TRANSFORMÁCIA POVODŇOVÝCH VĺN DUNAJA NA ÚSEKU KIENSTOCK – ŠTÚROVO

Veronika Mitková

Klasickým problémom pri neustálenom pohybe vody v koryte toku je popis prechodu povodňovej vlny cez koryto. Opis tohto pohybu sa nazýva režim povodne a je opísaný ako procedúra, ktorá je používaná pre zistenie času a veľkosti veličiny v určitom bode vodnej cesty. Transformácia povodňovej vlny vychádza zo zákonitostí, ktorými sa riadi pohyb vody v otvorených korytách a umožňuje takú zmenu, akú dovoľujú:

1. *účinky rôznych vodohospodárskych zákrokov (napriamenie, prehĺbenie, ochranné hrádze), ktoré majú za následok zvýšenie kulminačného prietoku a rýchlosti postupu povodňovej vlny;*
2. *sploštenie povodňovej vlny pri postupnom zaplnení koryta.*

Na simuláciu transformácie povodňových vĺn korytom toku Dunaja na úseku Kienstock – Štúrovo bol použitý riečny model NLN-Danube. Model bol kalibrovaný pre súčasné odtokové pomery na Dunaji počas povodne v auguste 2002 v úseku Kienstock - Štúrovo. Model NLN-Danube bol v prvej časti použitý na simuláciu transformácií významných povodňových vĺn na Dunaji z posledného obdobia: júl 1991, december1992, október 1996 júl 1997, marec 1998, marec 2002). Výsledky simulácií modelom NLN-Danube sú prezentované v príspevku.

Kľúčové slová: povodňová vlna, riečny model NLN-Danube, simulácia povodní, transformácia povodňovej vlny

***Transformation of the flood waves of the Danube River in Kienstock – Štúrovo reach**. River regime conditions of the Danube River are always being changed. These changes result from the natural processes (erosion, sedimentation, vegetation cover) or anthropogenic activities (modification of the riverbank, construction of hydro-power stations). This has significant impact upon the water regime of the river. Channel training resulted in shortening of the flood wave travel times and changes of water levels in Danube river at Bratislava.*

In this article there the calibration and simulation of the waves of non - linear river model NLN-Danube is presented. The calibration for present river condition in Kienstock – Štúrovo reach of Danube River for August flood 2002 was done. The model simulations for some flood events - July1991, December 1992, October 1996, July 1997, March 1998, March 2002 was done and, simulations by model NLN – Danube of transformation of the waves of river bank for interest reach were done too. The results of the simulation are presented in this article.

Key words: River model, cascade of the non-linear reservoirs, simulation of the move of the flood wave, Danube River

---

Opis nelineárneho riečneho modelu NLN-Danube

Na simuláciu transformácie povodňových vĺn korytom toku Dunaja na úseku Kienstock – Štúrovo bol použitý riečny model NLN-Danube.

Model NLN-Danube (Pekár a kol., 2001) vychádza z modelu NONLIN A. Svobodu (1970, 1993, 1993b, 2000), ktorý bol v minulosti úspešne použitý na simuláciu transformácie prietokových vĺn v rade štúdií na našich aj svetových tokoch. Model NLN-Danube je nelineárny hydrologický riečny koncepčný model, založený na postupnej transformácii vstupov – prietokových vĺn – sústavou rovnakých nelineárnych nádrží v sérii za sebou. Model každej zložky simulovaného riečneho systému (riečny úsek) je zložený z kaskády *N* rovnakých nelineárnych nádrží. Vstup do modelu predstavuje vstup do prvej nádrže v sérii. Výstup z poslednej nádrže predstavuje výstup z modelu. Presný opis rovníc a význam kalibračných parametrov modelu NLN-Danube je uvedený v (Pekárová a kol. 2004), kde bol napríklad model porovnávaný s modelom KLN-MULTI (Szolgay, 2003), ktorý obsahuje dve funkcie explicitne zohľadňujúce premenlivosť postupovej doby charakteristických bodov prietokových vĺn, a tým aj implicitne hydraulické parametre prúdenia a ich prípadnú zmenu v dôsledku zmeny koryta. Ako vstupné dáta boli použité hodnoty hodinových prietokov pre jednotlivé stanice (Kienstock, Devín, Medveďov, Iža, Štúrovo) a hodinové prietoky pre významné prítoky Dunaja v záujmovom úseku toku (Traisen, Kamp, Morava, Váh, Ipeľ, Hron). Základné vstupné dáta boli poskytnuté zo Slovenského hydrometeorologického ústavu a Hydrographischer Dienstin Rakúsko.

Súčasná softvérová realizácia modelu modeluje koryto Dunaja medzi Passau a Nagymarosom. V tomto príspevku bola použitá časť celkového modelu na 296,4 kilometrovom úseku medzi Kienstockom a Štúrovom. Model NLN- Danube bol naprogramovaný v aplikácii MS EXCEL 9, ktorá je súčasťou Microsoft Office 97. Práca s modelom sa realizuje pomocou makier, ktoré sú zapísané v programovacom jazyku Microsoft Visual Basic 5.0. Táto aplikácia bola vybraná z niekoľkých hľadísk:

- dostupnosť u užívateľa;
- jednoduché zadávanie vstupných údajov;
- dostatočne krátka doba výpočtu;
- okamžité grafické výpočty z modelu, okamžitá reakcia na zmeny parametrov v modeli.

