelný*

kóta min. hladiny neovladatelného retenčního prostoru (koruna přepadu)	467,05 m n. m.
kóta max. hladiny neovladatelného retenčního prostoru	468,45 m n. m.
objem neovladatelného retenčního prostoru	3 051 000 m <sup>3</sup>
zatopená plocha při max. hladině	223,60 ha

### 3 CÍLE

Hlavním cílem bakalářské práce je ověřit možnost použití hybridního způsobu řízení zásobní funkce u vodní nádrže Vír I. Hlavní cíl práce je možno rozdělit na dvě části. První část je zaměřena na výběr vhodného vstupního klimatického modelu do hybridního způsobu řízení. V druhé části je provedeno porovnání hybridního způsobu řízení s dalšími metodami řízení.

#### **3.1 VÝBĚR VHODNÉHO KLIMATICKÉHO MODELU PRO HYBRIDNÍ ZPŮSOB ŘÍZENÍ NÁDRŽE**

Prvním cílem této bakalářské práce je výběr vhodného vstupního klimatického modelu pro hybridní způsob řízení nádrže. Vhodnost klimatických modelů je určena za pomoci simulace řízení nádrže v programech Microsoft Excel a RStudio. Tyto simulace jsou vyhodnoceny a porovnány mezi sebou na základě zvolených kritérií.

#### **3.2 POROVNÁNÍ HYBRIDNÍHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ S DALŠÍMI METODAMI ŘÍZENÍ**

Druhým cílem je porovnání výsledků z řízení hybridní metodou s dalšími metodami řízení. Těmito metodami jsou řízení na hodnotu nalepšeného odtoku, řízení využívající stávající pravidla (dispečerský graf) a adaptivní řízení. Hodnotící kritéria pro porovnání jednotlivých metod jsou stejná, jako pro výběr klimatického modelu v rámci hybridního způsobu řízení.

## 4 KLIMATICKÉ MODELY

Jedním ze vstupů do hybridního způsobu řízení zásobní funkce nádrže je datová řada měsíčních odtoků z povodí reprezentující výsledky klimatického modelu. Klimatické modely byly převzaty z výzkumného projektu „Podpora dlouhodobého plánování a návrhu adaptačních opatření v oblasti vodního hospodářství v kontextu změn klimatu“, jehož řešení zajišťoval Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem a akciovou společností Vodohospodářský rozvoj a výstavba.

Datové řady odtoků z povodí jsou převzaty z 15 regionálních klimatických modelů „RCM“. RCM popisují dopady změn klimatu na území ČR. RCM jsou vytvořeny pro období 1961-2099 s prostorovým rozlišením 25 km x 25 km. Modely představují předpokládaný vývoj hydrologických veličin v závislosti na změně klimatu, jež je prezentována emisním scénářem SRES A1B. Přehled jednotlivých modelů je uveden v ***Tab. 5***

### **SRES A1B**

Emisní scénář SERES A1B je použit z důvodu výchozích vstupních klimatických modelů, jež jsou převzaty z projektu ENSEMBLES. Jiné emisní scénáře se v ENSEMBLES datech vyskytují jen sporadicky. [6]

SERES A1B je emisní scénář vytvořený v rámci Mezivládního panelu pro změnu klimatu „IPCC“. Tento scénář připisuje budoucnosti rapidní ekonomický růst, nárůst počtu obyvatel do poloviny století a poté jeho postupný pokles, rychlý vývoj nových a efektivnějších technologií, vyrovnané použití jak fosilních, tak nefosilních energetických zdrojů. Důležitým znakem je globalizace společnosti.

**Tab. 5. Přehled klimatických modelů [6]**

Model	Akronym	Zdroj
Řízené modelem ECHAM5		
RAMCO	RAMCO_EH5	Královský nizozemský meteorologický institut (KNMI)
REMO	REMO_EH5	Max-Planck Institut (MPI), Německo
RCA	RCA_EH5	Švédský hydrometeorologický institut (SMHI)
RegCM	RegCM_EH5	Mezinárodní centrum pro teoretickou fyziku (ICTP), Itálie
HIRHAM	HIR_EH5	Dánský meteorologický institut (DMI)
Řízené modely HadCM3Q0, HadCM3Q3, HadCM3Q16		
HadRM	HadRM_Q0	Hadley Centre, Velká Británie
CLM	CLM_Q0	Federální švýcarský technologický institut (ETHZ)
HadRM	HadRM_Q3	Hadley Centre, Velká Británie
RCA	RCA_Q3	Švédský hydrometeorologický institut (SMHI)
HadRM	HadRM_Q16	Hadley Centre, Velká Británie
RCA	RCA_Q16	Komunitní sdružení pro klimatickou změnu (C4I), Irsko
Řízené modelem ARPEGE		
HIRHAM	HIR_ARP	Dánský meteorologický institut (DMI)
CNRM-RM	CNRM_ARP	Národní centrum pro meteorologický výzkum (CNRM), Francie
ALADIN-CLIMATE/CZ	ALA_ARP	Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), Česká republika
Řízené modelem BCM		
RCA	RCA_BCM	Švédský hydrometeorologický institut (SMHI)



## 5 METODY ŘÍZENÍ

V této bakalářské práci jsou použity celkem čtyři metody řízení zásobní funkce vodní nádrže. Použité metody představují způsoby řízení užívané v běžné praxi (Dispečerský graf, řízení na nalepšený odtok), tak adaptivní způsoby řízení (Hybridní metoda, Adaptivní řízení).

### 5.1 HYBRIDNÍ METODA

Hybridní metoda řízení zásobní funkce vodní nádrže byla vyvinuta v rámci probíhajícího projektu „Návrh hybridní metody pro řízení zásobní funkce nádrže“, jehož řešení zajišťovalo Vysoké učení technické v Brně.

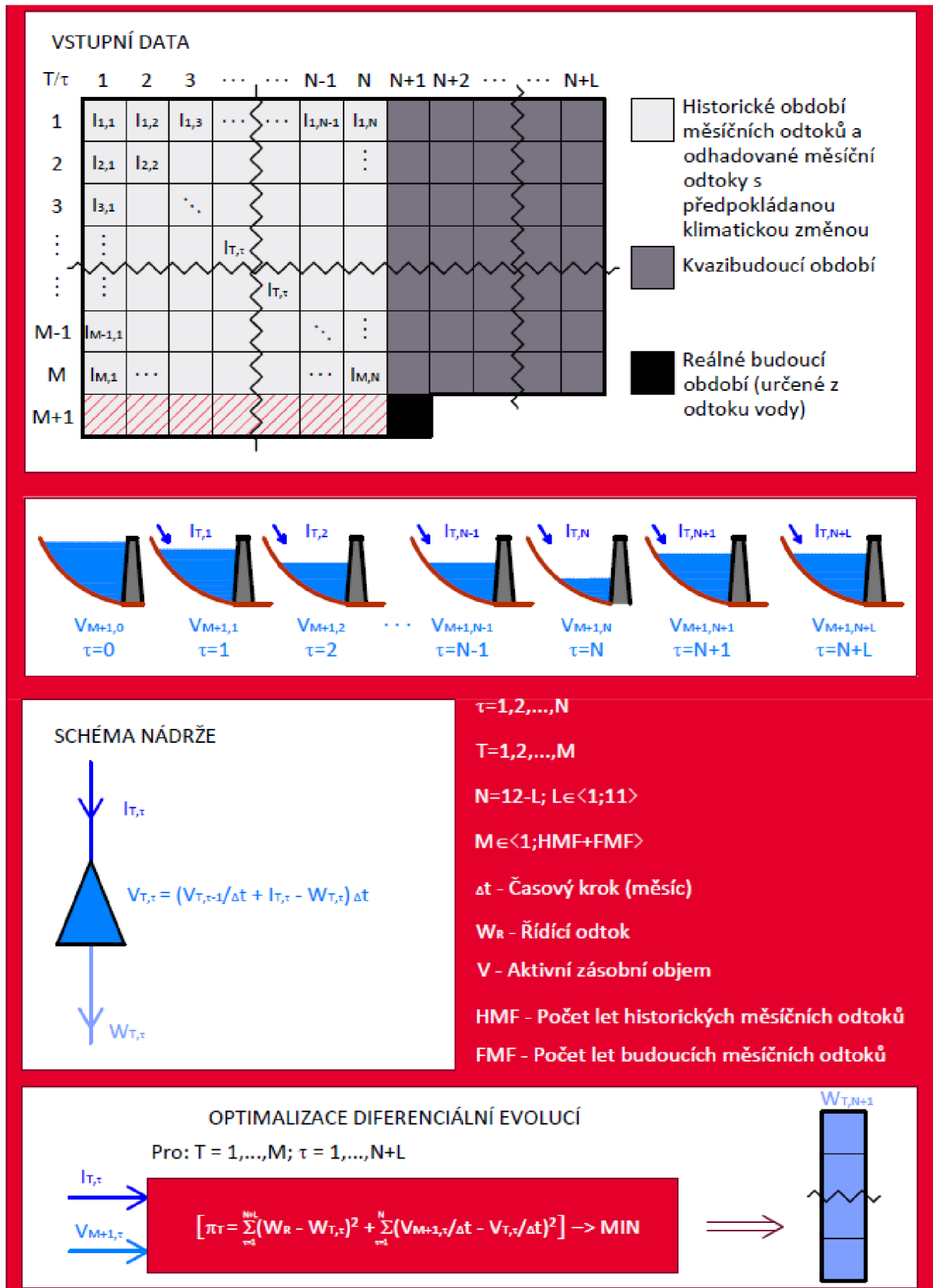
Hybridní metoda vhodně používá kombinaci optimalizačního modelu a metody Support Vector Machines „SVM“. V klasickém optimalizačním modelu jsou hledány optimální hodnoty odtoků vody z nádrže v budoucím období. Následně je pomocí metody SVM odhadnut odtok z nádrže pro budoucí měsíc.

#### 5.1.1 Optimalizační model

Optimalizační model si je možno zjednodušeně představit jako optimalizační metodu, jejímž cílem je najít optimální řešení. Optimální řešení odpovídá nalezeným optimálním hodnotám, které jsou na začátku řešení neznámé a popisují provoz nádrže (odtok vody z nádrže) na několik časových kroků (měsíců)  $N$  dopředu. To znamená, že zvolená optimalizační metoda na základě omezujících podmínek typu rovnic a nerovností, dále na základě zadaných okrajových a počátečních podmínek najde požadované hodnoty neznámých, pro které zvolená kritériální funkce dosahuje požadovaného extrému. Podrobný popis matematického modelu a vlastní optimalizační model je popsán například v [3]. Pro řešení je použita optimalizační metoda Diferenciální evoluce.

Optimalizační model v hybridní metodě řízení je použit pro nalezení optimálních odtoků vody z nádrže  $W_{T,\tau}$ . Optimální průměrné měsíční odtoky  $W_{T,\tau}$  jsou hledány pro každý rok  $T=1,2,\dots,M$ , kde  $M$  je celkový počet let a pro jednotlivé časové kroky  $\tau=1,2,\dots,N+L$ , kde  $N+L$  je počet časových kroků (měsíců) průtokové řady průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže  $I_{T,\tau}$ . Pro  $N$  platí, že  $N=12-L$  a pro  $L$  platí  $L \in \langle 1,11 \rangle$ . Počet let vybraného období  $M$  je tvořeno počtem let historické průtokové řady  $HMF$  a počtem let odhadované průtokové řady. Odhadovaný průběh průtokové řady vyjadřuje měnící se hydrologické podmínky odpovídající vybranému scénáři klimatické změny  $FMF$ . Jednotlivé roky  $T$  jsou rozděleny na dvě části. První část  $\tau=1,2,\dots,N$  představuje historii a druhá část  $\tau=N+1,\dots,N+L$  představuje budoucnost. Období  $\tau=N+1,\dots,N+L$  se nachází v budoucnu pouze z pohledu optimalizačního modelu a může být označeno například jako kvazibudoucí období. Pro kvazibudoucí období známe skutečné hodnoty průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže. První krok kvazibudoucího období z pohledu reálného řízení odpovídá skutečnému budoucímu období, pro které se bude odhadovat průměrný měsíční odtok vody z nádrže  $W_{T,\tau}$  a pro který platí, že  $T=M+1$  a  $\tau=N+1$ .

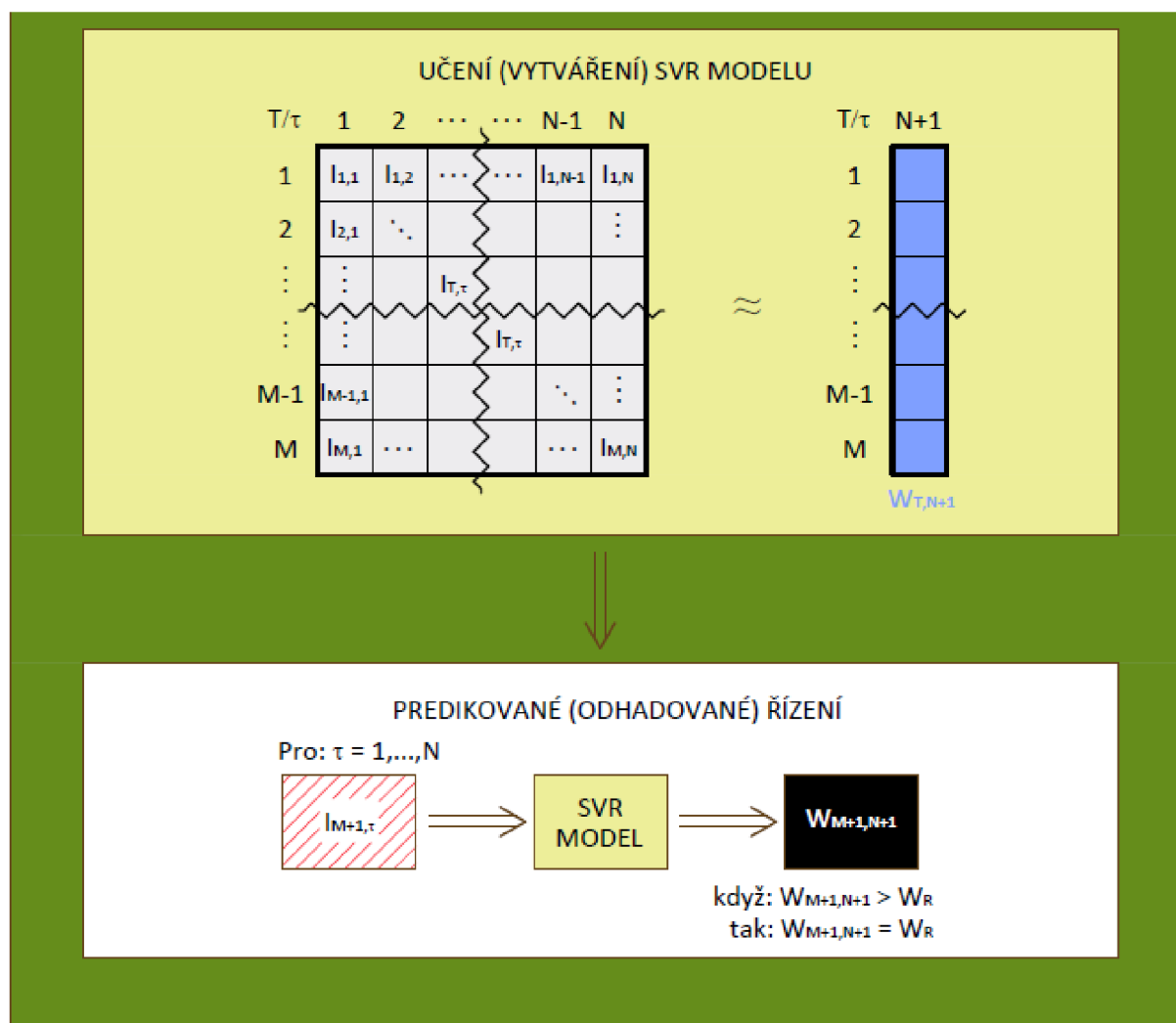
Hodnota odtoku vody z nádrže  $W_{T=M+1, \tau=N+1}$  je odhadnuta (predikována) pomocí metody SVM. Algoritmus optimalizačního modelu je zobrazen na **Obr. 1**. [1]



Obr. 1. Schéma vytvoření optimalizačního modelu

### 5.1.2 Support vector machines (SVM)

Metoda SVM používá výhody poskytované efektivními jádrovými algoritmy (kernel machines) pro nalezení lineární hranice při zachování vysoce složité nelineární funkce. Jedním ze základních principů je převod daného původního vstupního prostoru do jiného vícedimensionálního, kde již lze od sebe oddělit třídy lineárně. Tímto přístupem se metoda SVM odlišuje od jiných metod strojového učení, například od nejrozšířenější metody umělé neuronové sítě. SVM byla původně zaměřena pouze na klasifikaci datových bodů do tříd, později byla rozšířena i o možnost řešení nelineárních regresních problémů. V současnosti je možno metodu SVM použít pro predikci. Metoda SVM pro řešení regresních problémů se nazývá Support Vector Regression (SVR) [4]. Metoda SVR v hybridní metodě řízení je použita k predikci (odhadnutí) hodnoty průměrného měsíčního odtoku vody z nádrže  $W_{T,\tau}$  v budoucím období  $T=M+1$  a  $\tau=N+1$ . K učení SVR modelu jsou použity průměrné měsíční přítoky vody do nádrže  $I_{T,\tau}$ , pro  $T=1,2,\dots,M$ ;  $\tau=1,2,\dots,N$  a odpovídající optimální hodnoty průměrných měsíčních odtoků vody z nádrže  $W_{T,\tau}$  pro každý rok  $T=1,2,\dots,M$  kvazibudoucího období  $\tau=N+1$ . Naučený SVR model odhadne velikost průměrného měsíčního odtoku vody z nádrže  $W_{T=M+1,\tau=N+1}$ . Odtok je odhadnut na základě průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže  $I_{T,\tau}$  nacházejících se z časového pohledu v blízké minulosti od budoucího období, pro které SVR model odhaduje velikost odběru ( $T=M+1$ ,  $\tau=1,2,\dots,N$ ). Algoritmus SVR modelu je zobrazeno na **Obr. 2.**[1]



Obr. 2. Schéma vytvoření SVR modelu

## 5.2 ADAPTIVNÍ ŘÍZENÍ

Metoda využívající adaptivní řízení byla již několikrát použita pro řízení zásobní funkce nádrže a soustavy nádrží. Výsledky řízení jsou například prezentovány v několika závěrečných pracích [ŠEJNOHA, M. *Použití předpovědního modelu při řízení hydroenergetické funkce vybrané soustavy nádrží*, SOBEK, M. *Řízení odtoku vody z vybrané nádrže pomocí optimalizačního modelu*], které byly obhájeny na Vysokém učení technickém v Brně. Dále v odborných člancích [MENŠÍK, P.; SOBEK, M. *Vliv polohy nádrže v povodí při adaptivním řízení zásobní funkce*; MENŠÍK, P.; MARTON, D.; STARÝ, M., *Using Predictive Model for Strategic Control of Multi-reservoir System Storage Capacity*].

Principem metody adaptivního řízení je využití kombinace hydrologických předpovědí přítoků vody do nádrže s optimalizačním modelem.