Samotný model je rozdelený do niekoľkých pracovných listov:
Hlavná stránka – je vstupným pracovným listom.
Parametre modelu – pracovný list do ktorého sa zadávajú hodnoty parametrov modelu.
Vstupné údaje – pracovný list do ktorého sa zadávajú vstupné údaje modelu (model pracuje s hodinovým krokom).
Riešenie – pracovný list, kde sa zobrazujú výstupné hodnoty simulácie modelu.
Grafy – pracovný list s grafickými výstupmi modelu.

Model NLN-Danube predstavuje jednoduchý nástroj na riešenie transformácie povodňovej vlny v riečnom úseku. Po jeho kalibrácii je možné ho používať na celý rad vodohospodárskych problémov. V našom prípade bol model využitý na riešenie otázok spojených s výstavbou vodných diel na rakúskom úseku Dunaja a pre analýzu zmien postupových dôb veľkých vĺn na slovenskom úseku Dunaja s historickými vstupnými údajmi (Mitková a kol, 2005).

Kalibrácia modelu NLN-Danube na úseku Kienstock – Štúrovo pre súčasné odtokové pomery Dunaja

Pre priamu kalibráciu modelu NLN-Danube v súčasných podmienkach transformácie povodňovej vlny v koryte toku bola použitá povodňová situácia z augusta 2002 v úseku Kienstock - Štúrovo. Táto augustová povodeň zatienila marcovú povodeň 2002, ktorá presiahla v Bratislave 8000 m^3s^{-1}. V auguste 2002 sa na Dunaji vyskytli dve krátko po sebe nasledujúce povodňové situácie, pričom druhá vlna bola z hydrologického hľadiska významnejšia ako prvá.
Meteorologické podmienky vzniku povodne boli nasledovné:
Na začiatku augusta bola stredná Európa pod vplyvom rozsiahlej oblasti tlakovej níže. Nad vnútrozemím sa vo vlhkom a relatívne teplom vzduchu vytvorili vhodné podmienky pre tvorbu kopovitých oblakov a búrok, ktoré sa vyskytovali u nás i v Alpskej oblasti. V predpovediach pre povodie Dunaja boli očakávané výdatné zrážky najmä v nedeľu 11.8. 2002 na severných návetriach Álp. V priebehu tohto dňa spadlo na väčšine územia povodia Dunaja a v južných Čechách 30 až 50 a miestami aj 100 mm zrážok. Výdatné zrážky pokračovali v celej alpskej oblasti, v Čechách, z časti na Slovensku, Maďarsku a Slovinsku. Dňa 13.8. sa stred tlakovej níže presúval nad Ukrajinu a zároveň sa z Francúzska rozširoval nad Alpy výbežok tlakovej výše. Trvalé zrážky sa z povodia Dunaja presúvali na severovýchod. Prvá povodňová situácia bola spôsobená zrážkami v nemeckom a rakúskom povodí, najvýdatnejšie zrážky boli v dňoch 6.-7. augusta. Druhú povodňovú situáciu spôsobili zrážky 9.-12.8., ktoré spadli na vodou nasýtené povodie. Vo vodomernej stanici Devín povodňová vlna kulminovala 16.8. okolo 2:00 s kulminačným prietokom 10370 m^3s^{-1} a vodným stavom 948 cm (Mikuličková, Lešková, 2002; Lešková, 2002).

Na určenie zhody medzi simulovanými prietokmi modelom NLN-Danube a meranými prietokmi boli porovnávané predovšetkým nasledovné štatistické kritéria vychádzajúce z meraných a simulovaných prietokov v danej stanici:

Koeficient korelácie:

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{N}\left(\left(Q_{Bm}(t)-\overline{Q}_{Bm}\right)\left(Q_{Bs}(t)-\overline{Q}_{Bs}\right)\right)}{\sqrt{\sum_{t=1}^{N}\left(Q_{Bm}(t)-\overline{Q}_{Bm}\right)^2\sum_{t=1}^{N}\left(Q_{Bs}(t)-\overline{Q}_{Bs}\right)^2}} \quad (13)$$

kde:

Q_{Bs} - prietok v Bratislave simulovaný;

Q_{Bm} - prietok v Bratislave meraný;

$\overline{Q}_{Bm}$ - priemerný prietok počas vlny v Bratislave meraný;

$\overline{Q}_{Bs}$ - priemerný prietok počas vlny v Bratislave simulovaný.

Priemerná chyba odhadu:

$$ME = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left(Q_{Bm}(t)-Q_{Bs}(t)\right)\cdot \quad (14)$$

Priemerná absolútna chyba odhadu:

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|Q_{Bm}(t)-Q_{Bs}(t)\right| \quad (15)$$

Priemerná absolútna percentuálna chyba odhadu:

$$MAPE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|\frac{Q_{Bm}(t)-Q_{Bs}(t)}{Q_{Bm}(t)}\right|100\%. \quad (16)$$

Štandardná chyba odhadu:

$$SER = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left(Q_{Bm}(t)-Q_{Bs}(t)\right)^2} \quad (17)$$

Maximálna absolútna chyba odhadu:

$$Max = \max\left|Q_{Bm}(t)-Q_{Bs}(t)\right| \quad (18)$$

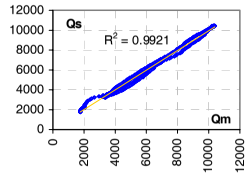
Výsledky kalibrácie modelu NLN-Danube na danej povodňovej situácii z augusta 2002 v úseku Kienstock - Štúrovo metódou pokus-omyl sú vyhodnotené na Obr. 1. a) – d). Priemerná absolútna percentuálna odchýlka odhadu (MAPE) meraných a modelovaných hodnôt bola pre celý úsek v rozsahu prípustnom pre odchylky merania prietokov. Jej hodnota bola cca. 5,45 %. Vzhľadom k tomu, že v stanici Štúrovo sa prietoky nevyčísľujú na obr. 1 d) boli pre približnú kalibráciu transformácie povodňovej vlny modelu NLN- Danube v tejto stanici použité odvodené prietoky z vodných stavov. Hodnota keoficienta korelácie R [-] bola pri kalibrácií pre celý úsek v priemere 0,991 čo môžeme pokladať za dobrú zhodu simulovaných a meraných prietokov. Hodnoty ďalších štatistických charakteristík sú uvedené v tabuľkách pri výstupoch z modelu.

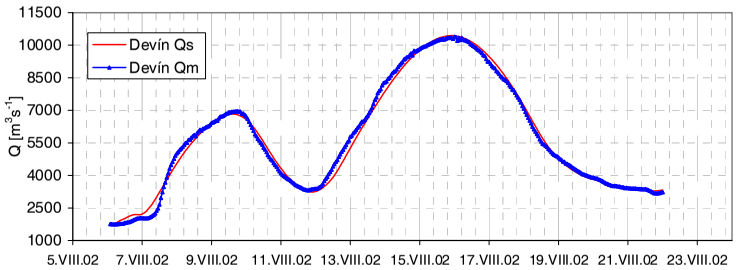
Na obr. 2 je vykreslený simulovaný priebeh transformácie kalibračnej vlny z augusta 2002 korytom toku v úseku Kienstock - Štúrovo.

Model NLN-Danube **reach: Kienstock - Devín** **Flood 2002 August -kalibrácia**

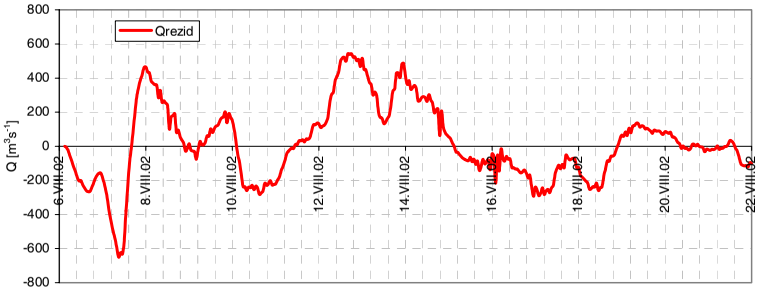
Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	5761	5779	R	0.996
min [m^3/s]	1759	1751	ME	18.1
max [m^3/s]	10440	10390	MAE	173.9
volume [mil. m^3]	190629	191228	MAPE	3.8
number of measurement	383	383	SER	226.1
			max	651.4





Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Devín



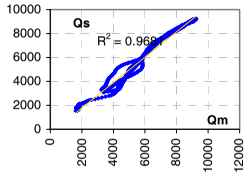
Odchýkly meraných a simulovaných prietokov v stanici Devín

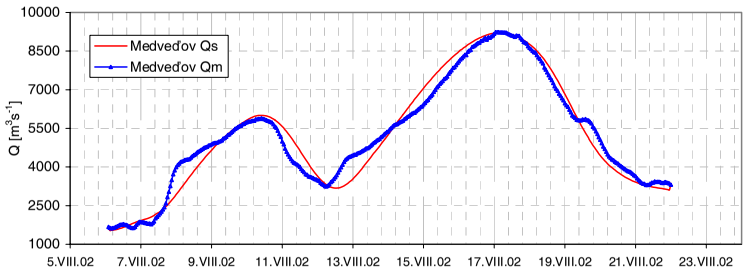
1 a)

Model NLN-Danube **reach: Devín - Medveďov** **Flood 2002 August -kalibrácia**

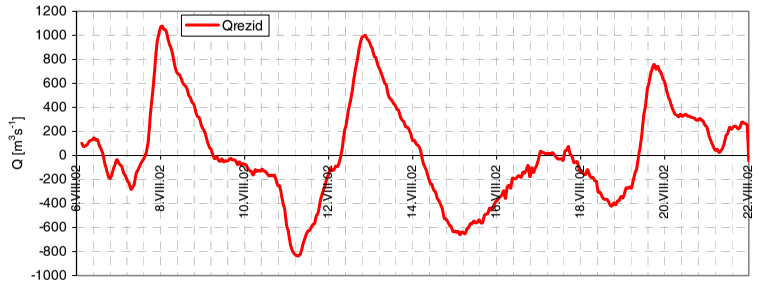
Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	5254	5276	R	0.984
min [m^3/s]	1538	1617	ME	22.8
max [m^3/s]	9216	9240	MAE	325.8
volume [mil. m^3]	173853	174606	MAPE	7.1
number of measurement	383	383	SER	418.1
			max	1077.4





Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Medveďov



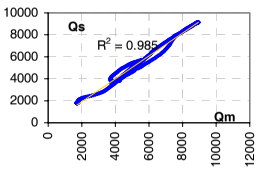
Odchýkly meraných a simulovaných prietokov v stanici Medveďov