### 5.2.1 Předpovědní model

Pro vytvoření předpovědi průměrných měsíčních průtoků byl použit zonální pravděpodobnostní předpovědní model (ZPPM). Princip modelu je stručně popsán

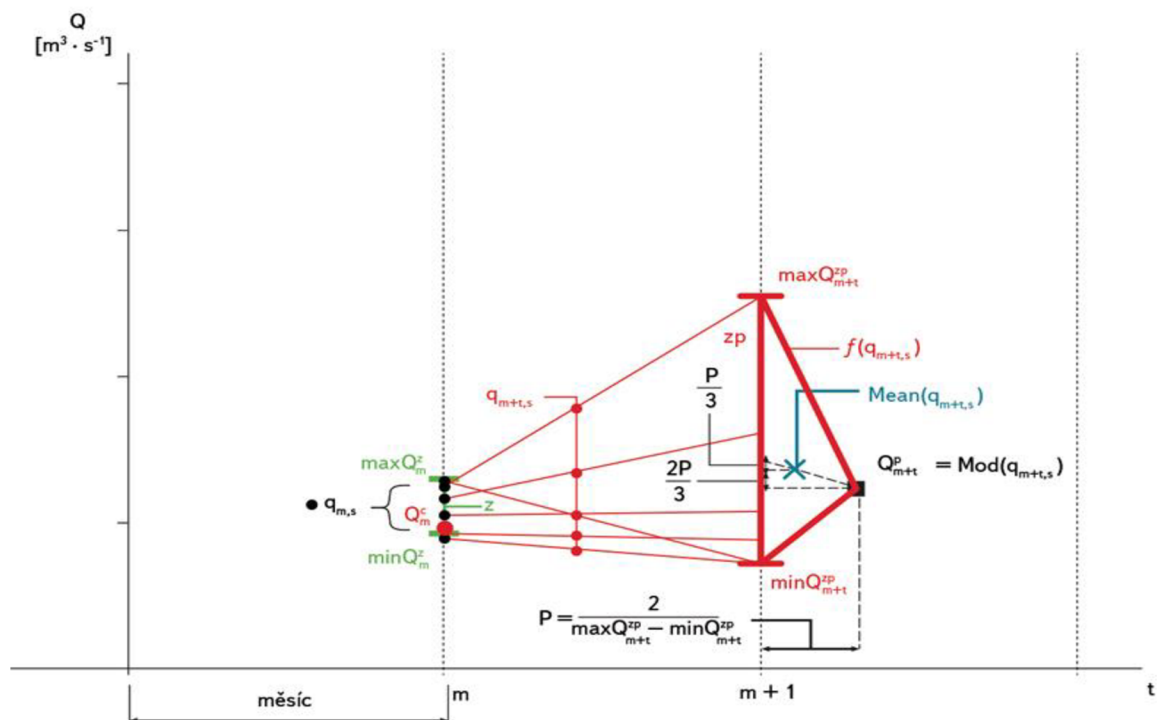
v následujících odstavcích. Z několikaleté historické průtokové řady průměrných měsíčních průtoků jsou vyčleněny jednotlivé roky  $y = 1, 2, \dots, Y$ , kde  $Y$  značí celkový počet let. Ze všech roků jsou následně vyčleněny i jednotlivé měsíce  $m = 1, 2, \dots, 12$  s průměrnými měsíčními průtoky  $Q_m$  pro každý rok množiny  $y$ . Tímto způsobem je vytvořena množina, která je tvořena průměrnými měsíčními přítoky vody do nádrže za celé sledované období  $Y$  pro jednotlivé měsíce  $m$ . V každém měsíci je potom nalezena minimální hodnota  $\min Q_m$  a maximální hodnota  $\max Q_m$  historického přítoku vody. Interval mezi hodnotami  $\langle \min Q_m, \max Q_m \rangle$  je rozdělen na předem zvolený počet zón. Počet zón  $Z$  je v každém měsíci stejný, velikost intervalu  $\langle \min Q_m^z, \max Q_m^z \rangle$  se však může lišit. Velikost jednotlivé zóny je stanovena tak, aby splňovala požadavek, že každá zóna musí obsahovat přibližně stejný počet prvků  $q_{m,y}$ . Jednotlivé prvky  $q_{m,y}$  každé množiny tvoří v příslušné zóně podmnožinu  $Q_m^z$ .

Podle počáteční průměrné hodnoty přítoku vody  $Q_m^c$  v měsíci  $m$ , ve kterém je rozhodováno o řízení, je vybrána zóna  $z$ , pro kterou platí  $Q_m^c \in \langle \min Q_m^z, \max Q_m^z \rangle$ . Zónou  $z$  prochází vybraný soubor historických řad  $s = 1, 2, \dots, S$ , kde  $S$  je celkový počet řad procházející zónou. Pro každou řadu v souboru  $S$  platí, že  $q_{m,s} \in Q_m^z$ . Další členy historických řad  $s$  souboru  $S$ , které jsou reprezentovány průměrnými měsíčními přítoky  $q_{m+t,s}$  v měsících  $m + t$ , kde  $t$  je pořadí měsíce předpovědi, jsou pak použity pro určení intervalu zóny předpovědi  $z_p$ . Pro  $t$  platí  $t = 1, 2, \dots, TP$ , kde  $TP$  je počet předpovídaných kroků (měsíců) a  $q_{m+t,s} \in Q_{m+t}^{z_p}$ . Pro pořadí měsíců  $m + t > 12$  platí  $m + t - 12$ . Pro každý měsíc předpovědi  $m + t$  je stanovena pouze jedna zóna předpovědi  $z_p$  [5].

Hodnota průměrného měsíčního přítoku vody do nádrže  $Q_{m+t}^p$  v měsíci  $m + t$  je rovna hodnotě vyskytující se v intervalu zóny předpovědi  $z_p$  s největší pravděpodobností. Průměrné měsíční průtoky jsou potom předpovězeny podle následujícího principu. Pro všechny prvky  $q_{m+t,s}$  z množiny je vytvořena hustota rozdělení pravděpodobnosti. Tvar spojité funkce je pro zjednodušení trojúhelníkový. Spodní hrana je tvořena intervalem  $\langle \min, \max \rangle$  a vrchol trojúhelníku leží na předpokládané poloze modu  $Mod$  veličiny  $q_{m+t,s}$ . K určení polohy modu je použit předpoklad, že platí: [2]

$$\int_{\min Q_{m+1}^{z_p}}^{\max Q_{m+1}^{z_p}} p(q_{m+t,s}) dq_{m+t,s} \quad (1)$$

Postup nalezení polohy modu na intervalu  $\langle \min, \max \rangle$  je vyobrazen graficky na **Obr. 3**. [2]

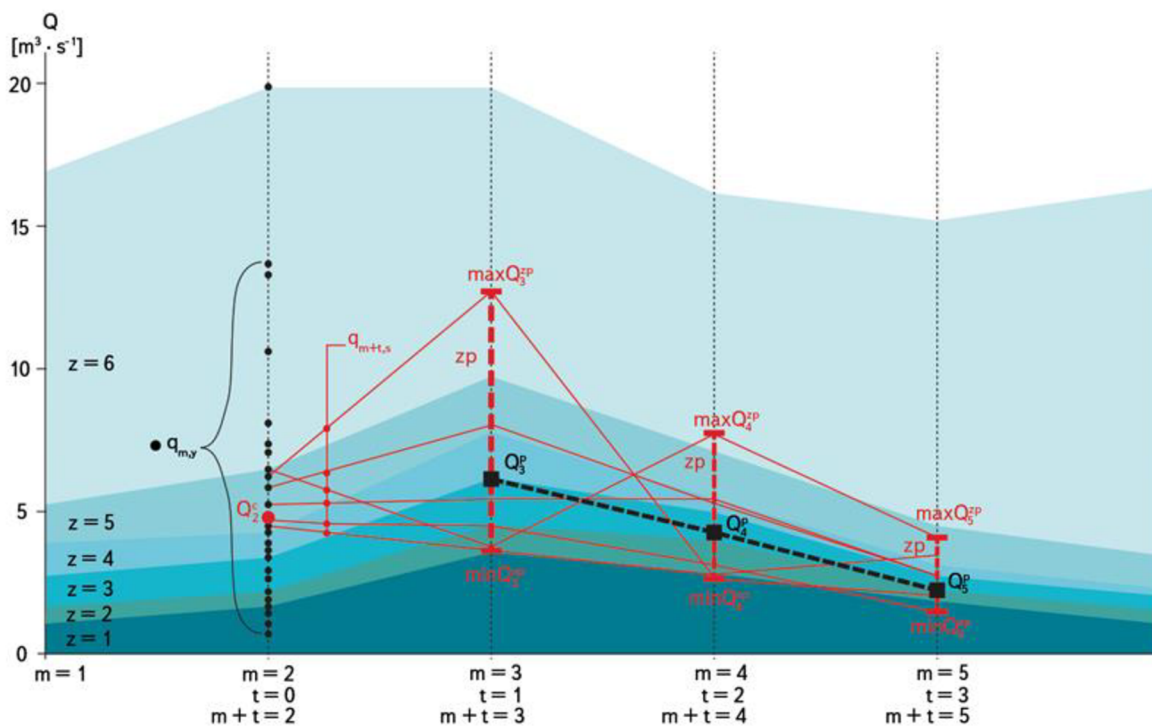


Obr. 3. Postup nalezení modu [2]

Potom pro předpovězenou hodnotu přítoku vody do nádrže v měsíci  $m + t$  platí: [2]

$$Q_{m+t}^p = \text{Mod}(q_{m+t,s}) \quad (2)$$

Algoritmus vytváření předpovědi  $Q_{m+t}^p$  pro více kroků (měsíců) je zobrazen na Obr. 4.[2]



Obr. 4. Algoritmus vytváření předpovědi [2]

## 5.2.2 Algoritmus adaptivního řízení zásobní funkce

Adaptivní řízení zásobní funkce nádrže je založeno na klasickém simulačním modelu (globální model). U simulačního modelu jsou pravidla řízení nahrazena opakovanou optimalizací (lokální model). Krok simulačního modelu je  $T = 1, 2, \dots, M$ , kde  $M$  je celkový počet kroků (měsíců). Algoritmus řízení je možno popsat ve třech krocích, které se postupně opakují.

V prvním kroku je vytvořena předpověď průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže. K vytvoření předpovědi je použit ZPPM a délka předpovědi odpovídá zvolenému počtu předpovídaných měsíců.

Ve druhém kroku je sestaven optimalizační model nádrže. Průměrné měsíční odtoky z nádrže  $O^t$  na řízeném období jsou hledány optimalizací v každém časovém kroku lokálního modelu  $\tau = 1, 2, \dots, N$ , kde  $N$  je celkový počet kroků. K nalezení  $O^t$  je použita metoda diferenciální evoluce. Počet předpovídaných měsíců  $TP$  je roven počtu časových kroků  $N$ . Okrajovými podmínkami jsou předpovězené přítoky do nádrže. Počáteční podmínka řešení je objem vody v nádrži na konci časového kroku  $\tau = 0$ . Ve skutečnosti by se jednalo o naměřenou hodnotu objemu vody v nádrži. Jako kritérium optimalizace byl zvolen součet čtverců odchylek mezi řídicím odtokem  $W^t$  a skutečným řízeným odtokem  $O^t$  vody z nádrže, který je snaha minimalizovat. Kriteriační funkce (3) je ve tvaru, který zajišťuje rovnoměrné rozložení nedodávky vody mezi jednotlivé měsíce. Použití druhé mocniny ve funkci (3) je dáno předpokladem, že větší množství nedodané vody je hůře přijatelné než menší množství nedodané vody. [2]

$$[\pi = \sum_{\tau=1}^{N=TP} (W^{\tau} + O^{\tau})^2] \rightarrow MIN \quad (3)$$

Ve třetím kroku se na základě skutečného přítoku a nalezeného řízeného odtoku, který odpovídá prvnímu kroku lokálního modelu  $\tau = 1$ , provede v časovém kroku  $T$  simulace chování nádrže pomocí simulačního modelu. Počáteční podmínkou pro řešení další optimalizace je výsledná velikost objemu vody v nádrži na konci časového kroku. Následně je optimalizace posunuta o jeden časový krok.

Kroky 1 až 3 se následně opakují pro každý krok globálního modelu  $T$ . Opakováním jednotlivých kroků se zároveň model adaptuje na nové podmínky. Celý proces adaptace je ukončen při dosažení časového kroku  $T = M$ . [2]

### 5.3 DISPEČERSKÝ GRAF

Pro porovnání výsledků řízení zásobního objemu vody v nádrži s v praxi používanými metodami řízení byl vybrán dispečerský graf uvedený v manipulačním řádu VD Vír I. Jedná se o dispečerský graf s čtyřstupňovou regulací.

Principem dispečerského grafu je na základě známého objemu vody v nádrži stanovit odtok z nádrže pro následující období. Skuteční objem vody v nádrži je určen pomocí vztahu mezi výškou vody v nádrži a objemem vody jí odpovídající.

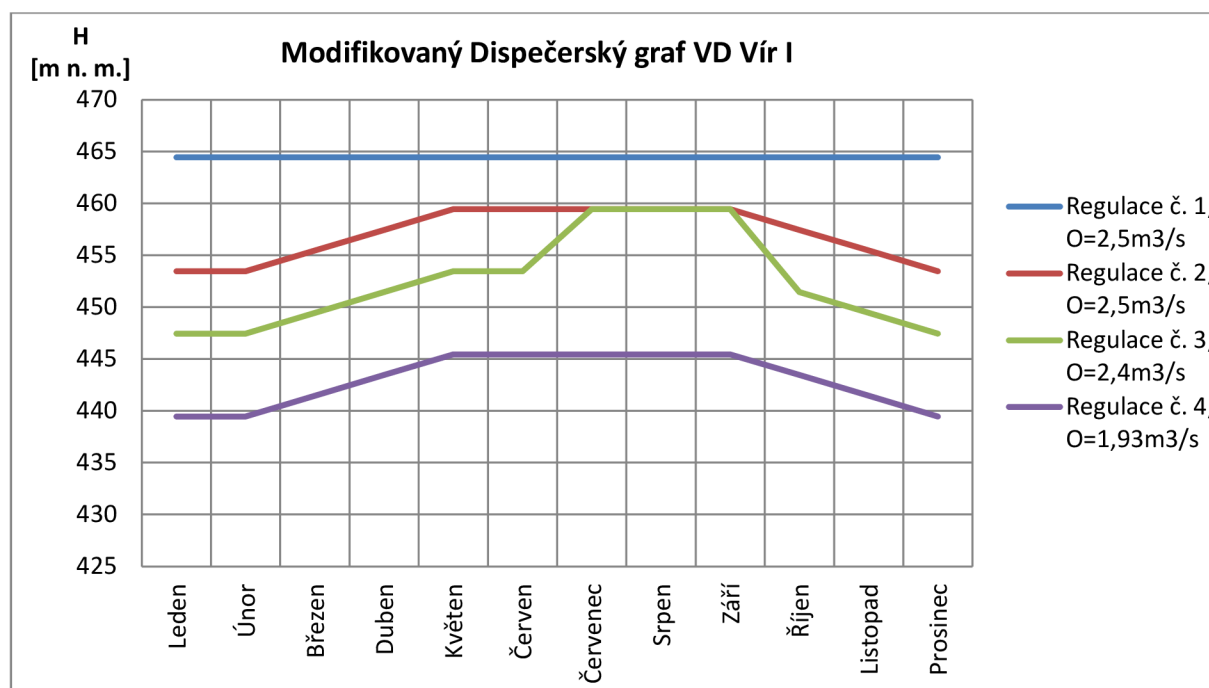
Vzhledem k hodnotě řídicího odtoku vody z nádrže  $W_R=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  použité u Hybridní optimalizační metody dochází k modifikaci dispečerského grafu. Bez zavedení modifikace by došlo k nadměrným odtokům vody z nádrže, které by měly vliv na porovnání jednotlivých metod řízení.

Modifikace byla provedena v regulačním stupni č.1 a č. 2 a spočívá ve snížení hodnoty odtoku vody z nádrže na hodnotu odpovídající řídicímu odtoku vody  $W_R=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V regulačním stupni č.1 došlo ke snížení odtoku v nádrže z hodnoty  $3,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a v regulačním stupni č.2 došlo ke snížení odtoku v nádrže z hodnoty  $3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Takto modifikovaný dispečerský graf je uveden v **Tab. 6** a graficky znázorněn na **Obr. 5**.

**Tab. 6.** Modifikovaný Dispečerský graf VD Vír I

Měsíc	Regulace č.1		Regulace č.2		Regulace č.3		Regulace č.4	
	Kóta	$\Sigma$ odtoku	Kóta	$\Sigma$ odtoku	Kóta	$\Sigma$ odtoku	Kóta	$\Sigma$ odtoku
	m n.m.	$\text{m}^3/\text{s}$	m n.m.	$\text{m}^3/\text{s}$	m n.m.	$\text{m}^3/\text{s}$	m n.m.	$\text{m}^3/\text{s}$
Leden	464.45	2.5	453.45	2.5	447.45	2.4	439.45	1.93
Únor	464.45	2.5	453.45	2.5	447.45	2.4	439.45	1.93
Březen	464.45	2.5	455.45	2.5	449.45	2.4	441.45	1.93
Duben	464.45	2.5	457.45	2.5	451.45	2.4	443.45	1.93
Květen	464.45	2.5	459.45	2.5	453.45	2.4	445.45	1.93
Červen	464.45	2.5	459.45	2.5	453.45	2.4	445.45	1.93
Červenec	464.45	2.5	459.45	2.5	459.45	2.4	445.45	1.93
Srpen	464.45	2.5	459.45	2.5	459.45	2.4	445.45	1.93
Září	464.45	2.5	459.45	2.5	459.45	2.4	445.45	1.93
Říjen	464.45	2.5	457.45	2.5	451.45	2.4	443.45	1.93
Listopad	464.45	2.5	455.45	2.5	449.45	2.4	441.45	1.93
Prosinec	464.45	2.5	453.45	2.5	447.45	2.4	439.45	1.93





Obr. 5. Modifikovaný Dispečerský graf VD Vír I

#### 5.4 ŘÍZENÍ NA HODNOTU NALEPŠENÉHO ODTOKU $W_R$

Dalším způsobem řízení odtoku vody ze zásobního prostoru nádrže je jednoduché řízení na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

V tomto případě se jedná o zachování nalepšeného odtoku vody z nádrže na pevně stanovené hodnotě  $W_R=O_{(Vt)}=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  po maximální možnou dobu trvání. To znamená, že ke snížení odtoku vody z nádrže dojde jen v případě úplného vyprázdnění zásobního objemu vody v nádrži, kdy přítok do nádrže  $Q$  bude menší, než hodnota nalepšeného odtoku  $W_R$ . Jakmile tato situace nastane, dojde ke skokovému poklesu odtoku vody z nádrže na hodnotu přítoku vody do nádrže a nastane rovnovážný stav (4).

$$O_{(Vt)} = O_{(t)} = Q_{(t)}. \quad (4)$$

V tomto případě se nádrž chová jako obyčejné koryto bez akumulární funkce. Výše zmíněný jev trvá do chvíle, než přítok vody do nádrže  $Q$  překročí hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R=O_{(Vt)}$  a nádrž se začne opětovně plnit dle vztahu (5).

$$Q_{(t)} - O_{(Vt)} = \frac{dV_{(t)}}{d(t)} \quad (5)$$

V případě úplného naplnění zásobního objemu nádrže dojde opět ke skokové změně odtoku vody a nádrž se bude opět chovat, jako obyčejné koryto bez akumulární funkce dle rovnici (1).

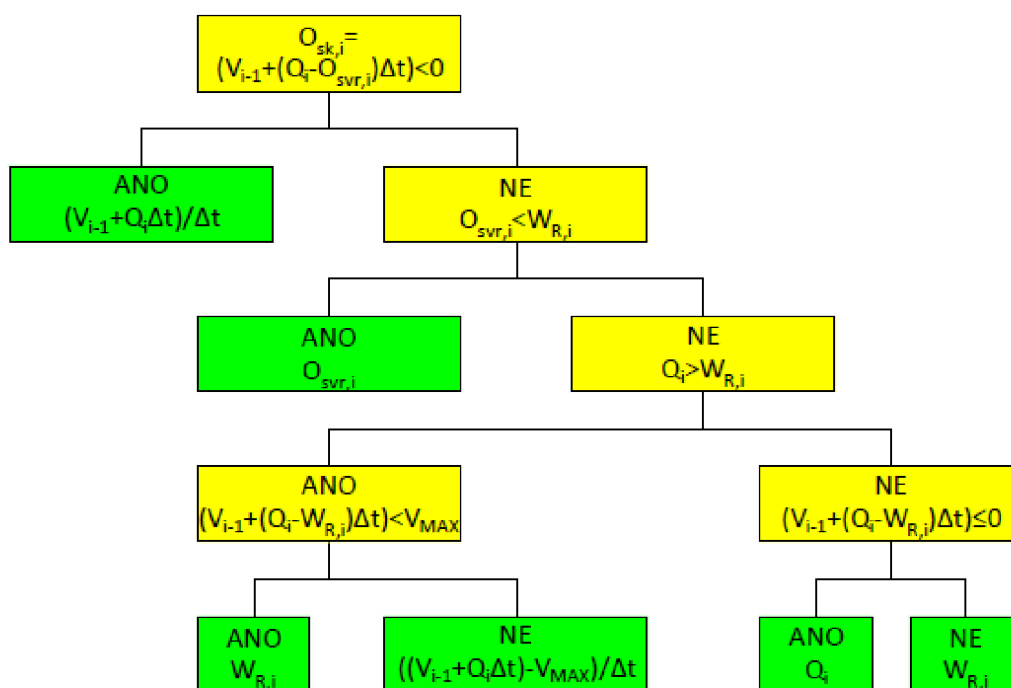
## 6 SIMULACE ŘÍZENÍ

Jelikož ověření použitelnosti výše uvedených metod řízení s danými parametry není reálné při skutečném řízení nádrže, je použita matematická simulace řízení v programech Microsoft Excel a RStudio.

### 6.1 SIMULACE ŘÍZENÍ V PROGRAMU MICROSOFT EXCEL

V programu Microsoft Excel jsou simulovány řízení zásobní funkce vodní nádrže pro metody, které určují odtok vody z nádrže pouze na jeden budoucí měsíc. Jedná se o hybridní metodu, dispečerský graf a řízení na hodnotu nalepšeného odtoku. U těchto metod je nutné postupovat následujícím způsobem. Nejdříve se odhadne hodnota odtoku na budoucí měsíc pomocí metody řízení. Následně se pro tuto hodnotu provede simulace řízení v programu Microsoft Excel. Tento postup se opakuje pro celé simulované období.

Stanovení hodnoty skutečného odtoku  $O_{sk}$  vody z nádrže Víř I pro Hybridní metodu je znázorněno na **Obr. 6**.



**Obr. 6.** Schéma stanovení skutečného odtoku v programu Microsoft Excel

Stanovení hodnoty objemu vody v nádrži je vyjádřeno rovnicí (6).

$$V_k = V_0 + \sum_{i=1}^k [Q_i - O_i(V_i)]\Delta t \quad (6)$$

Kde:

$V_k$ .....výsledný objem vody v nádrži

$V_0$ ..... počáteční objem vody v nádrži

$Q_i$ ..... přítok vody do nádrže

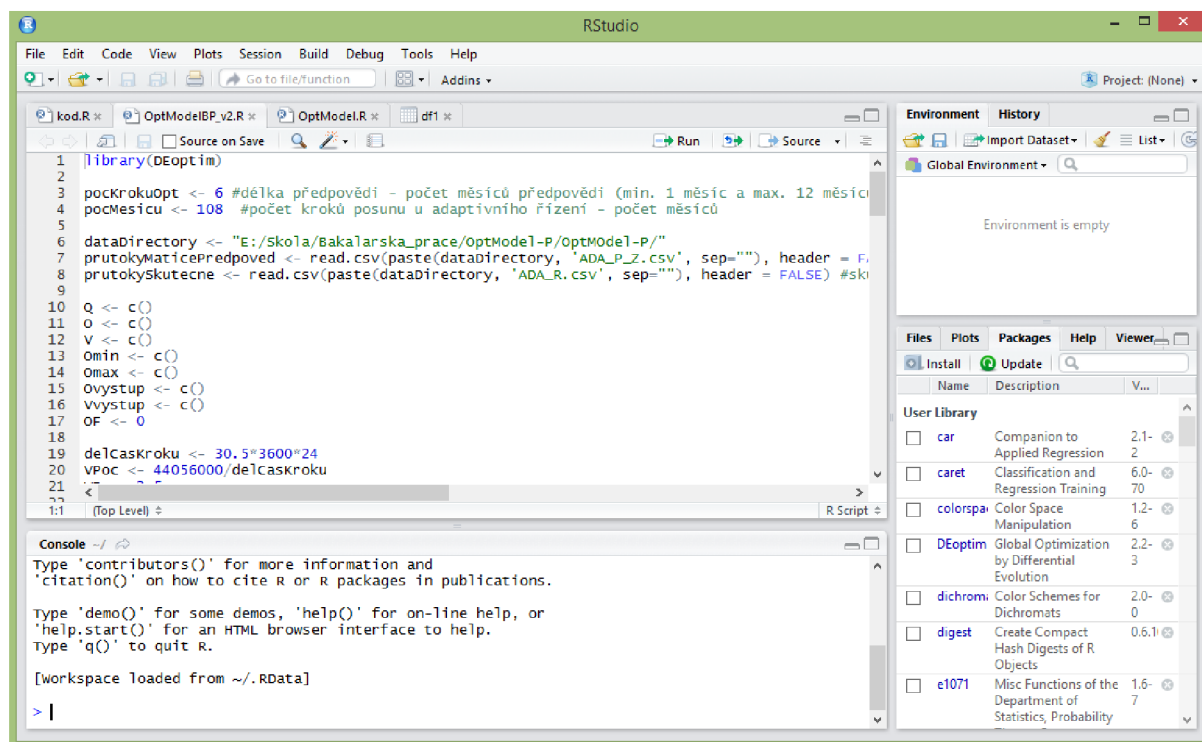
$O_i(V_i)$ ... odtok vody z nádrže

$\Delta t$ ..... časový krok (jeden měsíc)

## 6.2 SIMULACE ŘÍZENÍ V PROGRAMU RSTUDIO

V programu RStudio je simulováno řízení zásobní funkce vodní nádrže pro metodu Adaptivního řízení. Na rozdíl od simulací řízení provedených v Microsoft Excel se zde jedná o simulaci, která nevyžaduje postupné opakování, ale proběhne pro celé zadané období v rámci jedné výpočetní relace. Simulace v RStudio je již obsažena v algoritmu adaptivního řízení.

Výsledkem tohoto programu je řada skutečných odtoků  $O_{sk}$  z nádrže Vír I a s tím spojené objemy vody  $V$  v této nádrži.



Obr. 7. Ukázka rozhraní programu RStudio

## 7 APLIKACE

Pro simulaci je zvoleno VD Vír I s velikostí zásobního objemu **44 056 000 m<sup>3</sup>**. Jedním z hlavních důvodů pro volbu této nádrže je velká shoda mezi povodím VD Vír I a povodím reprezentujícím RCM. Dalším důvodem je dostupnost potřebných údajů k této nádrži spolu s dlouhou časovou řadou hydrologického pozorování, jenž obsahuje řadu skutečných přítoků  $Q$  a odtoků  $O_{sk}$  k této nádrži. Tyto časové řady slouží jako podklad pro již zmíněné metody.

Pro simulaci řízení je zvoleno období let 1988 až 1993. Důvody pro volbu tohoto období jsou jednak velké přítoky do nádrže v roce 1987, kdy můžeme uvažovat, že nádrž byla plná. Dále pak velmi suché období v letech 1989 až 1991, ve kterém se skutečně projeví jednotlivé způsoby řízení zásobního objemu nádrže.

### 7.1 APLIKACE HYBRIDNÍ METODY ŘÍZENÍ

Pro aplikaci Hybridní metody řízení zásobní funkce nádrže na VD Vír je nejdříve nutné přikročit k úpravě vstupních dat z RCM. Důvodem pro úpravu dat je rozdíl mezi plochou povodí VD Vír I a plochou povodí využitou v RCM. V RCM bylo uvažován závěrný profil až pod vyrovnávací nádrží Vír II, zatímco v této práci se počítalo se závěrným profilem pod nádrží Vír I. Úprava dat spočívala ve vynásobení odhadované řady měsíčních odtoků z RCM koeficientem  $\alpha$ . Koeficient  $\alpha$  odpovídá poměru velikosti povodí Vír I a Vír II a je vyjádřen rovnicí (7).

$$\alpha = \frac{S_{Vír I}}{S_{Vír II}} \quad (7)$$

Kde:

$\alpha$ .....opravný koeficient

$S_{Vír I}$ ....plocha povodní VD Vír I

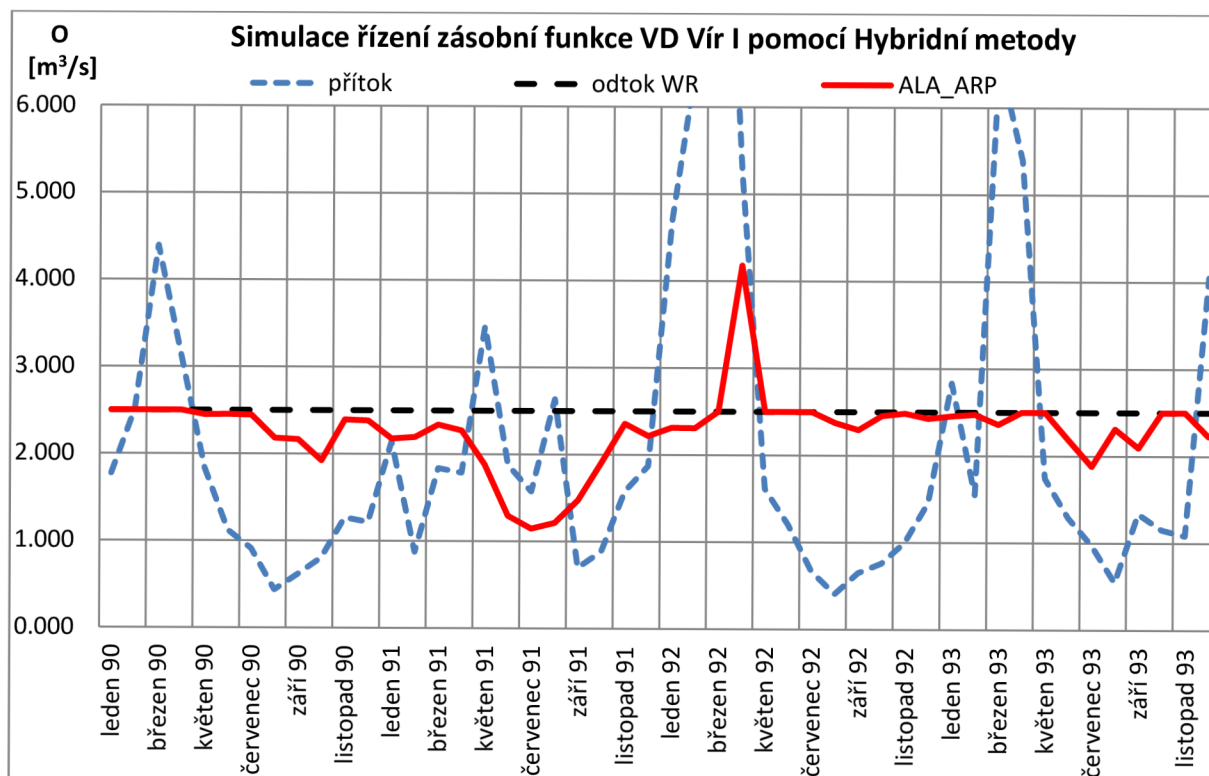
$S_{Vír II}$ ... plocha povodí uvedená pro RCM

Pro popsanou metodu hybridního řízení je vytvořen program v programovacím jazyce R s připojením rozšiřujících balíčků DEoptim (Diferenciální evoluce) a e1071 (SVR). Jako vývojové prostředí pro tento program slouží RStudio.

Vstupní data do hybridní metody řízení:

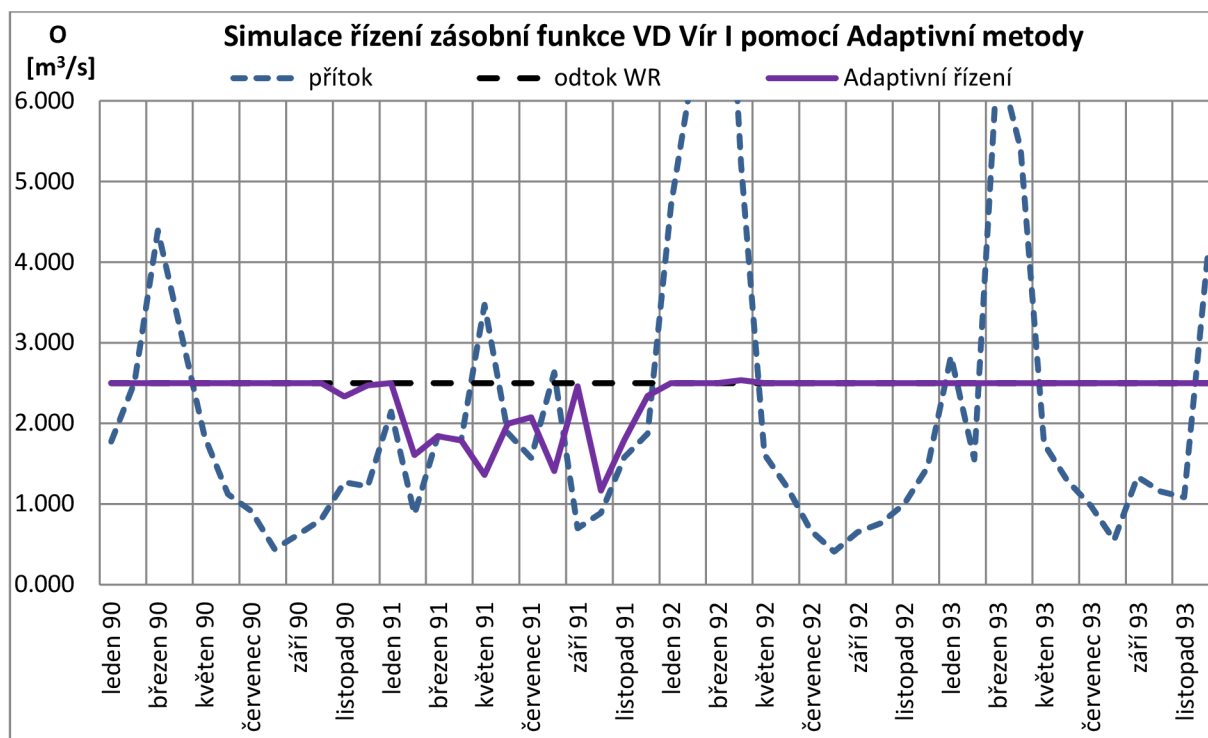
- historická průtoková řada průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže, období let 1950 až 1987) –  $HMF = 37$ ,
- odhadovaná průtoková řada průměrných měsíčních přítoků vody do nádrže pro vybraný scénář klimatické změny (RCM), období let 2000 až 2100 –  $FMF = 101$ ,
- hodnota řídicího odtoku  $W_R = 2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- $M = 138$ ,  $L = 6$ ,  $N = 6$

Jako reprezentativní simulace Hybridní metody řízení zásobní funkce nádrže Vír I je vybrána simulace, u které je jako vstupní RCM použit ALADIN-CLIMATE/CZ (ALA\_ARP). Simulace s tímto RCM je vybrána z důvodu původu tohoto modelu, jenž byl vytvořen Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ).



Obr. 8. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Hybridní metody (ALA\_ARP)

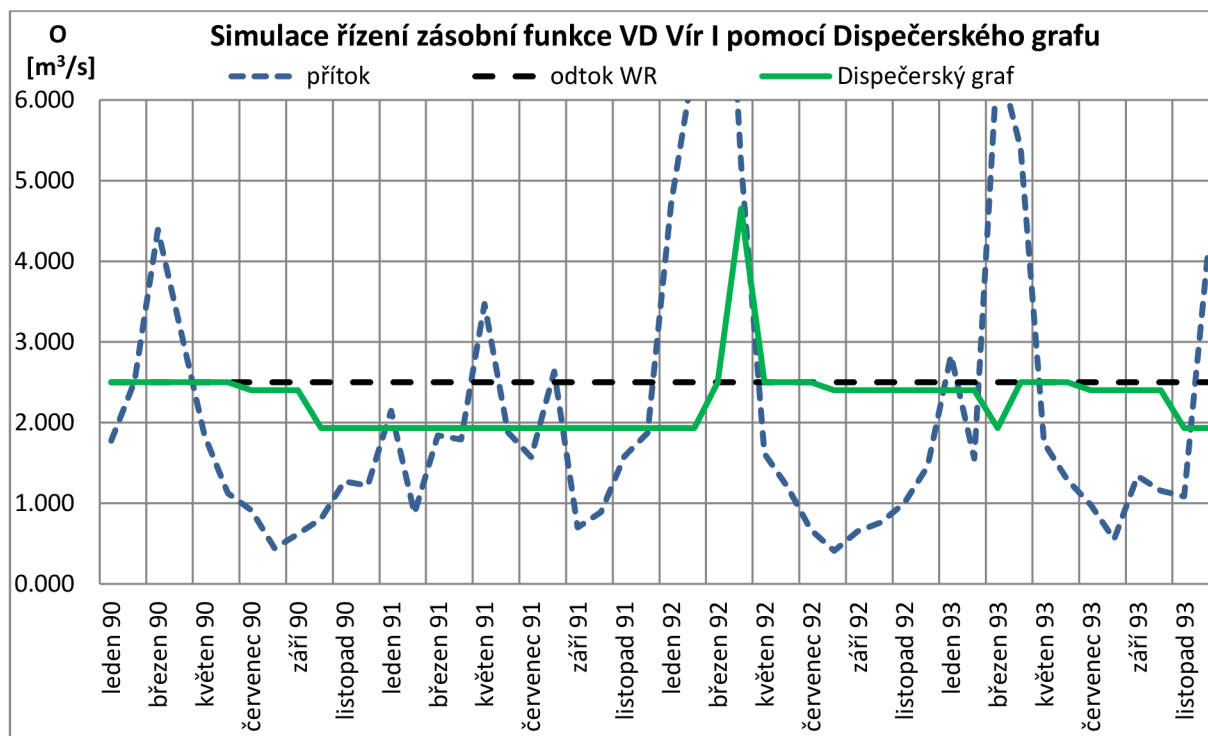
## 7.2 APLIKACE ADAPTIVNÍHO ŘÍZENÍ



Obr. 9. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Adaptivní metody

## 7.3 APLIKACE DISPEČERSKÉHO GRAFU

Modifikovaný Dispečerský graf je uveden v Tab. 6.