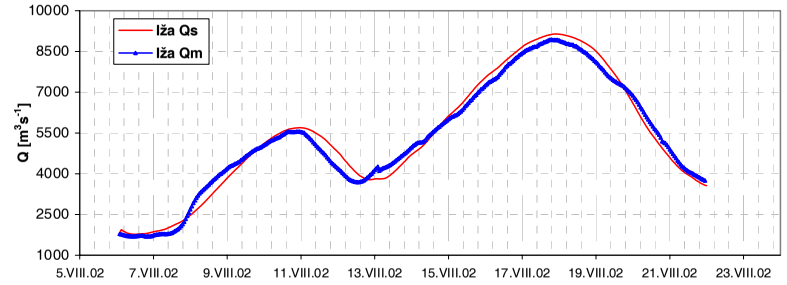
1 b)

Model NLN-Danube **reach: Medveďov - Ižа** **Flood 2002 August -kalibrácia**

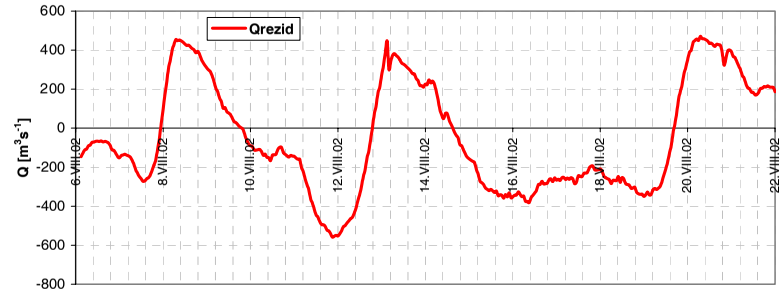
Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	5383	5334	R	0.992
min [m^3/s]	1770	1695	ME	-49.2
max [m^3/s]	9144	8940	MAE	254.4
volume [mil. m^3]	178138	176514	MAPE	5.4
number of measurement	383	383	SER	284.9
			max	558.8





Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Iža



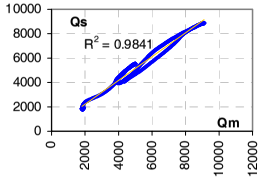
Odchýkly meraných a simulovaných prietokov v stanici Iža

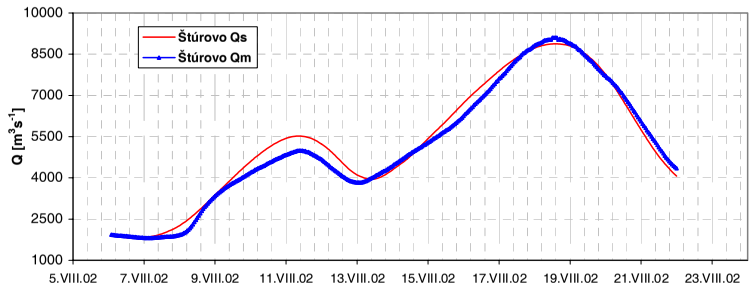
1 c)

Model NLN-Danube **reach: Iža - Štúrovo** **Flood 2002 August -kalibrácia**

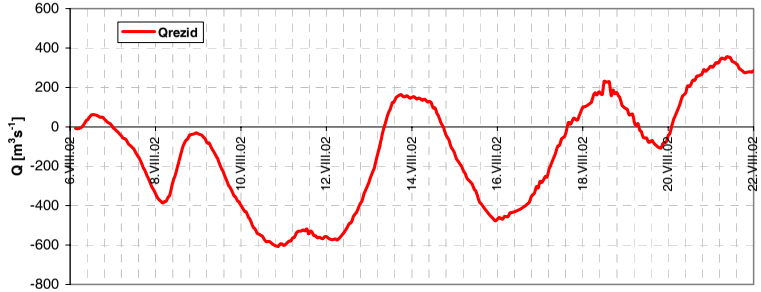
Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	5339	5201	R	0.992
min [m^3/s]	1800	1818	ME	-138.6
max [m^3/s]	8876	9103	MAE	249.0
volume [mil. m^3]	176685	172110	MAPE	5.5
number of measurement	383	383	SER	307.6
			max	607.0





Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Štúrovo

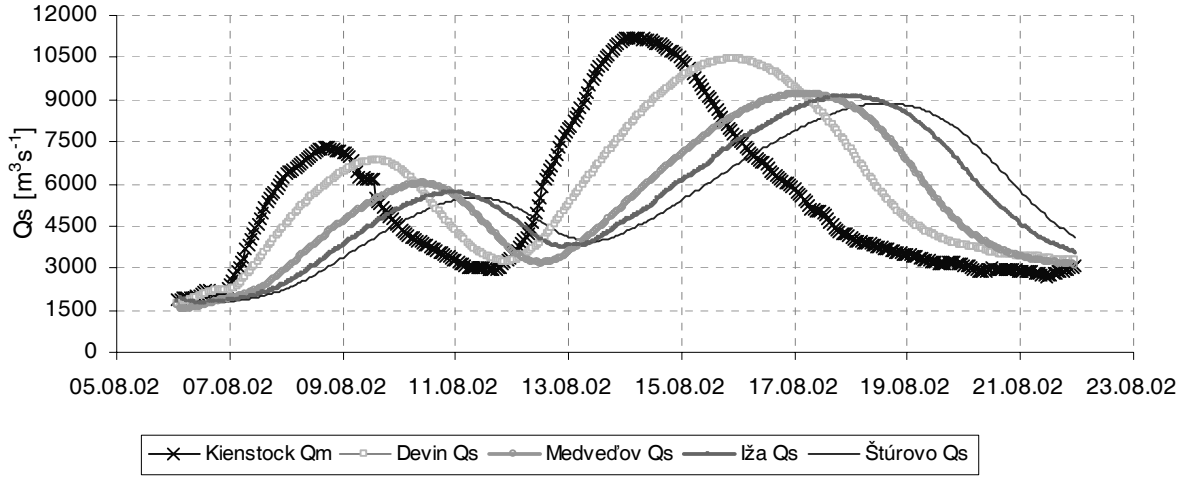


Odchýkly meraných a simulovaných prietokov v stanici Štúrovo

1 d)

Obr. 1 a) – d) Výsledky kalibrácie nelineárneho riečneho modelu NLN-Danube v jednotlivých sekciách záujmového úseku Dunaja.

Fig. 1 a) – d) Results of the calibration of the river non-linear model NLN-Danube in detail sections of the interest reach of the Danube River.



Obr. 2 Simulácia transformácie kalibračnej vlny korytom toku Dunaj počas augustovej povodne 2002 modelom NLN-Danube.

Fig. 2 Simulation of the propagation of the wave in river bank Of the Danube River during August 2002 flood.

Simulácia prietokových vĺn za posledných 15 rokov na slovenskom úseku Dunaja modelom NLN-Danube

Výstavbou vodných diel a úpravami koryta toku sa prietokové pomery Dunaja v minulom storočí zmenili. Napríklad v úseku Kienstock – Bratislava boli uvedené do prevádzky štyri vodné diela: Melk (1979–1982), Altenwörth (1973–1976), Greifenstein (1982–1985) a Freudenau (1992–1997). Dôsledkom takýchto zásahov môže byť aj zrýchlenie postupu povodňových vĺn riečnymi úsekmi Dunaja a súčasné zníženie transformačného účinku koryta a inundačných území, by mohlo viesť k zvýšeniu hladín odpovedajúcim rovnakým povodňovým prietokom voči minulosti v Bratislave (Mišík, Capeková, 2001; Opatovská, 2002).

Vzhľadom na tieto predpoklady bol model NLN-Danube naprogramovaný a použitý na simuláciu významných povodňových vĺn Dunaja z posledného obdobia, to zn. po uvedení takmer všetkých (neskôr aj Freudenau) vodných diel do prevádzky (júl 1991, december 1992, október 1996, júl 1997, marec 1998, marec 2002).

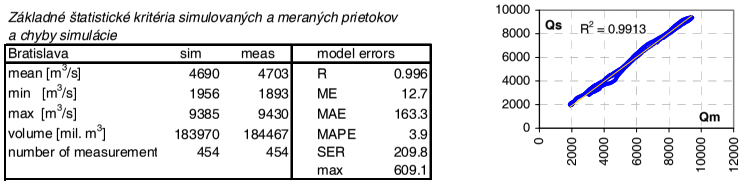
Ako bolo už spomenuté model pracuje s hodinovými vstupnými dátami. Potrebné vstupné dáta nám boli poskytnuté zo Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave a Hydrographischer Dienstin Österreich (Rakúsko).

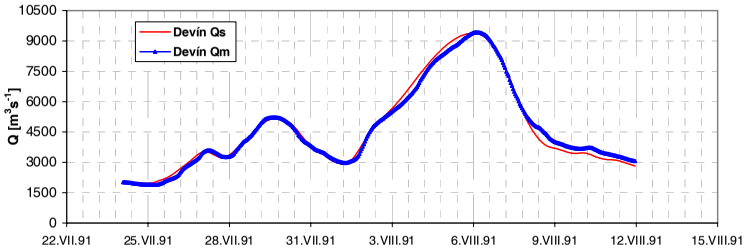
Priebehy simulácií niektorých vybraných povodňových udalostí od roku 1990 (júl 1991, júl 1997, marec 2002) modelom NLN-Danube sú vykreslené na Obr. 3 a)-d), 4. a)-d), 5 a)-d). Na týchto obrázkoch sú aj vypočítané hodnoty štatistických kritérií simulovaných a meraných prietokov, ako aj chyby simulácií. Význam a vzťahy pre výpočet jednotlivých chýb meraní sú popísané v časti o kalibrácii modelu. Priemerné odchýlky meraných a simulovaných prietokov pre jednotlivé vlny v daných vodomerných staniciach sú uvedené v tabuľke 1. V tabuľke 2 sú vypísané hodnoty koeficientov korelácie R [-] pre jednotlivé vodomerné stanice počas vybraných povodňových udalostí. Z daných výsledkov simulácií a výsledkov štatistických charakteristík môžeme povedať, že model NLN-Danube dostatočne presne simuluje transformáciu povodňových vĺn v úseku Kienstock – Štúrovo v súčasných odtokových podmienkach a preto je možné použiť ho na simuláciu prechodu vĺn v záujmovom úseku toku. Na Obr. 6 a) –c) sú vykreslené transformácie vĺn korytom toku.