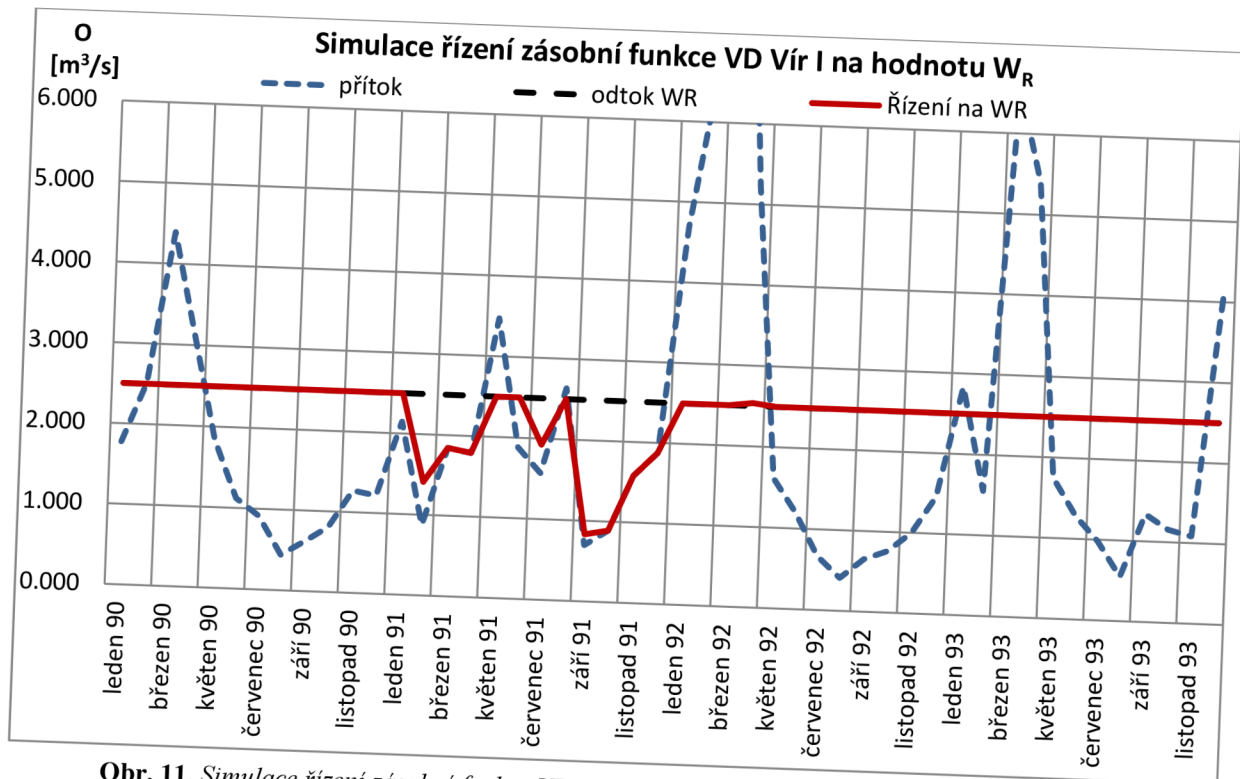


Obr. 10. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Dispečerského grafu

## 7.4 APLIKACE ŘÍZENÍ NA HODNOTU NALEPŠENÉHO ODTOKU $W_R$

Vstupní data pro řízení na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R$ :

- hodnota řídicího odtoku  $W_R=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- řada přítoků  $Q$  do nádrže Vír I



Obr. 11. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R=2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

## 8 VÝSLEDKY

Pro porovnání uvažovaných metod řízení a stanovení jejich úspěšnosti jsou zvolena čtyři základní kritéria uvedená v **Tab. 7**. Tyto kritéria se vztahují na porovnání hybridní metody řízení s adaptivním řízením, dispečerským grafem a řízením na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R$ . Kritéria se zakládají na nedodaném objemu vody z nádrže (**Obr. 12**, **Obr. 14**). Době, po kterou je tento výpadek přítomen (**Obr. 18**) a rozdílu mezi odtokem požadovaným a skutečným „hloubce poruchy“ (**Obr. 16**).

**Tab. 7.** Kritéria k porovnání výsledků vhodnosti klimatických modelů pro hybridní způsob řízení nádrže

Maximální měsíční nedodaný objem vody	$D_{MAX}$	[m <sup>3</sup> /měsíc]
Celkový nedodaný objem vody	$\Sigma D$	[m <sup>3</sup> ]
Maximální hloubka poruchy	$T_{MAX}$	[m <sup>3</sup> /s]
Doba trvání poruchy	$T$	[měsíc]

Rozdíl mezi kritérii  $D_{MAX}$  a  $T_{MAX}$  je pouze ve zvolených jednotkách. Použití obou těchto kritérií je opodstatněno názorností jejich výkladu.  $D_{MAX}$  je vhodnější pro analýzu odtoku vody z nádrže, zatímco  $T_{MAX}$  má vypovídací charakter v rámci simulace řízení, pro které není vhodné použít  $D_{MAX}$ . Vztah mezi  $D_{MAX}$  a  $T_{MAX}$  je uveden v rovnici (8).

$$D_{MAX} = T_{MAX} * \Delta t \quad (8)$$

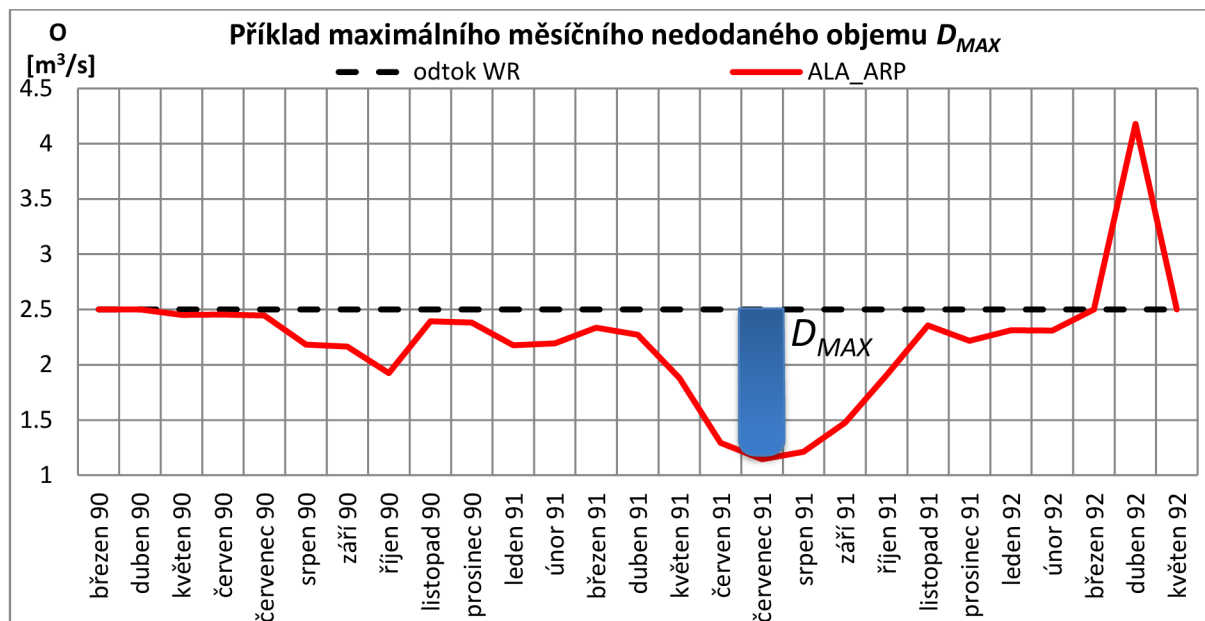
Kde:

$\Delta t$ ... časový krok (jeden měsíc)

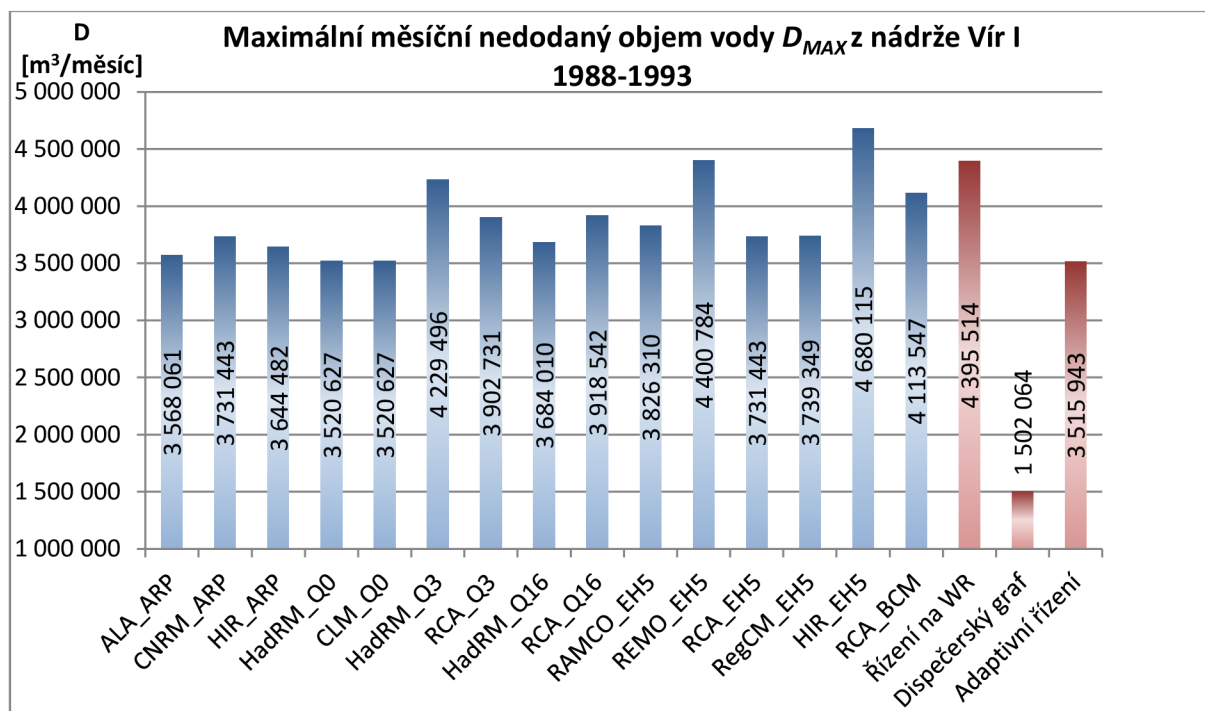


## 8.1 MAXIMÁLNÍ MĚSÍČNÍ NEDODANÝ OBJEM VODY $D_{MAX}$

Určuje rozdíl mezi požadovanou měsíční dodávkou vody a její skutečnou hodnotou. Pro porovnání je vybrána maximální měsíční hodnota, která se vyskytne v simulovaném období (1988–1993). Porovnání jednotlivých metod řízení pomocí kritéria  $D_{MAX}$  je závislé na maximální hodnotě tohoto kritéria, přičemž nezávisí na měsíci, ve kterém je určeno. Výsledky porovnání jsou uvedeny v **Tab. 8** a na **Obr. 13**.



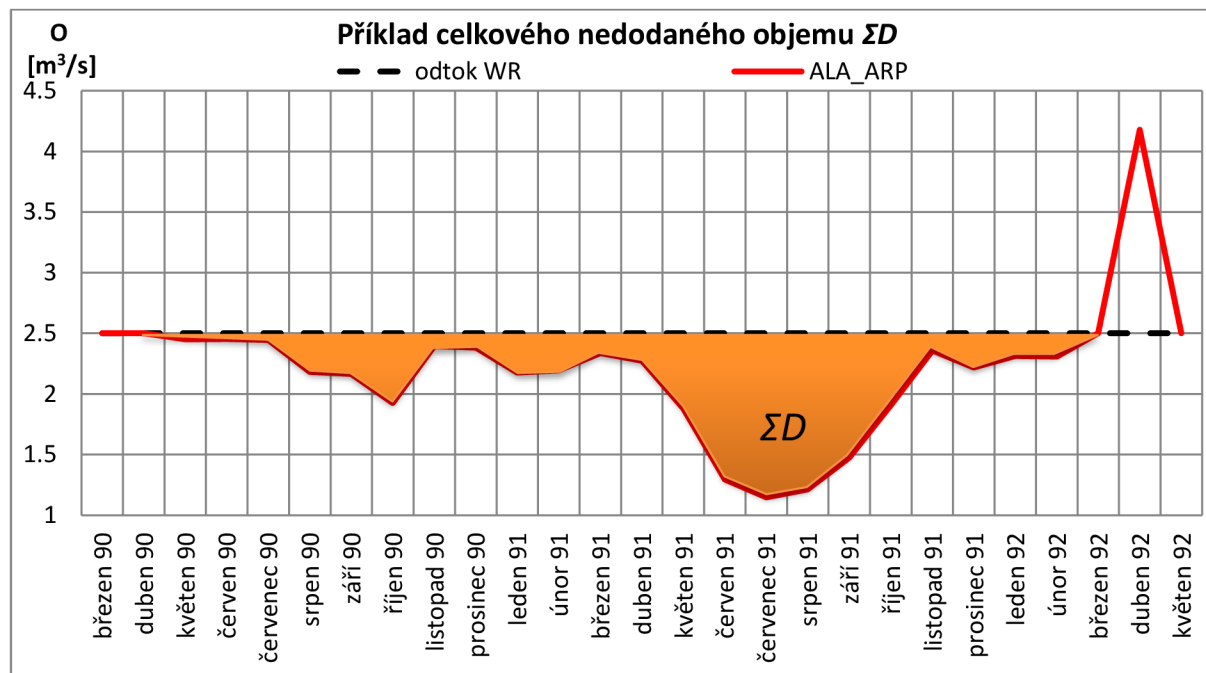
Obr. 12. Příklad určení maximálního měsíčního nedodaného objemu  $D_{max}$



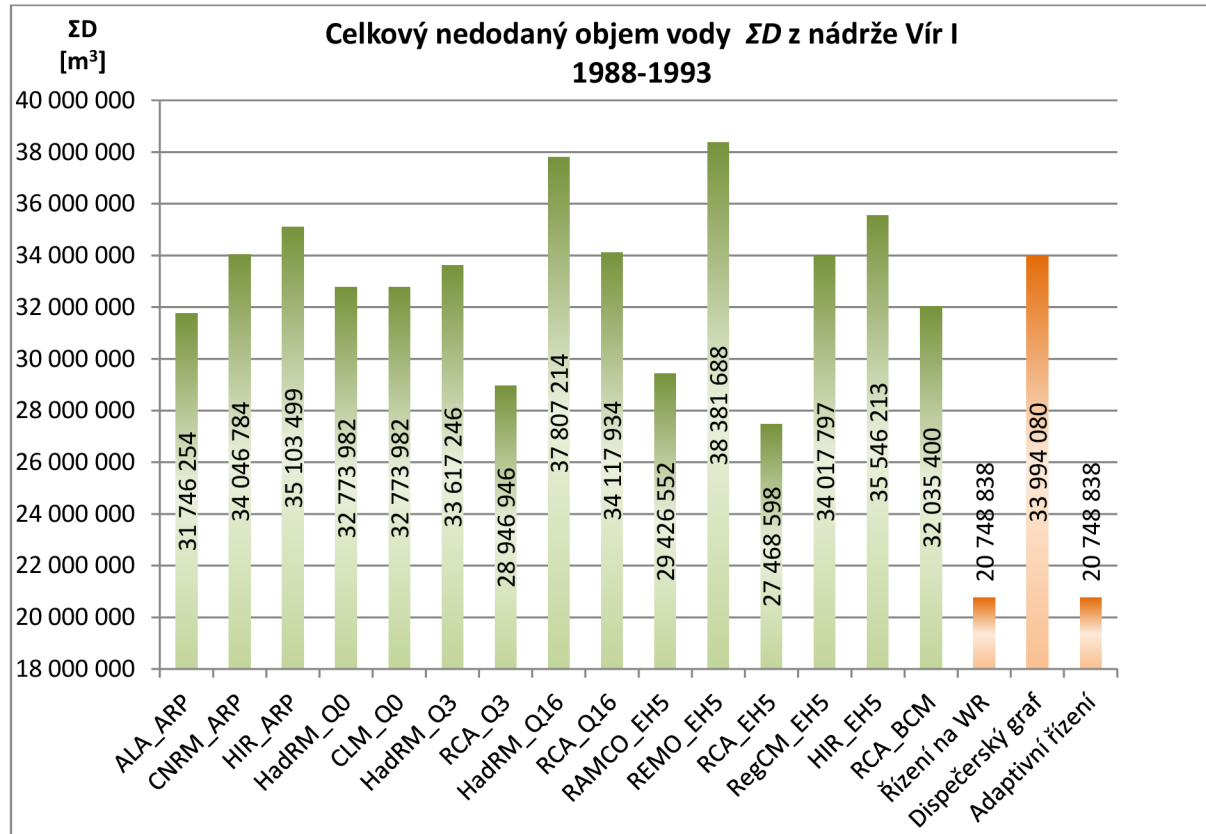
Obr. 13. Přehled výsledků maximálního měsíčního nedodaného objemu vody  $D_{max}$  z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993

## 8.2 CELKOVÝ NEDODANÝ OBJEM VODY $\Sigma D$

Určuje rozdíl mezi požadovanou celkovou dodávkou vody a její skutečnou hodnotou za simulované období (1988–1993). Výsledky porovnání jsou uvedeny v **Tab. 8** a na **Obr. 15**.



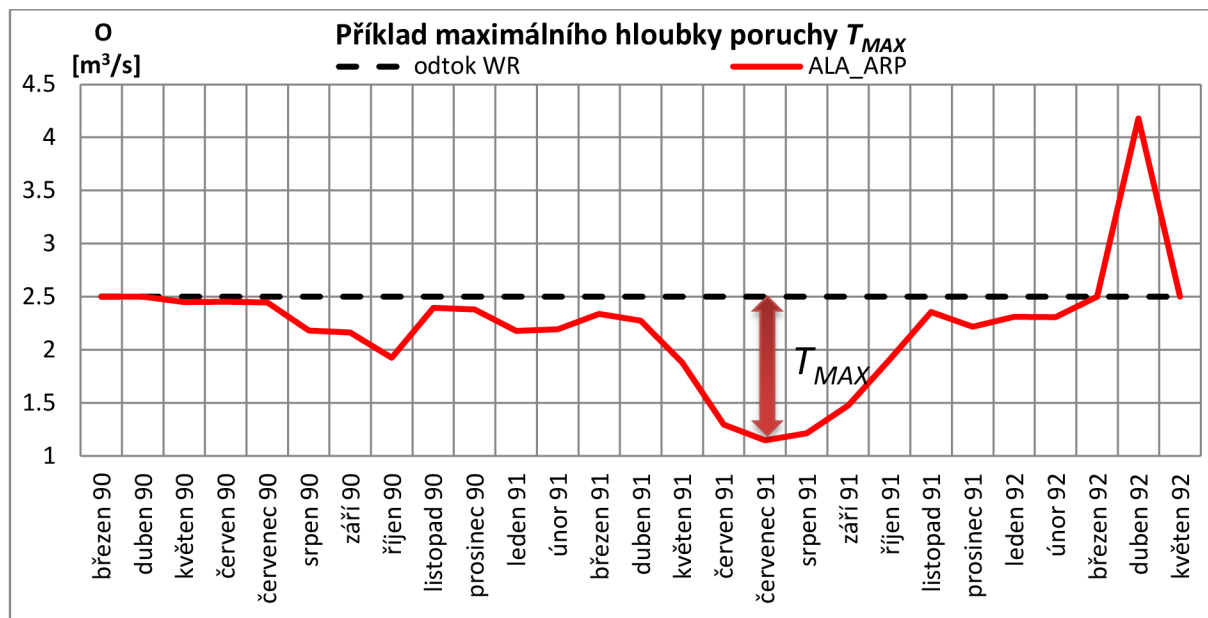
Obr. 14. Příklad určení celkového nedodaného objemu vody  $\Sigma D$



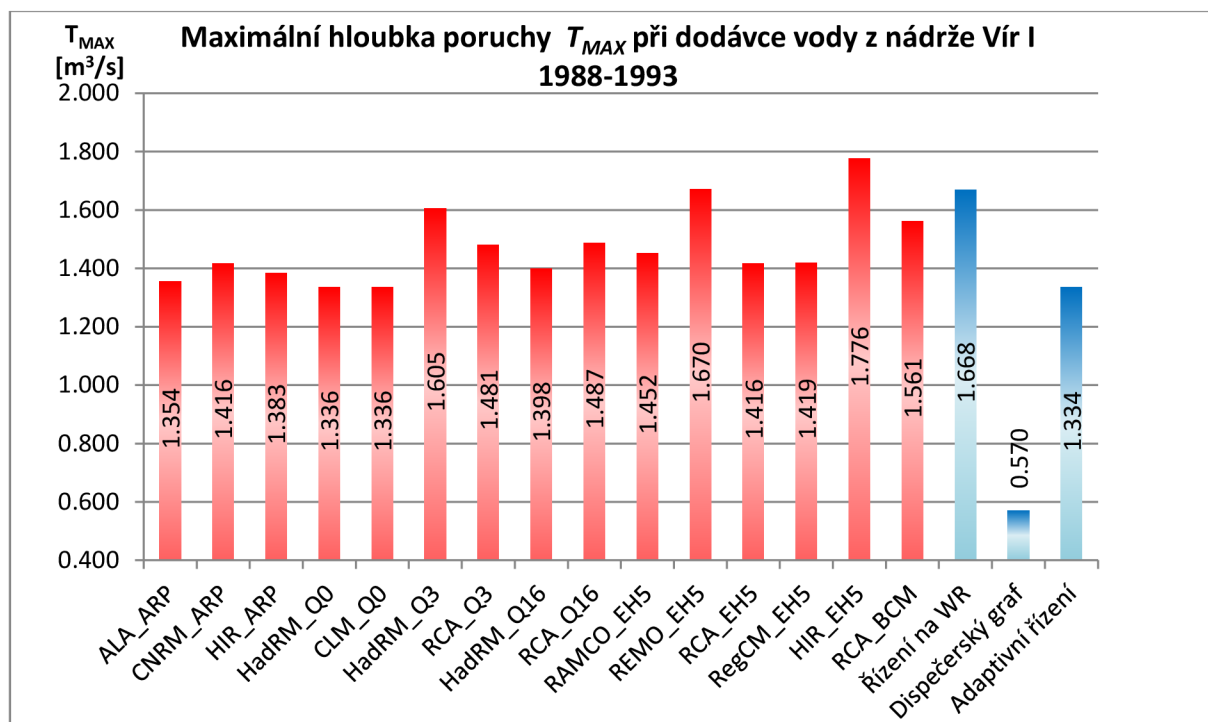
Obr. 15. Přehled výsledků celkového nedodaného objemu vody  $\Sigma D$  z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993

### 8.3 MAXIMÁLNÍ HLOUBKA PORUCHY $T_{MAX}$

Maximální hloubka poruchy  $T_{MAX}$  je rozdílem mezi požadovaným odtokem  $W_R$  a skutečným odtokem  $O_{sk}$ , která se vyskytne v simulovaném období (1988–1993). Výsledky porovnání jsou uvedeny **Tab. 8** a na **Obr. 17**. Toto kritérium je určeno jako rozhodující při výběru vhodného vstupního RCM modelu do Hybridní metody a při porovnání této metody s dalšími metodami řízení zásobního objemu nádrže.



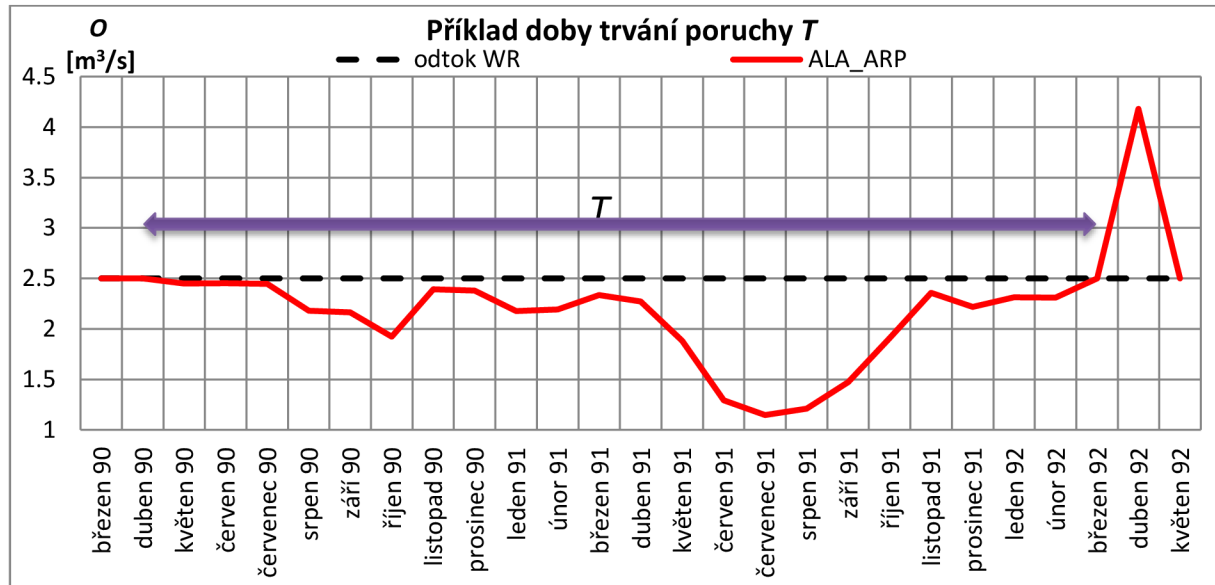
Obr. 16. Příklad určení maximální hloubky poruchy  $T_{MAX}$



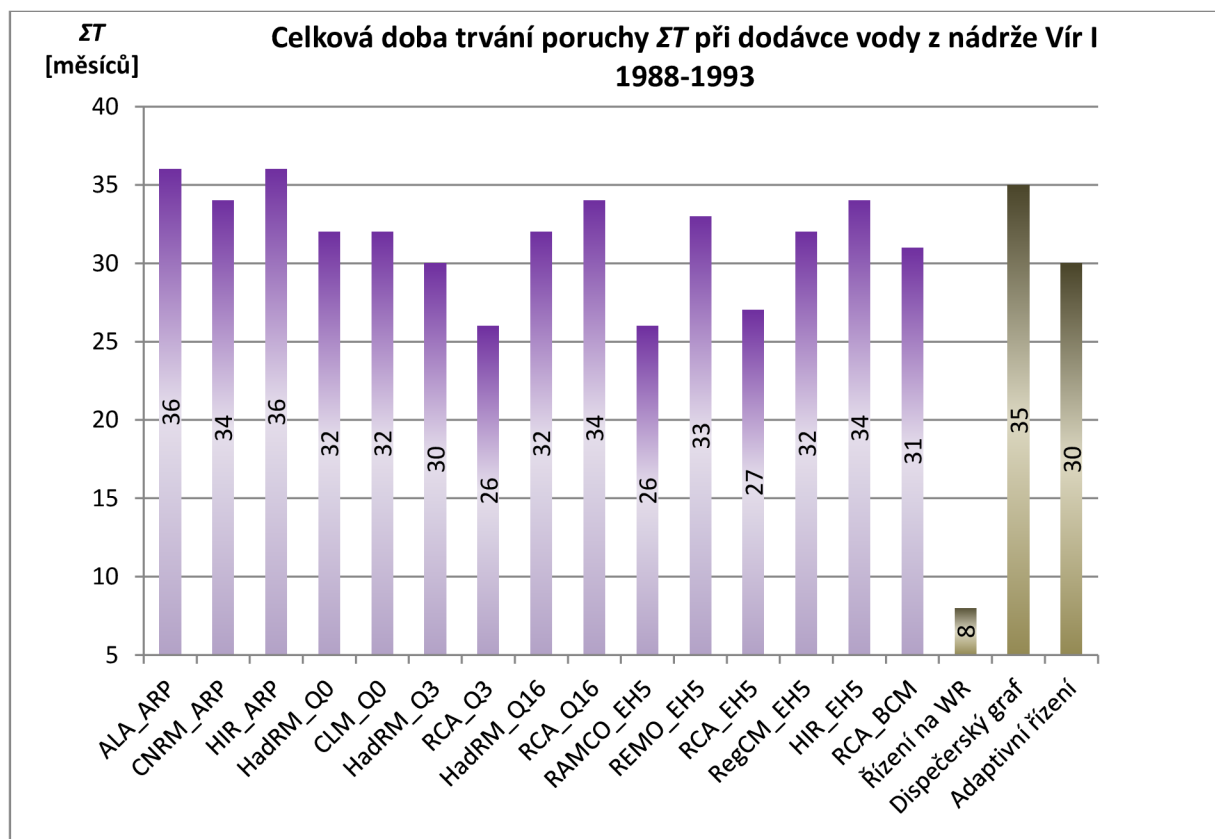
Obr. 17. Přehled výsledků maximální hloubky poruchy  $T_{max}$  při dodávce vody z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993

## 8.4 DOBA TRVÁNÍ PORUCHY $T$

Doba trvání poruchy  $T$  je počtem měsíců ze simulovaného období (1988–1993), kdy je skutečný odtok  $O_{sk}$  z nádrže nižší, než požadovaný odtok  $W_R$ . Výsledky porovnání jsou uvedeny v **Tab. 8** a na **Obr. 19**.



Obr. 18. Příklad určení doby trvání poruchy  $T$



Obr. 19. Přehled výsledků celkové doby trvání poruch  $\Sigma T$  při dodávce vody z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993

## 8.5 CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ ŘÍZENÍ VD VÍR I

V **Tab. 8** je uveden celkový souhrn výsledků řízení zásobní funkce nádrže Víř I v letech 1988 až 1993. Pro jednotlivé způsoby řízení jsou uvedeny výsledky dle jednotlivých kritérií, kterými jsou:

- Maximální měsíční nedodaný objem  $D_{MAX}$  z nádrže Víř I.
- Celkový nedodaný objem  $\Sigma D$  z nádrže Víř I.
- Maximální hloubka poruchy  $T_{MAX}$ .
- Celková délka trvání poruchy  $\Sigma T$ .

**Tab. 8.** Celkový souhrn výsledků řízení zásobní funkce VD Víř I v období let 1988 až 1993

Mateční model	Model	Akronym	$D_{MAX}$ [m <sup>3</sup> /měsíc]	$\Sigma D$ [m <sup>3</sup> ]	$T_{MAX}$ [m <sup>3</sup> /s]	$\Sigma T$ [měsíců]
ARPEGE	ALADIN_CLIMATE/CZ	ALA_ARP	3 568 061	31 746 254	1.354	36
	CNRM-RM	CNRM_ARP	3 731 443	34 046 784	1.416	34
	HIRHAM	HIR_ARP	3 644 482	35 103 499	1.383	36
HadCM3Q0, HadCM3Q3, HadCM3Q16	HadRM	HadRM_Q0	3 520 627	32 773 982	1.336	32
	CLM	CLM_Q0	3 520 627	32 773 982	1.336	32
	HadRM	HadRM_Q3	4 229 496	33 617 246	1.605	30
	RCA	RCA_Q3	3 902 731	28 946 946	1.481	26
	HadRM	HadRM_Q16	3 684 010	37 807 214	1.398	32
	RCA	RCA_Q16	3 918 542	34 117 934	1.487	34
ECHAM5	RACMO	RAMCO_EH5	3 826 310	29 426 552	1.452	26
	REMO	REMO_EH5	4 400 784	38 381 688	1.670	33
	RCA	RCA_EH5	3 731 443	27 468 598	1.416	27
	RegCM	RegCM_EH5	3 739 349	34 017 797	1.419	32
	HIRHAM	HIR_EH5	4 680 115	35 546 213	1.776	34
BCM	RCA	RCA_BCM	4 113 547	32 035 400	1.561	31
Další metody řízení						
Řízení na hodnotu $W_R$			4 395 514	20 748 838	1.668	8
Dispečerský graf			1 502 064	33 994 080	0.570	35
Adaptivní řízení			3 515 943	20 748 838	1.334	30

## 9 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla vytvořena matematická simulace řízení zásobní funkce nádrže Vír I pro období let 1988 až 1993. V této simulaci byly nejdříve provedeny řízení pomocí hybridní metody pro jednotlivé vstupní RCM. V další fázi bylo přikročeno k použití dalších metod řízení (adaptační řízení, dispečerský graf a řízení na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R$ ). Jednotlivá řízení byla vyhodnocena pomocí zadaných kritérií a následně vzájemně porovnána.

### 9.1 VÝBĚR VHODNÉHO KLIMATICKÉHO MODELU PRO HYBRIDNÍ ZPŮSOB ŘÍZENÍ NÁDRŽE

Jako nejvhodnější vstupní RCM modely pro řízení zásobní funkce nádrže hybridní metodou jsou ALADIN\_CLIMATE/CZ (ALA\_ARP) a HadRM (HadRM\_Q0). Tyto modely vykazují nejmenší hloubku poruchy, a tudíž splňují předpoklad, že menší hloubka poruchy po delší časový úsek je výhodnější, než vyšší hloubka poruchy po kratší dobu.

### 9.2 POROVNÁNÍ HYBRIDNÍHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ S DALŠÍMI METODAMI ŘÍZENÍ

Při porovnání hybridní metody s dalšími metodami řízení zásobní funkce nádrže dojdeme k závěru, že hybridní metoda vykazuje lepší výsledky, než řízení na hodnotu nalepšeného odtoku  $W_R$ , ale je srovnatelná s adaptivní metodou. Dále při porovnání s dispečerským grafem vykazuje hybridní metoda výrazně horší výsledky.

Hybridní metoda vykazuje značný potenciál pro řízení zásobní funkce nádrže, kdy na rozdíl od adaptivní metody nevyžaduje jako vstup předpovědi přítoků vody do nádrže. Pro zavedení do praxe, ale zatím hybridní metoda není vhodná a vyžaduje další vývoj. Jako další krok ve vývoji této metody se nabízí zavedení třetího stupně za Optimalizační model a SVM. Tento třetí stupeň by se měl sestávat s pravidel řízení reagujících na aktuální stav vody v nádrži a vyhlazovat rozkolísanost hybridní metody. Dále by bylo nutné přikročit k testování hybridní metody na dalších nádržích, případně vodohospodářských soustavách a tím ověřit její funkčnost.

## 10 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MENŠÍK, P. a MARTON, D. Hybrid optimization method for strategic control of water withdrawal from water reservoir with using support vector machines. *18th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2016.* , 2-6.
- [2] MENŠÍK, P.; SOBEK, M. Vliv polohy nádrže v povodí při adaptivním řízení zásobní funkce. *Vodohospodářské technicko- ekonomické informace*, 2016, roč. 58, č. 6, s. 4-9. ISSN: 0322-8916.
- [3] MENŠÍK P., STARY M., MMARTON D., Water Management Software for Controlling the Water Supply Function of Many Reservoirs in a Watershed, *Water Resources*, vol. 42, no. 1, 2015, pp 133-145.
- [4] VAPNIK V., *The Nature of Statistical Learning Theory*, Springer, 2000, pp 301-314, ISBN: 978-1-4419-3160.
- [5] NACHÁZEL, K., PŘENOSILOVÁ, E. a PATERA, A. Možnosti využití principu adaptivity pro řízení kaskády nádrží v reálném čase. *Vodohospodářský časopis*, 1990, roč. 38, č. 4, s. 453–477.
- [6] Regionální klimatické modely z projektu ENSEMBLES. *Podpora dlouhodobého plánování a návrhu adaptačních opatření v oblasti vodního hospodářství v kontextu změn klimatu* [online]. Brno: VUV T. G. Masaryka, 2012 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://rscn.vuv.cz/aplikace/index.html#info-vysledky>

## SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Prostor stálého nadržení .....</i>	4
<i>Tab. 2. Prostor zásobní .....</i>	4
<i>Tab. 3. Prostor retenční ovladatelný.....</i>	4
<i>Tab. 4. Prostor retenční neovladatelný .....</i>	5
<i>Tab. 5. Přehled klimatických modelů [6] .....</i>	8
<i>Tab. 6. Modifikovaný Dispečerský graf VD Vír I.....</i>	16
<i>Tab. 7. Kritéria k porovnání výsledků vhodnosti klimatických modelů pro hybridní způsob řízení nádrže .....</i>	24
<i>Tab. 8. Celkový souhrn výsledků řízení zásobní funkce VD Vír I v období let 1988 až 1993 ..</i>	29



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Schéma vytvoření optimalizačního modelu.....</i>	10
<i>Obr. 2. Schéma vytvoření SVR modelu .....</i>	12
<i>Obr. 3. Postup nalezení modu [2] .....</i>	14
<i>Obr. 4. Algoritmus vytváření předpovědi [2].....</i>	14
<i>Obr. 5. Modifikovaný Dispečerský graf VD Vír I .....</i>	17
<i>Obr. 6. Schéma stanovení skutečného odtoku v programu Microsoft Excel.....</i>	18
<i>Obr. 7. Ukázka rozhraní programu RStudio .....</i>	19
<i>Obr. 8. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Hybridní metody (ALA_ARP) .....</i>	21
<i>Obr. 9. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Adaptivní metody .....</i>	22
<i>Obr. 10. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Dispečerského grafu .....</i>	22
<i>Obr. 11. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I na hodnotu nejlepšího odtoku <math>W_R=2,5m^3 \cdot s^{-1}</math> .....</i>	23
<i>Obr. 12. Příklad určení maximálního měsíčního nedodaného objemu <math>D_{max}</math> .....</i>	25
<i>Obr. 13. Přehled výsledků maximálního měsíčního nedodaného objemu vody <math>D_{max}</math> z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993 .....</i>	25
<i>Obr. 14. Příklad určení celkového nedodaného objemu vody <math>\Sigma D</math> .....</i>	26
<i>Obr. 15. Přehled výsledků celkového nedodaného objemu vody <math>\Sigma D</math> z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993 .....</i>	26
<i>Obr. 16. Příklad určení maximální hloubky poruchy <math>T_{MAX}</math>.....</i>	27
<i>Obr. 17. Přehled výsledků maximální hloubky poruchy <math>T_{max}</math> při dodávce vody z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993 .....</i>	27
<i>Obr. 18. Příklad určení doby trvání poruchy <math>T</math>.....</i>	28
<i>Obr. 19. Přehled výsledků celkové doby trvání poruch <math>\Sigma T</math> při dodávce vody z nádrže Vír I za období let 1988 až 1993 .....</i>	28

## SEZNAM NEJČASTĚJI POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SRESA1B	emisní scénář
$D_{MAX}$	maximální měsíční nedodaný objem vody [ $m^3$ /měsíc]
$\Sigma D$	celkový nedodaný objem vody [ $m^3$ ]
$\Delta t$	časový krok (jeden měsíc)
$FMF$	počet let odhadované průtokové řady
$HMF$	počet let historické průtokové řady
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
$I_{T, \tau}$	průměrný měsíční přítok vody do nádrže [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
$O$	odtok vody z nádrže [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
$Q$	přítok vody do nádrže [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
$Q_m$	průměrný měsíční průtok [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
RCM	regionální klimatický model
SVM	Support Vector Machines
SVR	Support Vector Regression
$T$	doba trvání poruchy [měsíc]
$T_{MAX}$	maximální hloubka poruchy [ $m^3/s$ ]
$V$	objem vody v nádrži [ $m^3$ ]
VD	vodní dílo
$W_R$	řídící odtok, nalepšený odtok [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
$W_{T, \tau}$	optimální průměrný měsíční odtok
ZPPM	zonální pravděpodobnostní předpovědní model

## SEZNAM PŘÍLOH

1. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Hybridní metody
2. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Adaptivní metody
3. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I pomocí Dispečerského grafu
4. Simulace řízení zásobní funkce VD Vír I na hodnotu nejlepšího odtoku  $W_R$

# PŘÍLOHY

# 1. SIMULACE ŘÍZENÍ ZÁSOBNÍ FUNKCE VD VÍR I POMOCÍ HYBRIDNÍ METODY

Model ALADIN_CLIMATE/CZ (ALA_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.215	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	3.962	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.856	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.068	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.340	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.629	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.611	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.520	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.434	2.434	31 623 126
	říjen	1.205	2.500	2.739	2.500	28 210 542
	listopad	1.725	2.500	3.076	2.500	26 168 262
	prosinec	8.793	2.500	2.874	2.500	42 751 576
1989	leden	4.842	2.500	3.490	4.347	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.706	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.816	4.44	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.833	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.064	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.892	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.563	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.577	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.700	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	3.113	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	3.038	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.048	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.631	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.731	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	3.069	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.596	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.450	2.450	31 770 698