Model NLN-Danube **reach: Kienstock - Devín** **Flood 1991July**

Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	4690	4703	R	0.996
min [m^3/s]	1956	1893	ME	12.7
max [m^3/s]	9385	9430	MAE	163.3
volume [mil. m^3]	183970	184467	MAPE	3.9
number of measurement	454	454	SER	209.8
			max	609.1



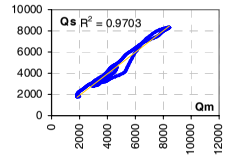


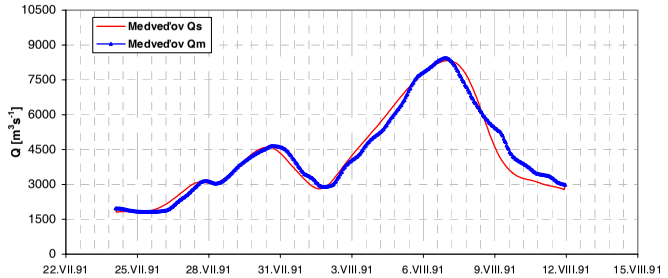
a) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Devín*

Model NLN-Danube **reach: Devín - Medveďov** **Flood 1991July**

Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	4292	4335	R	0.985
min [m^3/s]	1812	1823	ME	42.9
max [m^3/s]	8325	8444	MAE	248.0
volume [mil. m^3]	168356	170036	MAPE	6.2
number of measurement	454	454	SER	334.2
			max	1132.0



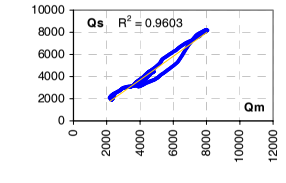


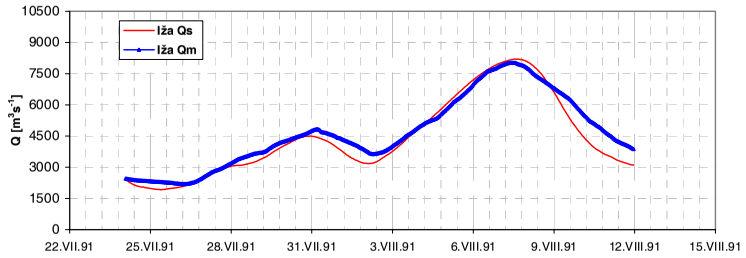
b) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Medveďov*

Model NLN-Danube **reach:Medveďov - Iža** **Flood 1991July**

Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	4428	4685	R	0.980
min [m^3/s]	1923	2195	ME	258.2
max [m^3/s]	8201	8026	MAE	355.9
volume [mil. m^3]	173679	183786	MAPE	8.2
number of measurement	454	454	SER	467.0
			max	1161.4



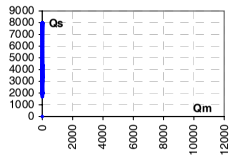


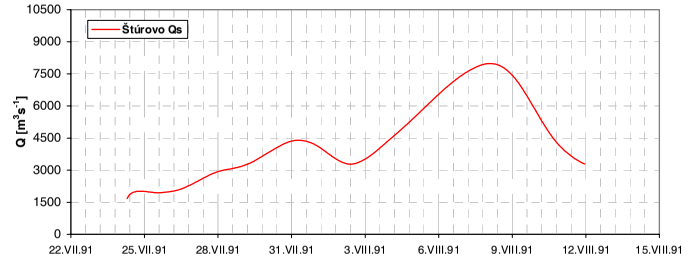
c) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Iža*

Model NLN-Danube **reach: Iža - Štúrovo** **Flood 1991 July**

Základné štatistické kritéria simulovaných a meraných prietokov a chyby simulácie

Bratislava	sim	meas	model errors	
mean [m^3/s]	4415	0	R	#DIV/0!
min [m^3/s]	0	0	ME	-4425.1
max [m^3/s]	7985	0	MAE	4425.1
volume [mil. m^3]	171665	0	MAPE	#DIV/0!
number of measurement	450	450	SER	4788.4
			max	7984.8