Model ALADIN_CLIMATE/CZ (ALA_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	červen	1.121	2.500	2.453	2.453	28 260 611
	červenec	0.913	2.500	2.445	2.445	24 223 485
	srpen	0.439	2.500	2.181	2.181	19 632 966
	září	0.619	2.500	2.164	2.164	15 561 582
	říjen	0.804	2.500	1.924	1.924	12 610 158
	listopad	1.269	2.500	2.394	2.394	9 645 558
	prosinec	1.216	2.500	2.381	2.381	6 575 550
1991	leden	2.145	2.500	2.177	2.177	6 491 224
	únor	0.874	2.500	2.194	2.194	3 012 760
	březen	1.840	2.500	2.337	2.337	1 703 066
	duben	1.788	2.500	2.273	2.273	424 994
	květen	3.472	2.500	1.881	1.881	4 617 597
	červen	1.879	2.500	1.294	1.294	6 159 189
	červenec	1.572	2.500	1.146	1.146	7 281 784
	srpen	2.635	2.500	1.212	1.212	11 031 674
	září	0.697	2.500	1.475	1.475	8 981 488
	říjen	0.886	2.500	1.907	1.907	6 290 949
	listopad	1.579	2.500	2.357	2.357	4 240 763
	prosinec	1.872	2.500	2.218	2.218	3 328 984
1992	leden	4.703	2.500	2.312	2.312	9 629 747
	únor	6.499	2.500	2.309	2.309	20 671 235
	březen	10.340	2.500	2.597	2.500	41 331 203
	duben	5.213	2.500	2.557	4.179	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.583	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.505	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.635	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.375	2.375	28 300 139
	září	0.650	2.500	2.294	2.294	23 967 870
	říjen	0.760	2.500	2.455	2.455	19 501 206
	listopad	1.001	2.500	2.486	2.486	15 587 934
	prosinec	1.456	2.500	2.425	2.425	13 034 426
1993	leden	2.834	2.500	2.457	2.457	14 027 896
	únor	1.550	2.500	2.475	2.475	11 590 336
	březen	6.541	2.500	2.362	2.362	22 602 837
	duben	5.398	2.500	2.591	2.500	30 239 646
	květen	1.744	2.500	2.546	2.500	28 247 435
	červen	1.290	2.500	2.187	2.187	25 883 661
	červenec	0.980	2.500	1.882	1.882	23 506 710
	srpen	0.549	2.500	2.314	2.314	18 855 582
	září	1.338	2.500	2.095	2.095	16 860 736
	říjen	1.155	2.500	2.685	2.500	13 316 392
	listopad	1.084	2.500	2.683	2.500	9 584 949
	prosinec	4.054	2.500	2.228	2.228	14 396 824

Model CNRM-RM (CNRM_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.338	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.634	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.989	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.042	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	3.985	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.770	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.609	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.552	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.560	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.759	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.869	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.826	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.323	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.670	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.822	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.608	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.062	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.868	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.546	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.486	2.486	36 303 242
	září	1.705	2.500	2.539	2.500	34 208 258
	říjen	1.652	2.500	2.699	2.500	31 973 608
	listopad	0.944	2.500	2.830	2.500	27 873 237
	prosinec	2.824	2.500	3.030	2.500	28 727 042
1990	leden	1.771	2.500	2.568	2.500	26 805 981
	únor	2.508	2.500	2.699	2.500	26 827 062
	březen	4.392	2.500	2.952	2.500	31 812 861
	duben	3.113	2.500	2.676	2.500	33 428 238
	květen	1.835	2.500	2.486	2.486	31 712 723
	červen	1.121	2.500	2.463	2.463	28 176 285
	červenec	0.913	2.500	2.372	2.372	24 331 528
	srpen	0.439	2.500	2.196	2.196	19 701 482

Model CNRM-RM (CNRM_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	1.832	1.832	16 504 984
	říjen	0.804	2.500	1.953	1.953	13 477 139
	listopad	1.269	2.500	2.445	2.445	10 378 144
	prosinec	1.216	2.500	1.993	1.993	8 330 594
1991	leden	2.145	2.500	2.023	2.023	8 652 088
	únor	0.874	2.500	2.159	2.159	5 265 856
	březen	1.840	2.500	2.368	2.368	3 874 470
	duben	1.788	2.500	2.121	2.121	2 996 949
	květen	3.472	2.500	1.154	1.154	9 105 342
	červen	1.879	2.500	1.155	1.155	11 013 227
	červenec	1.572	2.500	1.307	1.307	11 711 555
	srpen	2.635	2.500	1.084	1.084	15 798 750
	září	0.697	2.500	1.690	1.690	13 181 997
	říjen	0.886	2.500	1.989	1.989	10 275 371
	listopad	1.579	2.500	1.863	1.863	9 526 974
	prosinec	1.872	2.500	2.373	2.373	8 206 739
1992	leden	4.703	2.500	2.222	2.222	14 744 670
	únor	6.499	2.500	2.399	2.399	25 548 990
	březen	10.340	2.500	2.636	3.317	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.724	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.993	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.576	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.637	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.460	2.460	28 076 147
	září	0.650	2.500	2.344	2.344	23 612 118
	říjen	0.760	2.500	2.437	2.437	19 192 888
	listopad	1.001	2.500	2.591	2.500	15 242 723
	prosinec	1.456	2.500	2.470	2.470	12 570 630
1993	leden	2.834	2.500	2.470	2.470	13 529 843
	únor	1.550	2.500	2.435	2.435	11 197 691
	březen	6.541	2.500	2.519	2.500	21 846 534
	duben	5.398	2.500	2.605	2.500	29 483 344
	květen	1.744	2.500	2.501	2.500	27 491 133
	červen	1.290	2.500	2.423	2.423	24 505 451
	červenec	0.980	2.500	2.372	2.372	20 837 253
	srpen	0.549	2.500	2.314	2.314	16 186 125
	září	1.338	2.500	2.075	2.075	14 243 982
	říjen	1.155	2.500	2.651	2.500	10 699 638
	listopad	1.084	2.500	2.630	2.500	6 968 195
	prosinec	4.054	2.500	2.147	2.147	11 993 522



Model HIRHAM (HIR_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.116	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	3.977	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.582	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.122	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.485	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.799	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.583	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.472	2.472	32 392 605
	září	2.170	2.500	2.450	2.450	31 654 749
	říjen	1.205	2.500	2.640	2.500	28 242 165
	listopad	1.725	2.500	2.934	2.500	26 199 885
	prosinec	8.793	2.500	2.733	2.500	42 783 198
1989	leden	4.842	2.500	3.293	4.359	44 056 000
	únor	5.314	2.500	4.055	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	4.095	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.738	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.864	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.743	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.529	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.511	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.595	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.910	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	2.967	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.024	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.668	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.742	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	3.007	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.774	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.661	2.500	31 638 938
	červen	1.121	2.500	2.474	2.474	28 073 512
	červenec	0.913	2.500	2.050	2.050	25 077 290
	srpen	0.439	2.500	2.144	2.144	20 584 274

Model HIRHAM (HIR_ARP)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	1.655	1.655	17 854 206
	říjen	0.804	2.500	1.930	1.930	14 886 971
	listopad	1.269	2.500	2.495	2.495	11 656 216
	prosinec	1.216	2.500	2.152	2.152	9 189 669
1991	leden	2.145	2.500	2.202	2.202	9 039 462
	únor	0.874	2.500	2.310	2.310	5 255 315
	březen	1.840	2.500	2.317	2.317	3 998 325
	duben	1.788	2.500	2.083	2.083	3 220 941
	květen	3.472	2.500	1.365	1.365	8 773 307
	červen	1.879	2.500	1.604	1.604	9 497 987
	červenec	1.572	2.500	1.315	1.315	10 175 234
	srpen	2.635	2.500	1.117	1.117	14 175 467
	září	0.697	2.500	1.786	1.786	11 305 734
	říjen	0.886	2.500	2.029	2.029	8 293 701
	listopad	1.579	2.500	2.023	2.023	7 123 672
	prosinec	1.872	2.500	2.204	2.204	6 248 786
1992	leden	4.703	2.500	2.369	2.369	12 399 342
	únor	6.499	2.500	2.445	2.445	23 082 443
	březen	10.340	2.500	2.555	2.500	43 742 411
	duben	5.213	2.500	2.585	5.094	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.647	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.512	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.597	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.421	2.421	28 178 920
	září	0.650	2.500	2.301	2.301	23 828 205
	říjen	0.760	2.500	2.366	2.366	19 596 074
	listopad	1.001	2.500	2.514	2.500	15 645 909
	prosinec	1.456	2.500	2.257	2.257	13 535 114
1993	leden	2.834	2.500	2.443	2.443	14 565 477
	únor	1.550	2.500	2.551	2.500	12 062 037
	březen	6.541	2.500	2.399	2.399	22 977 035
	duben	5.398	2.500	2.598	2.500	30 613 845
	květen	1.744	2.500	2.443	2.443	28 771 840
	červen	1.290	2.500	2.335	2.335	26 018 056
	červenec	0.980	2.500	1.989	1.989	23 359 139
	srpen	0.549	2.500	2.098	2.098	19 277 214
	září	1.338	2.500	2.122	2.122	17 211 218
	říjen	1.155	2.500	2.773	2.500	13 666 874
	listopad	1.084	2.500	2.429	2.429	10 122 530
	prosinec	4.054	2.500	2.085	2.085	15 311 238

Model HadRM (HadRM_Q0)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.297	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.586	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.980	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.794	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.282	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.766	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.651	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.549	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.571	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.731	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.603	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.692	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.487	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.832	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.905	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.297	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.673	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.701	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.520	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.492	2.492	36 287 430
	září	1.705	2.500	2.632	2.500	34 192 446
	říjen	1.652	2.500	2.917	2.500	31 957 797
	listopad	0.944	2.500	3.031	2.500	27 857 426
	prosinec	2.824	2.500	2.954	2.500	28 711 230
1990	leden	1.771	2.500	2.629	2.500	26 790 170
	únor	2.508	2.500	3.735	2.500	26 811 251
	březen	4.392	2.500	3.219	2.500	31 797 050
	duben	3.113	2.500	2.771	2.500	33 412 427
	květen	1.835	2.500	2.570	2.500	31 660 019
	červen	1.121	2.500	2.448	2.448	28 163 109
	červenec	0.913	2.500	2.176	2.176	24 834 851
	srpen	0.439	2.500	2.216	2.216	20 152 101

Model HadRM (HadRM_Q0)					$\Delta t = 2\ 635\ 200\ \text{s}$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.031	2.031	16 431 198
	říjen	0.804	2.500	2.185	2.185	12 791 987
	listopad	1.269	2.500	2.346	2.346	9 953 877
	prosinec	1.216	2.500	2.065	2.065	7 716 592
1991	leden	2.145	2.500	2.137	2.137	7 737 674
	únor	0.874	2.500	2.221	2.221	4 188 059
	březen	1.840	2.500	2.371	2.371	2 788 768
	duben	1.788	2.500	2.229	2.229	1 626 645
	květen	3.472	2.500	1.332	1.332	7 265 973
	červen	1.879	2.500	1.418	1.418	8 480 800
	červenec	1.572	2.500	1.545	1.545	8 551 950
	srpen	2.635	2.500	1.164	1.164	12 428 330
	září	0.697	2.500	1.579	1.579	10 104 083
	říjen	0.886	2.500	1.736	1.736	7 864 163
	listopad	1.579	2.500	1.805	1.805	7 268 608
	prosinec	1.872	2.500	1.936	1.936	7 099 955
1992	leden	4.703	2.500	2.325	2.325	13 366 461
	únor	6.499	2.500	2.553	2.500	23 904 626
	březen	10.340	2.500	2.615	2.693	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.561	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.647	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.500	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.580	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.481	2.481	28 020 808
	září	0.650	2.500	2.415	2.415	23 369 680
	říjen	0.760	2.500	2.508	2.500	18 784 432
	listopad	1.001	2.500	2.442	2.442	14 987 109
	prosinec	1.456	2.500	2.416	2.416	12 457 317
1993	leden	2.834	2.500	2.443	2.443	13 487 680
	únor	1.550	2.500	2.511	2.500	10 984 240
	březen	6.541	2.500	2.345	2.345	22 041 539
	duben	5.398	2.500	2.657	2.500	29 678 349
	květen	1.744	2.500	2.534	2.500	27 686 138
	červen	1.290	2.500	2.355	2.355	24 879 650
	červenec	0.980	2.500	2.084	2.084	21 970 389
	srpen	0.549	2.500	2.266	2.266	17 445 750
	září	1.338	2.500	2.443	2.443	14 533 854
	říjen	1.155	2.500	2.748	2.500	10 989 510
	listopad	1.084	2.500	2.536	2.500	7 258 067
	prosinec	4.054	2.500	2.116	2.116	12 365 085

Model CLM (CLM_Q0)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.273	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.151	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.949	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.601	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.191	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.692	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.669	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.507	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.465	2.465	31 541 435
	říjen	1.205	2.500	2.833	2.500	28 128 851
	listopad	1.725	2.500	2.708	2.500	26 086 571
	prosinec	8.793	2.500	2.780	2.500	42 669 885
1989	leden	4.842	2.500	3.165	4.316	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.513	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.710	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.450	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.771	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.549	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.551	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.542	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.505	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.881	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	3.000	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.038	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.750	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.837	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	3.048	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.860	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.356	2.356	32 018 406
	červen	1.121	2.500	2.274	2.274	28 980 021
	červenec	0.913	2.500	2.553	2.500	24 797 958
	srpen	0.439	2.500	2.404	2.404	19 619 790

Model CLM (CLM_Q0)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.069	2.069	15 798 750
	říjen	0.804	2.500	2.225	2.225	12 054 131
	listopad	1.269	2.500	2.519	2.500	8 810 200
	prosinec	1.216	2.500	2.272	2.272	6 027 429
1991	leden	2.145	2.500	2.216	2.216	5 840 330
	únor	0.874	2.500	2.088	2.088	2 641 197
	březen	1.840	2.500	2.418	2.418	1 118 051
	duben	1.788	2.500	2.370	2.212	0
	květen	3.472	2.500	2.049	2.049	3 749 890
	červen	1.879	2.500	1.185	1.185	5 578 718
	červenec	1.572	2.500	1.651	1.651	5 370 538
	srpen	2.635	2.500	1.480	1.480	8 414 194
	září	0.697	2.500	1.095	1.095	7 365 384
	říjen	0.886	2.500	1.393	1.393	6 029 338
	listopad	1.579	2.500	1.786	1.786	5 483 851
	prosinec	1.872	2.500	2.062	2.062	4 983 163
1992	leden	4.703	2.500	2.506	2.500	10 788 509
	únor	6.499	2.500	2.490	2.490	21 353 026
	březen	10.340	2.500	2.580	2.500	42 012 994
	duben	5.213	2.500	2.721	4.438	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.602	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.588	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.573	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.455	2.455	28 089 323
	září	0.650	2.500	2.434	2.434	23 388 126
	říjen	0.760	2.500	2.495	2.495	18 816 054
	listopad	1.001	2.500	2.448	2.448	15 002 920
	prosinec	1.456	2.500	2.413	2.413	12 481 034
1993	leden	2.834	2.500	2.413	2.413	13 590 453
	únor	1.550	2.500	2.450	2.450	11 218 773
	březen	6.541	2.500	2.501	2.500	21 867 616
	duben	5.398	2.500	2.551	2.500	29 504 426
	květen	1.744	2.500	2.591	2.500	27 512 214
	červen	1.290	2.500	2.463	2.463	24 421 125
	červenec	0.980	2.500	2.263	2.263	21 040 163
	srpen	0.549	2.500	2.418	2.418	16 114 974
	září	1.338	2.500	2.272	2.272	13 653 698
	říjen	1.155	2.500	2.527	2.500	10 109 354
	listopad	1.084	2.500	2.425	2.425	6 575 550
	prosinec	4.054	2.500	1.950	1.950	12 120 011

Model HadRM (HadRM_Q3)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.367	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.654	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.205	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.853	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	5.088	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.840	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.637	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.539	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.549	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.728	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	3.017	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.811	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.316	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.673	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	4.181	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.943	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.971	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.881	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.503	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.533	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.578	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	3.029	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	2.962	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.103	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.651	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.720	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.977	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.775	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.528	2.500	31 638 938
	červen	1.121	2.500	2.500	2.500	28 004 997
	červenec	0.913	2.500	2.483	2.483	23 867 733
	srpen	0.439	2.500	2.268	2.268	19 047 952

Model HadRM (HadRM_Q3)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.133	2.133	15 058 259
	říjen	0.804	2.500	2.192	2.192	11 400 602
	listopad	1.269	2.500	2.526	2.500	8 156 670
	prosinec	1.216	2.500	2.222	2.222	5 505 659
1991	leden	2.145	2.500	2.219	2.219	5 310 654
	únor	0.874	2.500	2.087	2.087	2 114 157
	březen	1.840	2.500	2.220	2.220	1 112 781
	duben	1.788	2.500	2.126	2.126	222 083
	květen	3.472	2.500	1.798	1.798	4 633 408
	červen	1.879	2.500	1.195	1.195	6 435 885
	červenec	1.572	2.500	1.026	1.026	7 874 704
	srpen	2.635	2.500	0.895	0.895	12 459 952
	září	0.697	2.500	1.262	1.262	10 971 064
	říjen	0.886	2.500	1.409	1.409	9 592 854
	listopad	1.579	2.500	1.914	1.914	8 710 062
	prosinec	1.872	2.500	2.486	2.486	7 092 050
1992	leden	4.703	2.500	2.274	2.274	13 492 950
	únor	6.499	2.500	2.455	2.455	24 149 699
	březen	10.340	2.500	2.560	2.786	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.729	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.830	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.564	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.605	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.477	2.477	28 031 349
	září	0.650	2.500	2.419	2.419	23 369 680
	říjen	0.760	2.500	2.517	2.500	18 784 432
	listopad	1.001	2.500	2.472	2.472	14 908 053
	prosinec	1.456	2.500	2.438	2.438	12 320 286
1993	leden	2.834	2.500	2.525	2.500	13 200 443
	únor	1.550	2.500	2.553	2.500	10 697 003
	březen	6.541	2.500	2.337	2.337	21 775 384
	duben	5.398	2.500	2.613	2.500	29 412 194
	květen	1.744	2.500	2.443	2.443	27 570 189
	červen	1.290	2.500	2.223	2.223	25 111 547
	červenec	0.980	2.500	2.100	2.100	22 160 123
	srpen	0.549	2.500	2.201	2.201	17 806 773
	září	1.338	2.500	2.280	2.280	15 324 414
	říjen	1.155	2.500	2.565	2.500	11 780 070
	listopad	1.084	2.500	2.701	2.500	8 048 627
	prosinec	4.054	2.500	2.189	2.189	12 963 275



Model RCA (RCA_Q3)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.249	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.331	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.917	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.765	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.690	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.726	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.700	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.582	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.597	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.711	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.912	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.795	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.182	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.886	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.998	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.703	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.016	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.582	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.590	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.609	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.604	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	3.163	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	3.091	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.049	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.671	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.700	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.917	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.687	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.510	2.500	31 638 938
	červen	1.121	2.500	2.530	2.500	28 004 997
	červenec	0.913	2.500	2.427	2.427	24 015 304
	srpen	0.439	2.500	2.503	2.500	18 584 157

Model RCA (RCA_Q3)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.638	2.500	13 627 346
	říjen	0.804	2.500	2.659	2.500	9 158 046
	listopad	1.269	2.500	2.430	2.430	6 098 579
	prosinec	1.216	2.500	2.047	2.047	3 908 728
1991	leden	2.145	2.500	2.166	2.166	3 853 389
	únor	0.874	2.500	2.001	2.001	883 518
	březen	1.840	2.500	2.456	2.175	0
	duben	1.788	2.500	2.357	1.788	0
	květen	3.472	2.500	2.091	2.091	3 639 211
	červen	1.879	2.500	1.684	1.684	4 153 075
	červenec	1.572	2.500	1.405	1.405	4 593 154
	srpen	2.635	2.500	1.019	1.019	8 851 637
	září	0.697	2.500	1.031	1.031	7 971 480
	říjen	0.886	2.500	1.545	1.545	6 234 883
	listopad	1.579	2.500	2.060	2.060	4 967 352
	prosinec	1.872	2.500	1.909	1.909	4 869 850
1992	leden	4.703	2.500	2.338	2.338	11 102 098
	únor	6.499	2.500	2.515	2.500	21 640 262
	březen	10.340	2.500	2.539	2.500	42 300 230
	duben	5.213	2.500	2.607	4.547	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.609	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.542	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.558	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.536	2.500	27 970 739
	září	0.650	2.500	2.496	2.496	23 106 160
	říjen	0.760	2.500	2.731	2.500	18 520 912
	listopad	1.001	2.500	2.497	2.497	14 578 653
	prosinec	1.456	2.500	2.532	2.500	11 827 504
1993	leden	2.834	2.500	2.493	2.493	12 726 107
	únor	1.550	2.500	2.491	2.491	10 246 384
	březen	6.541	2.500	2.503	2.500	20 895 227
	duben	5.398	2.500	2.502	2.500	28 532 037
	květen	1.744	2.500	2.512	2.500	26 539 826
	červen	1.290	2.500	2.449	2.449	23 485 629
	červenec	0.980	2.500	2.316	2.316	19 965 002
	srpen	0.549	2.500	2.327	2.327	15 279 616
	září	1.338	2.500	2.311	2.311	12 715 566
	říjen	1.155	2.500	2.597	2.500	9 171 222
	listopad	1.084	2.500	2.478	2.478	5 497 754
	prosinec	4.054	2.500	2.041	2.041	10 802 411