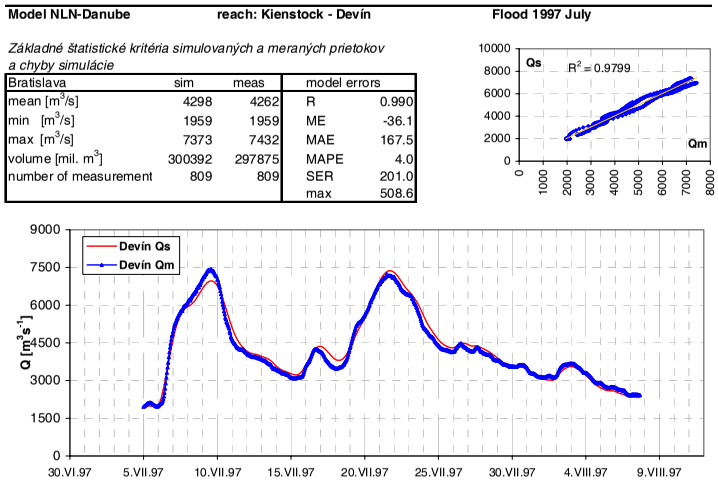




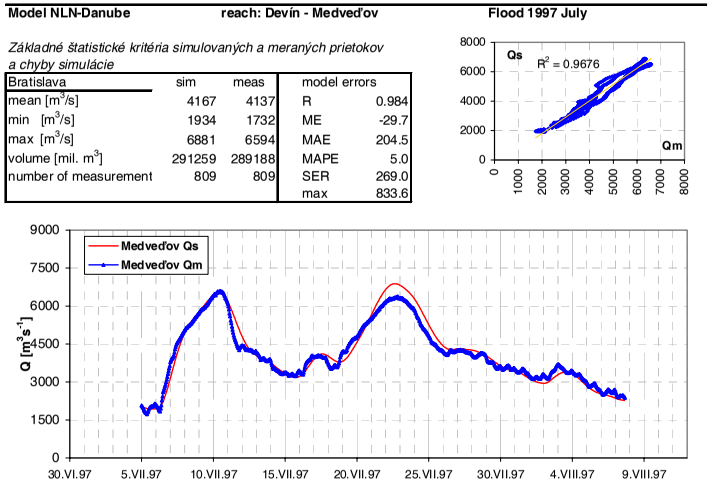
d) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Štúrovo*

Obr 3 Simulácia povodňovej udalosti na Dunaji v júly 1991 modelom NLN-Danubev pre úsek Kienstock – Štúrovo.

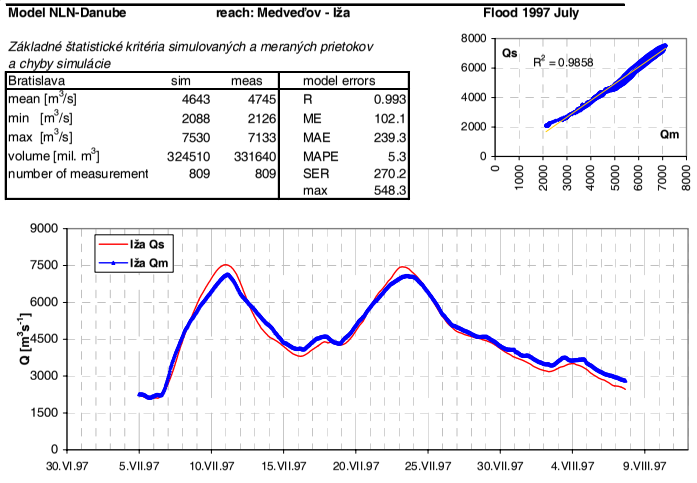
Fig. 3 Simulation of the flood wave in July 1991 on Danube River by model NLN-Danube for Kienstock – Štúrovo reach.



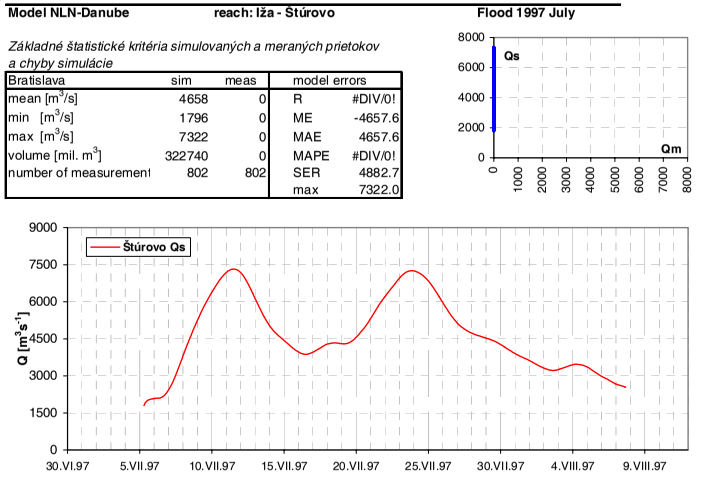
a) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Devín*



b) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Medveďov*



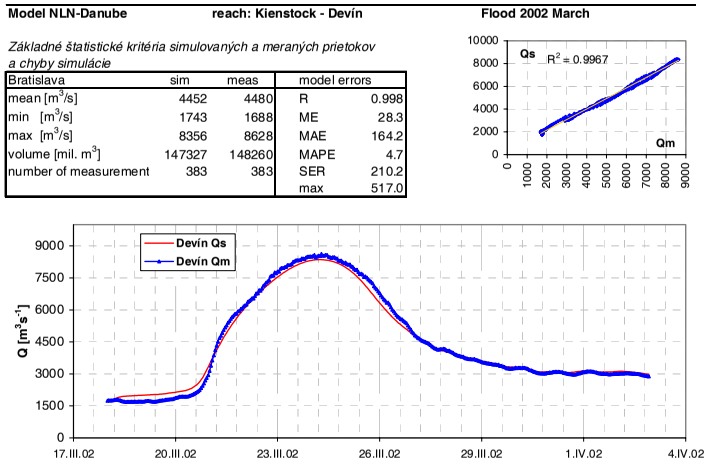
c) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Iža*



d) *Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Štúrovo*

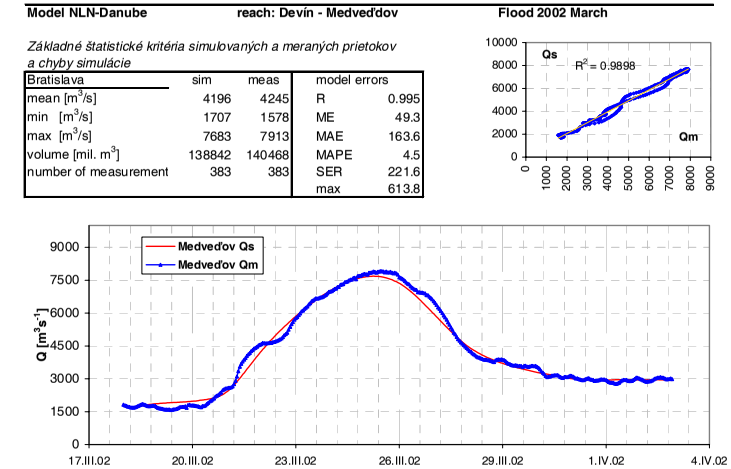
Obr. 4 Simulácia povodňovej udalosti na Dunaji v júly 1997 modelom NLN-Danubev pre úsek Kienstock – Štúrovo

Fig. 4 Simulation of the flood wave in July 1997 on Danube River by model NLN-Danube for Kienstock – Štúrovo reach.