Model HadRM (HadRM_Q16)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.498	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.497	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.903	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.892	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.266	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.642	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.586	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.521	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.445	2.445	31 594 139
	říjen	1.205	2.500	2.626	2.500	28 181 555
	listopad	1.725	2.500	2.723	2.500	26 139 275
	prosinec	8.793	2.500	2.790	2.500	42 722 589
1989	leden	4.842	2.500	3.421	4.336	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.781	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.951	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	4.056	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.565	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	3.031	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.496	2.496	39 844 950
	srpen	1.146	2.500	2.521	2.500	36 276 890
	září	1.705	2.500	2.514	2.500	34 181 906
	říjen	1.652	2.500	2.779	2.500	31 947 256
	listopad	0.944	2.500	2.970	2.500	27 846 885
	prosinec	2.824	2.500	2.998	2.500	28 700 690
1990	leden	1.771	2.500	2.837	2.500	26 779 629
	únor	2.508	2.500	2.786	2.500	26 800 710
	březen	4.392	2.500	3.069	2.500	31 786 509
	duben	3.113	2.500	2.729	2.500	33 401 886
	květen	1.835	2.500	2.512	2.500	31 649 478
	červen	1.121	2.500	2.378	2.378	28 337 032
	červenec	0.913	2.500	2.427	2.427	24 347 339
	srpen	0.439	2.500	2.163	2.163	19 804 254

Model HadRM (HadRM_Q16)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	1.822	1.822	16 634 109
	říjen	0.804	2.500	2.051	2.051	13 348 014
	listopad	1.269	2.500	2.509	2.500	10 104 083
	prosinec	1.216	2.500	2.334	2.334	7 157 930
1991	leden	2.145	2.500	2.170	2.170	7 092 050
	únor	0.874	2.500	2.242	2.242	3 487 096
	březen	1.840	2.500	2.361	2.361	2 114 157
	duben	1.788	2.500	2.101	2.101	1 289 339
	květen	3.472	2.500	1.357	1.357	6 862 787
	červen	1.879	2.500	1.102	1.102	8 910 338
	červenec	1.572	2.500	1.564	1.564	8 931 419
	srpen	2.635	2.500	1.229	1.229	12 636 510
	září	0.697	2.500	1.459	1.459	10 628 488
	říjen	0.886	2.500	1.410	1.410	9 247 643
	listopad	1.579	2.500	1.756	1.756	8 781 213
	prosinec	1.872	2.500	2.321	2.321	7 598 008
1992	leden	4.703	2.500	2.156	2.156	14 309 862
	únor	6.499	2.500	2.480	2.480	24 900 731
	březen	10.340	2.500	2.531	3.071	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.497	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.645	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.436	2.436	38 477 282
	červenec	0.668	2.500	2.516	2.500	33 649 595
	srpen	0.409	2.500	2.347	2.347	28 542 578
	září	0.650	2.500	2.267	2.267	24 281 459
	říjen	0.760	2.500	2.308	2.308	20 202 170
	listopad	1.001	2.500	2.632	2.500	16 252 005
	prosinec	1.456	2.500	2.964	2.500	13 500 856
1993	leden	2.834	2.500	2.555	2.500	14 381 013
	únor	1.550	2.500	2.551	2.500	11 877 573
	březen	6.541	2.500	2.502	2.500	22 526 416
	duben	5.398	2.500	2.517	2.500	30 163 226
	květen	1.744	2.500	2.418	2.418	28 387 101
	červen	1.290	2.500	2.295	2.295	25 738 725
	červenec	0.980	2.500	2.074	2.074	22 855 816
	srpen	0.549	2.500	1.881	1.881	19 345 730
	září	1.338	2.500	1.777	1.777	18 188 877
	říjen	1.155	2.500	2.643	2.500	14 644 533
	listopad	1.084	2.500	2.613	2.500	10 913 090
	prosinec	4.054	2.500	2.026	2.026	16 257 275

Model RCA (RCA_Q16)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.173	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.589	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.000	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.645	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	3.952	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.700	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.593	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.546	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.514	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.887	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.866	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.829	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.534	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.776	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.883	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.399	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.628	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	3.021	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.500	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.497	2.497	36 274 254
	září	1.705	2.500	2.486	2.486	34 216 163
	říjen	1.652	2.500	3.189	2.500	31 981 514
	listopad	0.944	2.500	3.067	2.500	27 881 142
	prosinec	2.824	2.500	3.087	2.500	28 734 947
1990	leden	1.771	2.500	2.822	2.500	26 813 886
	únor	2.508	2.500	2.872	2.500	26 834 968
	březen	4.392	2.500	3.046	2.500	31 820 766
	duben	3.113	2.500	2.695	2.500	33 436 144
	květen	1.835	2.500	2.789	2.500	31 683 736
	červen	1.121	2.500	2.474	2.474	28 118 310
	červenec	0.913	2.500	2.271	2.271	24 539 709
	srpen	0.439	2.500	2.375	2.375	19 437 962

Model RCA (RCA_Q16)					$\Delta t = 2\ 635\ 200\ \text{s}$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.120	2.120	15 482 526
	říjen	0.804	2.500	2.192	2.192	11 824 869
	listopad	1.269	2.500	2.333	2.333	9 021 016
	prosinec	1.216	2.500	2.196	2.196	6 438 520
1991	leden	2.145	2.500	2.070	2.070	6 636 160
	únor	0.874	2.500	2.066	2.066	3 495 002
	březen	1.840	2.500	2.248	2.248	2 419 840
	duben	1.788	2.500	2.291	2.291	1 094 334
	květen	3.472	2.500	1.703	1.703	5 756 003
	červen	1.879	2.500	1.144	1.144	7 692 875
	červenec	1.572	2.500	1.210	1.210	8 646 818
	srpen	2.635	2.500	1.013	1.013	12 921 112
	září	0.697	2.500	1.494	1.494	10 820 858
	říjen	0.886	2.500	1.460	1.460	9 308 253
	listopad	1.579	2.500	1.780	1.780	8 778 578
	prosinec	1.872	2.500	2.177	2.177	7 974 842
1992	leden	4.703	2.500	2.351	2.351	14 172 832
	únor	6.499	2.500	2.563	2.500	24 710 997
	březen	10.340	2.500	2.555	2.999	44 056 000
	duben	5.213	2.500	3.075	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	3.027	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.507	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.553	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.382	2.382	28 281 693
	září	0.650	2.500	2.321	2.321	23 878 274
	říjen	0.760	2.500	2.438	2.438	19 456 408
	listopad	1.001	2.500	2.531	2.500	15 506 243
	prosinec	1.456	2.500	2.519	2.500	12 755 094
1993	leden	2.834	2.500	2.459	2.459	13 743 294
	únor	1.550	2.500	2.441	2.441	11 395 331
	březen	6.541	2.500	2.434	2.434	22 218 098
	duben	5.398	2.500	2.589	2.500	29 854 907
	květen	1.744	2.500	2.456	2.456	27 978 645
	červen	1.290	2.500	2.258	2.258	25 427 771
	červenec	0.980	2.500	2.183	2.183	22 257 626
	srpen	0.549	2.500	2.210	2.210	17 880 558
	září	1.338	2.500	2.341	2.341	15 237 453
	říjen	1.155	2.500	2.810	2.500	11 693 109
	listopad	1.084	2.500	2.683	2.500	7 961 666
	prosinec	4.054	2.500	2.179	2.179	12 902 666

Model RAMCO (RAMCO_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.429	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.894	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.838	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.082	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	3.897	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.786	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.575	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.534	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.522	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.749	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.998	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.864	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.409	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.925	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.679	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.375	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.792	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.942	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.583	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	3.044	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	3.099	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	3.375	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	3.173	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.095	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.812	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.862	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	3.097	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.881	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.498	2.498	31 644 208
	červen	1.121	2.500	2.522	2.500	28 010 267
	červenec	0.913	2.500	2.521	2.500	23 828 205
	srpen	0.439	2.500	2.413	2.413	18 626 320

Model RAMCO (RAMCO_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.481	2.481	13 719 578
	říjen	0.804	2.500	2.554	2.500	9 250 278
	listopad	1.269	2.500	2.847	2.500	6 006 347
	prosinec	1.216	2.500	2.450	2.450	2 754 510
1991	leden	2.145	2.500	1.848	1.848	3 537 165
	únor	0.874	2.500	1.791	1.791	1 120 686
	březen	1.840	2.500	2.489	2.265	0
	duben	1.788	2.500	2.261	1.788	0
	květen	3.472	2.500	1.619	1.619	4 883 026
	červen	1.879	2.500	1.364	1.364	6 240 154
	červenec	1.572	2.500	1.156	1.156	7 336 397
	srpen	2.635	2.500	1.048	1.048	11 518 459
	září	0.697	2.500	1.217	1.217	10 148 155
	říjen	0.886	2.500	1.851	1.851	7 605 187
	listopad	1.579	2.500	2.133	2.133	6 145 286
	prosinec	1.872	2.500	2.687	2.500	4 490 381
1992	leden	4.703	2.500	2.178	2.178	11 144 261
	únor	6.499	2.500	2.453	2.453	21 806 280
	březen	10.340	2.500	2.552	2.500	42 466 248
	duben	5.213	2.500	2.606	4.610	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.677	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.537	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.520	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.519	2.500	27 970 739
	září	0.650	2.500	2.467	2.467	23 182 581
	říjen	0.760	2.500	2.585	2.500	18 597 333
	listopad	1.001	2.500	2.692	2.500	14 647 168
	prosinec	1.456	2.500	2.862	2.500	11 896 019
1993	leden	2.834	2.500	2.477	2.477	12 836 786
	únor	1.550	2.500	2.550	2.500	10 333 346
	březen	6.541	2.500	2.470	2.470	21 061 245
	duben	5.398	2.500	2.521	2.500	28 698 054
	květen	1.744	2.500	2.587	2.500	26 705 843
	červen	1.290	2.500	2.445	2.445	23 662 187
	červenec	0.980	2.500	2.182	2.182	20 494 677
	srpen	0.549	2.500	2.286	2.286	15 917 334
	září	1.338	2.500	2.311	2.311	13 353 285
	říjen	1.155	2.500	2.494	2.494	9 824 752
	listopad	1.084	2.500	2.561	2.500	6 093 309
	prosinec	4.054	2.500	2.148	2.148	11 116 000



Model REMO (REMO_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.332	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.273	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.030	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.189	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.830	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.696	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.555	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.513	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.532	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.707	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.733	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.787	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	2.951	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.371	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.704	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.489	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.901	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.580	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.486	2.486	39 871 302
	srpen	1.146	2.500	2.514	2.500	36 303 242
	září	1.705	2.500	2.512	2.500	34 208 258
	říjen	1.652	2.500	2.669	2.500	31 973 608
	listopad	0.944	2.500	2.974	2.500	27 873 237
	prosinec	2.824	2.500	3.137	2.500	28 727 042
1990	leden	1.771	2.500	2.861	2.500	26 805 981
	únor	2.508	2.500	2.812	2.500	26 827 062
	březen	4.392	2.500	3.060	2.500	31 812 861
	duben	3.113	2.500	2.821	2.500	33 428 238
	květen	1.835	2.500	2.487	2.487	31 710 088
	červen	1.121	2.500	2.590	2.500	28 076 147
	červenec	0.913	2.500	2.353	2.353	24 281 459
	srpen	0.439	2.500	2.160	2.160	19 746 280

Model REMO (REMO_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.308	2.308	15 295 427
	říjen	0.804	2.500	2.277	2.277	11 413 778
	listopad	1.269	2.500	2.465	2.465	8 262 078
	prosinec	1.216	2.500	2.048	2.048	6 069 592
1991	leden	2.145	2.500	1.988	1.988	6 483 318
	únor	0.874	2.500	2.080	2.080	3 305 267
	březen	1.840	2.500	2.427	2.427	1 758 405
	duben	1.788	2.500	2.218	2.218	625 269
	květen	3.472	2.500	1.386	1.386	6 122 296
	červen	1.879	2.500	1.197	1.197	7 919 502
	červenec	1.572	2.500	1.022	1.022	9 368 862
	srpen	2.635	2.500	0.830	0.830	14 125 398
	září	0.697	2.500	1.196	1.196	12 810 434
	říjen	0.886	2.500	1.338	1.338	11 619 323
	listopad	1.579	2.500	1.595	1.595	11 577 160
	prosinec	1.872	2.500	1.978	1.978	11 297 829
1992	leden	4.703	2.500	1.959	1.959	18 528 818
	únor	6.499	2.500	2.410	2.410	29 304 150
	březen	10.340	2.500	2.613	4.742	44 056 000
	duben	5.213	2.500	3.002	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	3.219	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.625	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.533	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.508	2.500	27 970 739
	září	0.650	2.500	2.418	2.418	23 311 706
	říjen	0.760	2.500	2.461	2.461	18 829 230
	listopad	1.001	2.500	2.509	2.500	14 879 066
	prosinec	1.456	2.500	2.344	2.344	12 539 008
1993	leden	2.834	2.500	2.460	2.460	13 524 573
	únor	1.550	2.500	2.445	2.445	11 166 069
	březen	6.541	2.500	2.423	2.423	22 017 822
	duben	5.398	2.500	2.617	2.500	29 654 632
	květen	1.744	2.500	2.511	2.500	27 662 421
	červen	1.290	2.500	2.307	2.307	24 982 422
	červenec	0.980	2.500	2.200	2.200	21 767 478
	srpen	0.549	2.500	2.266	2.266	17 242 840
	září	1.338	2.500	2.238	2.238	14 871 160
	říjen	1.155	2.500	2.560	2.500	11 326 816
	listopad	1.084	2.500	2.528	2.500	7 595 373
	prosinec	4.054	2.500	2.165	2.165	12 573 266

Model RCA (RCA_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.393	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.468	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.035	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.782	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.273	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.717	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.645	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.554	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.618	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.889	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	3.034	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.955	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.487	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.818	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.981	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.937	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.273	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.737	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.496	2.496	39 844 950
	srpen	1.146	2.500	2.633	2.500	36 276 890
	září	1.705	2.500	2.823	2.500	34 181 906
	říjen	1.652	2.500	3.002	2.500	31 947 256
	listopad	0.944	2.500	3.008	2.500	27 846 885
	prosinec	2.824	2.500	2.976	2.500	28 700 690
1990	leden	1.771	2.500	2.848	2.500	26 779 629
	únor	2.508	2.500	2.975	2.500	26 800 710
	březen	4.392	2.500	3.166	2.500	31 786 509
	duben	3.113	2.500	2.803	2.500	33 401 886
	květen	1.835	2.500	2.460	2.460	31 754 886
	červen	1.121	2.500	2.500	2.500	28 120 946
	červenec	0.913	2.500	2.491	2.491	23 962 600
	srpen	0.439	2.500	2.495	2.495	18 544 629

Model RCA (RCA_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.500	2.500	13 587 818
	říjen	0.804	2.500	2.481	2.481	9 168 587
	listopad	1.269	2.500	2.445	2.445	6 069 592
	prosinec	1.216	2.500	2.299	2.299	3 215 670
1991	leden	2.145	2.500	1.670	1.670	4 467 390
	únor	0.874	2.500	2.120	2.120	1 183 931
	březen	1.840	2.500	2.413	2.289	0
	duben	1.788	2.500	2.300	1.788	0
	květen	3.472	2.500	1.770	1.770	4 485 110
	červen	1.879	2.500	1.618	1.618	5 172 898
	červenec	1.572	2.500	1.349	1.349	5 760 547
	srpen	2.635	2.500	1.084	1.084	9 847 742
	září	0.697	2.500	1.380	1.380	8 047 901
	říjen	0.886	2.500	1.374	1.374	6 761 923
	listopad	1.579	2.500	2.147	2.147	5 265 130
	prosinec	1.872	2.500	2.504	2.500	3 610 224
	1992	leden	4.703	2.500	2.308	2.308
únor		6.499	2.500	2.413	2.413	20 688 955
březen		10.340	2.500	2.541	2.500	41 348 923
duben		5.213	2.500	2.700	4.186	44 056 000
květen		1.616	2.500	2.725	2.500	41 726 483
červen		1.203	2.500	2.503	2.500	38 308 629
červenec		0.668	2.500	2.556	2.500	33 480 942
srpen		0.409	2.500	2.506	2.500	27 970 739
září		0.650	2.500	2.559	2.500	23 095 619
říjen		0.760	2.500	2.733	2.500	18 510 371
listopad		1.001	2.500	2.598	2.500	14 560 206
prosinec		1.456	2.500	2.635	2.500	11 809 058
1993		leden	2.834	2.500	2.459	2.459
	únor	1.550	2.500	2.516	2.500	10 293 818
	březen	6.541	2.500	2.485	2.485	20 982 189
	duben	5.398	2.500	2.532	2.500	28 618 998
	květen	1.744	2.500	2.460	2.460	26 732 195
	červen	1.290	2.500	2.355	2.355	23 925 707
	červenec	0.980	2.500	2.299	2.299	20 449 878
	srpen	0.549	2.500	2.526	2.500	15 308 603
	září	1.338	2.500	2.322	2.322	12 715 566
	říjen	1.155	2.500	2.645	2.500	9 171 222
	listopad	1.084	2.500	2.642	2.500	5 439 779
	prosinec	4.054	2.500	2.219	2.219	10 275 371

Model RegCM (RegCM_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	3.959	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.199	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.052	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.501	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.591	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.690	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.517	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.492	2.492	32 339 901
	září	2.170	2.500	2.457	2.457	31 583 598
	říjen	1.205	2.500	2.568	2.500	28 171 014
	listopad	1.725	2.500	2.810	2.500	26 128 734
	prosinec	8.793	2.500	2.807	2.500	42 712 048
1989	leden	4.842	2.500	3.387	4.332	44 056 000
	únor	5.314	2.500	4.343	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	4.426	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.498	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.801	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.749	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.524	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.500	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.494	2.494	34 187 176
	říjen	1.652	2.500	2.808	2.500	31 952 526
	listopad	0.944	2.500	3.042	2.500	27 852 155
	prosinec	2.824	2.500	3.024	2.500	28 705 960
1990	leden	1.771	2.500	2.666	2.500	26 784 899
	únor	2.508	2.500	2.999	2.500	26 805 981
	březen	4.392	2.500	3.039	2.500	31 791 779
	duben	3.113	2.500	2.745	2.500	33 407 157
	květen	1.835	2.500	2.419	2.419	31 868 200
	červen	1.121	2.500	2.347	2.347	28 637 445
	červenec	0.913	2.500	2.353	2.353	24 842 757
	srpen	0.439	2.500	2.418	2.418	19 627 696

Model RegCM (RegCM_EH5)					$\Delta t = 2\ 635\ 200\ \text{s}$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.440	2.440	14 828 997
	říjen	0.804	2.500	2.478	2.478	10 417 672
	listopad	1.269	2.500	2.423	2.423	7 376 651
	prosinec	1.216	2.500	2.330	2.330	4 441 038
1991	leden	2.145	2.500	2.104	2.104	4 549 082
	únor	0.874	2.500	2.011	2.011	1 552 859
	březen	1.840	2.500	2.174	2.174	672 702
	duben	1.788	2.500	1.773	1.773	712 230
	květen	3.472	2.500	1.081	1.081	7 012 994
	červen	1.879	2.500	1.124	1.124	9 002 570
	červenec	1.572	2.500	1.155	1.155	10 101 448
	srpen	2.635	2.500	1.128	1.128	14 072 694
	září	0.697	2.500	1.404	1.404	12 209 608
	říjen	0.886	2.500	1.603	1.603	10 320 170
	listopad	1.579	2.500	1.871	1.871	9 550 691
	prosinec	1.872	2.500	2.318	2.318	8 375 392
1992	leden	4.703	2.500	2.283	2.283	14 752 576
	únor	6.499	2.500	2.531	2.500	25 290 741
	březen	10.340	2.500	2.559	3.219	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.702	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.804	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.551	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.520	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.431	2.431	28 152 568
	září	0.650	2.500	2.475	2.475	23 343 328
	říjen	0.760	2.500	2.603	2.500	18 758 080
	listopad	1.001	2.500	2.519	2.500	14 807 915
	prosinec	1.456	2.500	2.359	2.359	12 428 330
1993	leden	2.834	2.500	2.638	2.500	13 308 486
	únor	1.550	2.500	2.595	2.500	10 805 046
	březen	6.541	2.500	2.614	2.500	21 453 890
	duben	5.398	2.500	2.755	2.500	29 090 699
	květen	1.744	2.500	2.588	2.500	27 098 488
	červen	1.290	2.500	2.253	2.253	24 560 790
	červenec	0.980	2.500	2.204	2.204	21 335 306
	srpen	0.549	2.500	2.241	2.241	16 876 547
	září	1.338	2.500	2.151	2.151	14 734 130
	říjen	1.155	2.500	2.534	2.500	11 189 786
	listopad	1.084	2.500	2.529	2.500	7 458 342
	prosinec	4.054	2.500	2.297	2.297	12 088 389

Model HIRHAM (HIR_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.671	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.741	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	4.945	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	5.480	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	5.441	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.715	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.709	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.570	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.475	2.475	31 515 083
	říjen	1.205	2.500	2.737	2.500	28 102 499
	listopad	1.725	2.500	2.658	2.500	26 060 219
	prosinec	8.793	2.500	2.714	2.500	42 643 533
1989	leden	4.842	2.500	3.189	4.306	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.555	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.540	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.509	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.938	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	3.169	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.493	2.493	39 852 856
	srpen	1.146	2.500	2.536	2.500	36 284 795
	září	1.705	2.500	2.580	2.500	34 189 811
	říjen	1.652	2.500	2.741	2.500	31 955 162
	listopad	0.944	2.500	2.953	2.500	27 854 790
	prosinec	2.824	2.500	2.986	2.500	28 708 595
1990	leden	1.771	2.500	2.684	2.500	26 787 534
	únor	2.508	2.500	2.822	2.500	26 808 616
	březen	4.392	2.500	3.135	2.500	31 794 414
	duben	3.113	2.500	2.892	2.500	33 409 792
	květen	1.835	2.500	2.488	2.488	31 689 006
	červen	1.121	2.500	2.368	2.368	28 402 912
	červenec	0.913	2.500	2.349	2.349	24 618 765
	srpen	0.439	2.500	2.323	2.323	19 654 048

Model HIRHAM (HIR_EH5)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.440	2.440	14 855 349
	říjen	0.804	2.500	2.251	2.251	11 042 214
	listopad	1.269	2.500	2.368	2.368	8 146 130
	prosinec	1.216	2.500	2.232	2.232	5 468 766
1991	leden	2.145	2.500	2.087	2.087	5 621 608
	únor	0.874	2.500	1.982	1.982	2 701 806
	březen	1.840	2.500	2.414	2.414	1 189 202
	duben	1.788	2.500	2.013	2.013	596 282
	květen	3.472	2.500	0.864	0.864	7 468 883
	červen	1.879	2.500	1.181	1.181	9 308 253
	červenec	1.572	2.500	1.129	1.129	10 475 646
	srpen	2.635	2.500	0.724	0.724	15 511 514
	září	0.697	2.500	1.325	1.325	13 856 608
	říjen	0.886	2.500	1.671	1.671	11 787 976
	listopad	1.579	2.500	1.970	1.970	10 757 613
	prosinec	1.872	2.500	2.298	2.298	9 635 018
1992	leden	4.703	2.500	2.069	2.069	16 576 134
	únor	6.499	2.500	2.659	2.500	27 114 299
	březen	10.340	2.500	2.607	3.911	44 056 000
	duben	5.213	2.500	3.284	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	3.190	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.761	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.667	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.486	2.486	28 007 632
	září	0.650	2.500	2.472	2.472	23 206 298
	říjen	0.760	2.500	2.531	2.500	18 621 050
	listopad	1.001	2.500	2.491	2.491	14 694 602
	prosinec	1.456	2.500	2.518	2.500	11 943 453
1993	leden	2.834	2.500	2.445	2.445	12 968 546
	únor	1.550	2.500	2.477	2.477	10 525 715
	březen	6.541	2.500	2.463	2.463	21 272 061
	duben	5.398	2.500	2.500	2.500	28 908 870
	květen	1.744	2.500	2.539	2.500	26 916 659
	červen	1.290	2.500	2.294	2.294	24 270 918
	červenec	0.980	2.500	2.050	2.050	21 451 254
	srpen	0.549	2.500	2.252	2.252	16 963 509
	září	1.338	2.500	2.399	2.399	14 167 562
	říjen	1.155	2.500	2.656	2.500	10 623 218
	listopad	1.084	2.500	2.557	2.500	6 891 774
	prosinec	4.054	2.500	2.168	2.168	11 861 762



Model RCA (RCA_BCM)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	4.142	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	4.349	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	3.838	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	4.503	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	4.225	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.696	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.625	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.536	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.560	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.770	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.841	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.766	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	3.438	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	3.538	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	3.548	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	3.737	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.980	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.943	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.569	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.523	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.522	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.788	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	3.002	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	3.060	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.713	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.897	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.979	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.700	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.645	2.500	31 638 938
	červen	1.121	2.500	2.491	2.491	28 028 714
	červenec	0.913	2.500	2.419	2.419	24 060 102
	srpen	0.439	2.500	2.337	2.337	19 058 493

Model RCA (RCA_BCM)					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{svr}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	září	0.619	2.500	2.375	2.375	14 431 082
	říjen	0.804	2.500	2.286	2.286	10 525 715
	listopad	1.269	2.500	2.360	2.360	7 650 712
	prosinec	1.216	2.500	2.306	2.306	4 778 344
1991	leden	2.145	2.500	2.174	2.174	4 701 923
	únor	0.874	2.500	2.110	2.110	1 444 816
	březen	1.840	2.500	2.444	2.388	0
	duben	1.788	2.500	2.123	1.788	0
	květen	3.472	2.500	1.514	1.514	5 159 722
	červen	1.879	2.500	1.606	1.606	5 879 131
	červenec	1.572	2.500	1.105	1.105	7 109 770
	srpen	2.635	2.500	0.939	0.939	11 579 069
	září	0.697	2.500	1.291	1.291	10 013 760
	říjen	0.886	2.500	1.641	1.641	8 024 184
	listopad	1.579	2.500	1.618	1.618	7 921 411
	prosinec	1.872	2.500	2.116	2.116	7 278 422
1992	leden	4.703	2.500	2.397	2.397	13 355 194
	únor	6.499	2.500	2.413	2.413	24 122 621
	březen	10.340	2.500	2.548	2.776	44 056 000
	duben	5.213	2.500	2.629	5.213	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.762	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.525	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.547	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.423	2.423	28 173 650
	září	0.650	2.500	2.506	2.500	23 298 530
	říjen	0.760	2.500	2.652	2.500	18 713 282
	listopad	1.001	2.500	2.526	2.500	14 763 117
	prosinec	1.456	2.500	2.449	2.449	12 146 363
1993	leden	2.834	2.500	2.429	2.429	13 213 619
	únor	1.550	2.500	2.460	2.460	10 815 587
	březen	6.541	2.500	2.509	2.500	21 464 430
	duben	5.398	2.500	2.536	2.500	29 101 240
	květen	1.744	2.500	2.508	2.500	27 109 029
	červen	1.290	2.500	2.316	2.316	24 405 314
	červenec	0.980	2.500	2.121	2.121	21 398 550
	srpen	0.549	2.500	2.294	2.294	16 800 126
	září	1.338	2.500	2.403	2.403	13 993 638
	říjen	1.155	2.500	2.722	2.500	10 449 294
	listopad	1.084	2.500	2.485	2.485	6 757 379
	prosinec	4.054	2.500	2.289	2.289	11 408 507

## 2. SIMULACE ZÁSObNÍ FUNKCE VD VÍR I POMOCÍ ADAPTIVNÍ METODY

Adaptivní metoda				$\Delta t = 2\ 635\ 200\ s$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.500	31 638 938

Adaptivní metoda				$\Delta t = 2\ 635\ 200\ \text{s}$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	červen	1.121	2.500	2.500	28 004 997
	červenec	0.913	2.500	2.500	23 822 934
	srpen	0.439	2.500	2.500	18 391 787
	září	0.619	2.500	2.500	13 434 976
	říjen	0.804	2.500	2.500	8 965 677
	listopad	1.269	2.500	2.331	6 167 499
	prosinec	1.216	2.500	2.470	2 862 725
1991	leden	2.145	2.500	2.500	1 927 229
	únor	0.874	2.500	1.605	0
	březen	1.840	2.500	1.840	0
	duben	1.788	2.500	1.788	0
	květen	3.472	2.500	1.359	5 568 367
	červen	1.879	2.500	1.994	5 264 117
	červenec	1.572	2.500	2.073	3 942 653
	srpen	2.635	2.500	1.407	7 178 679
	září	0.697	2.500	2.460	2 533 840
	říjen	0.886	2.500	1.166	1 796 571
	listopad	1.579	2.500	1.792	1 235 917
	prosinec	1.872	2.500	2.341	0
1992	leden	4.703	2.500	2.500	5 805 346
	únor	6.499	2.500	2.500	16 343 510
	březen	10.340	2.500	2.500	37 003 478
	duben	5.213	2.500	2.537	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.500	27 970 739
	září	0.650	2.500	2.500	23 095 619
	říjen	0.760	2.500	2.500	18 510 371
	listopad	1.001	2.500	2.500	14 560 206
	prosinec	1.456	2.500	2.500	11 809 058
1993	leden	2.834	2.500	2.500	12 689 214
	únor	1.550	2.500	2.500	10 185 774
	březen	6.541	2.500	2.500	20 834 618
	duben	5.398	2.500	2.500	28 471 427
	květen	1.744	2.500	2.500	26 479 216
	červen	1.290	2.500	2.500	23 290 624
	červenec	0.980	2.500	2.500	19 285 120
	srpen	0.549	2.500	2.500	14 143 845
	září	1.338	2.500	2.500	11 081 742
	říjen	1.155	2.500	2.500	7 537 398
	listopad	1.084	2.500	2.500	3 805 955
	prosinec	4.054	2.500	2.500	7 901 056

### 3. SIMULACE ŘÍZENÍ ZÁSOBNÍ FUNKCE VD VÍR I POMOCÍ DISPEČERSKÉHO GRAFU

Dispečerský graf					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{DG}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	x	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	x	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	x	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	x	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	x	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	x	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	x	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	x	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	x	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	x	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	x	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	x	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	2.500	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	2.500	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	2.500	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	2.500	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	2.500	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.500	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.500	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.500	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.400	2.400	31 712 723
	říjen	1.205	2.500	2.500	2.500	28 300 139
	listopad	1.725	2.500	2.500	2.500	26 257 859
	prosinec	8.793	2.500	2.500	2.500	42 841 173
1989	leden	4.842	2.500	2.500	4.381	44 056 000
	únor	5.314	2.500	2.500	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	2.500	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	2.500	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	2.500	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.500	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.500	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.500	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.500	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.500	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	2.500	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	2.500	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.500	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.500	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.500	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.500	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.500	2.500	31 638 938

Dispečerský graf					$\Delta t =$	2 635 200 s
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{DG}$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	červen	1.121	2.500	2.500	2.500	28 004 997
	červenec	0.913	2.500	2.400	2.400	24 086 454
	srpen	0.439	2.500	2.400	2.400	18 918 827
	září	0.619	2.500	2.400	2.400	14 225 536
	říjen	0.804	2.500	1.930	1.930	11 258 301
	listopad	1.269	2.500	1.930	1.930	9 516 434
	prosinec	1.216	2.500	1.930	1.930	7 634 901
1991	leden	2.145	2.500	1.930	1.930	8 201 469
	únor	0.874	2.500	1.930	1.930	5 418 698
	březen	1.840	2.500	1.930	1.930	5 181 530
	duben	1.788	2.500	1.930	1.930	4 807 331
	květen	3.472	2.500	1.930	1.930	8 870 810
	červen	1.879	2.500	1.930	1.930	8 736 414
	červenec	1.572	2.500	1.930	1.930	7 793 013
	srpen	2.635	2.500	1.930	1.930	9 650 829
	září	0.697	2.500	1.930	1.930	6 401 627
	říjen	0.886	2.500	1.930	1.930	3 650 478
	listopad	1.579	2.500	1.930	1.930	2 725 523
	prosinec	1.872	2.500	1.930	1.930	2 572 682
1992	leden	4.703	2.500	1.930	1.930	9 880 091
	únor	6.499	2.500	1.930	1.930	21 920 320
	březen	10.340	2.500	2.500	2.500	42 580 288
	duben	5.213	2.500	2.500	4.653	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.500	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.500	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.500	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.400	2.400	28 234 259
	září	0.650	2.500	2.400	2.400	23 622 659
	říjen	0.760	2.500	2.400	2.400	19 300 931
	listopad	1.001	2.500	2.400	2.400	15 614 286
	prosinec	1.456	2.500	2.400	2.400	13 126 658
1993	leden	2.834	2.500	2.400	2.400	14 270 334
	únor	1.550	2.500	2.400	2.400	12 030 414
	březen	6.541	2.500	1.930	1.930	24 181 322
	duben	5.398	2.500	2.500	2.500	31 818 131
	květen	1.744	2.500	2.500	2.500	29 825 920
	červen	1.290	2.500	2.500	2.500	26 637 328
	červenec	0.980	2.500	2.400	2.400	22 895 344
	srpen	0.549	2.500	2.400	2.400	18 017 589
	září	1.338	2.500	2.400	2.400	15 219 006
	říjen	1.155	2.500	2.400	2.400	11 938 182
	listopad	1.084	2.500	1.930	1.930	9 708 803
	prosinec	4.054	2.500	1.930	1.930	15 305 968

#### 4. SIMULACE ŘÍZENÍ ZÁSOBNÍ FUNKCE VD VÍR I NA HODNOTU NALEPŠENÉHO ODTOKU $W_R$

Řízení na hodnotu nalepšeného odtoku $W_R$				$\Delta t = 2\ 635\ 200\ s$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
1987	leden	6.700	2.500	6.700	44 056 000
	únor	6.723	2.500	6.723	44 056 000
	březen	7.225	2.500	7.225	44 056 000
	duben	15.268	2.500	15.268	44 056 000
	květen	7.239	2.500	7.239	44 056 000
	červen	7.272	2.500	7.272	44 056 000
	červenec	2.753	2.500	2.753	44 056 000
	srpen	1.995	2.500	2.500	42 725 224
	září	2.698	2.500	2.500	43 246 994
	říjen	2.164	2.500	2.500	42 361 566
	listopad	3.730	2.500	3.087	44 056 000
	prosinec	5.200	2.500	5.200	44 056 000
1988	leden	3.459	2.500	3.459	44 056 000
	únor	3.707	2.500	3.707	44 056 000
	březen	9.894	2.500	9.894	44 056 000
	duben	9.103	2.500	9.103	44 056 000
	květen	1.656	2.500	2.500	41 831 891
	červen	1.755	2.500	2.500	39 868 667
	červenec	1.049	2.500	2.500	36 044 992
	srpen	1.086	2.500	2.500	32 318 819
	září	2.170	2.500	2.500	31 449 203
	říjen	1.205	2.500	2.500	28 036 619
	listopad	1.725	2.500	2.500	25 994 339
	prosinec	8.793	2.500	2.500	42 577 653
1989	leden	4.842	2.500	4.281	44 056 000
	únor	5.314	2.500	5.314	44 056 000
	březen	4.440	2.500	4.440	44 056 000
	duben	2.653	2.500	2.653	44 056 000
	květen	3.565	2.500	3.565	44 056 000
	červen	2.109	2.500	2.500	43 025 637
	červenec	1.289	2.500	2.500	39 834 410
	srpen	1.146	2.500	2.500	36 266 349
	září	1.705	2.500	2.500	34 171 365
	říjen	1.652	2.500	2.500	31 936 715
	listopad	0.944	2.500	2.500	27 836 344
	prosinec	2.824	2.500	2.500	28 690 149
1990	leden	1.771	2.500	2.500	26 769 088
	únor	2.508	2.500	2.500	26 790 170
	březen	4.392	2.500	2.500	31 775 968
	duben	3.113	2.500	2.500	33 391 346
	květen	1.835	2.500	2.500	31 638 938

Řízení na hodnotu nalepšeného odtoku $W_R$				$\Delta t = 2\ 635\ 200\ \text{s}$	
Rok	Měsíc	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$W_R$ [m <sup>3</sup> /s]	$O_{sk}$ [m <sup>3</sup> /s]	$V$ [m <sup>3</sup> ]
	červen	1.121	2.500	2.500	28 004 997
	červenec	0.913	2.500	2.500	23 822 934
	srpen	0.439	2.500	2.500	18 391 787
	září	0.619	2.500	2.500	13 434 976
	říjen	0.804	2.500	2.500	8 965 677
	listopad	1.269	2.500	2.500	5 721 746
	prosinec	1.216	2.500	2.500	2 338 149
1991	leden	2.145	2.500	2.500	1 402 653
	únor	0.874	2.500	1.406	0
	březen	1.840	2.500	1.840	0
	duben	1.788	2.500	1.788	0
	květen	3.472	2.500	2.500	2 561 414
	červen	1.879	2.500	2.500	924 955
	červenec	1.572	2.500	1.923	0
	srpen	2.635	2.500	2.500	355 752
	září	0.697	2.500	0.832	0
	říjen	0.886	2.500	0.886	0
	listopad	1.579	2.500	1.579	0
	prosinec	1.872	2.500	1.872	0
1992	leden	4.703	2.500	2.500	5 805 346
	únor	6.499	2.500	2.500	16 343 510
	březen	10.340	2.500	2.500	37 003 478
	duben	5.213	2.500	2.537	44 056 000
	květen	1.616	2.500	2.500	41 726 483
	červen	1.203	2.500	2.500	38 308 629
	červenec	0.668	2.500	2.500	33 480 942
	srpen	0.409	2.500	2.500	27 970 739
	září	0.650	2.500	2.500	23 095 619
	říjen	0.760	2.500	2.500	18 510 371
	listopad	1.001	2.500	2.500	14 560 206
	prosinec	1.456	2.500	2.500	11 809 058
1993	leden	2.834	2.500	2.500	12 689 214
	únor	1.550	2.500	2.500	10 185 774
	březen	6.541	2.500	2.500	20 834 618
	duben	5.398	2.500	2.500	28 471 427
	květen	1.744	2.500	2.500	26 479 216
	červen	1.290	2.500	2.500	23 290 624
	červenec	0.980	2.500	2.500	19 285 120
	srpen	0.549	2.500	2.500	14 143 845
	září	1.338	2.500	2.500	11 081 742
	říjen	1.155	2.500	2.500	7 537 398
	listopad	1.084	2.500	2.500	3 805 955
	prosinec	4.054	2.500	2.500	7 901 056