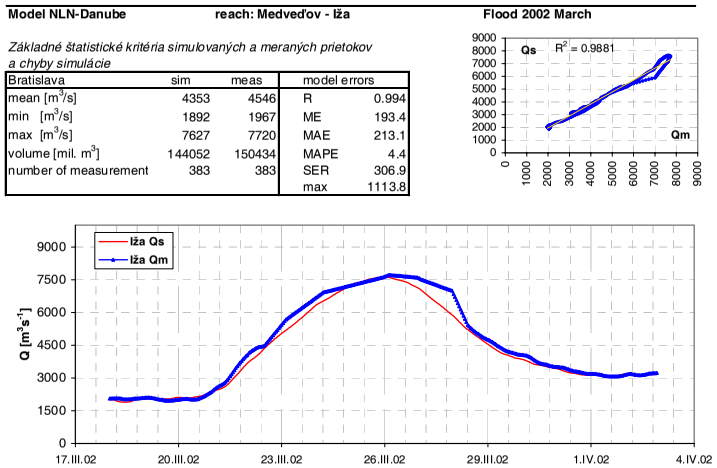
Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Devín

a)



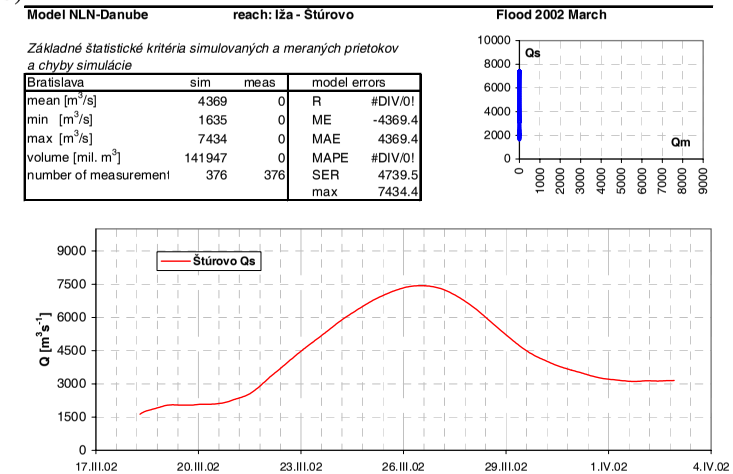
Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Medveďov

b)



Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Iža

c)



Priebeh meraných Qm a simulovaných Qs prietokov v stanici Štúrovo

d)

Obr. 5 Simulácia povodňovej udalosti na Dunaji marci 2002 modelom NLN-Danubev pre úsek Kienstock – Štúrovo.

Fig. 5 Simulation of the flood wave in March 2002 on Danube River by model NLN-Danube for Kienstock – Štúrovo reach.

Tab. 1 Priemerné odchýlky meraných a simulovaných prietokov pre jednotlivé vlny v daných vodomerných staniciach na slovenskom úseku Dunaja

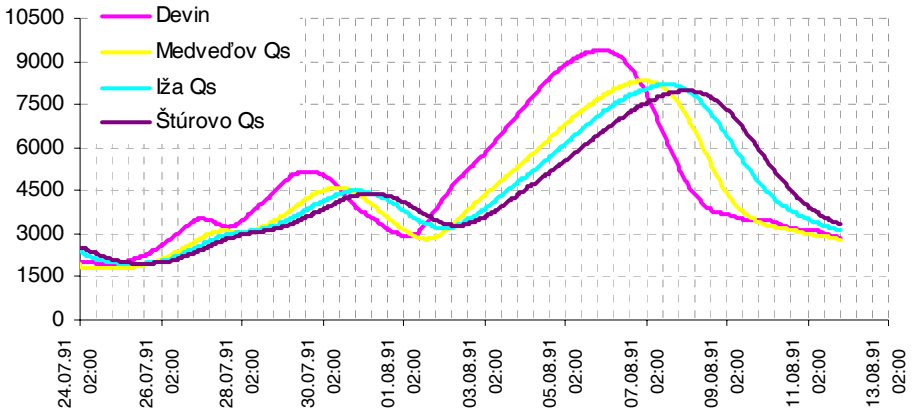
Tab. 1 Mean deviations of the simulated end measured discharges for flood waves in stations on Slovak section of Danube River

Priemerná odchýlka	1991Júl	1992 Nov.	1996 Okt.	1997 Júl	1998 Mar.	2002 Mar.
Devín	12,2	31,3	11,4	-36,2	-4,9	28,5
Medveďov	43,0	80,4	25,7	-29,7	-3,6	49,1
Iža	256,5	214,4	175,5	100,8	20,6	193,2
Štúrovo	-	-	-	-	-	-

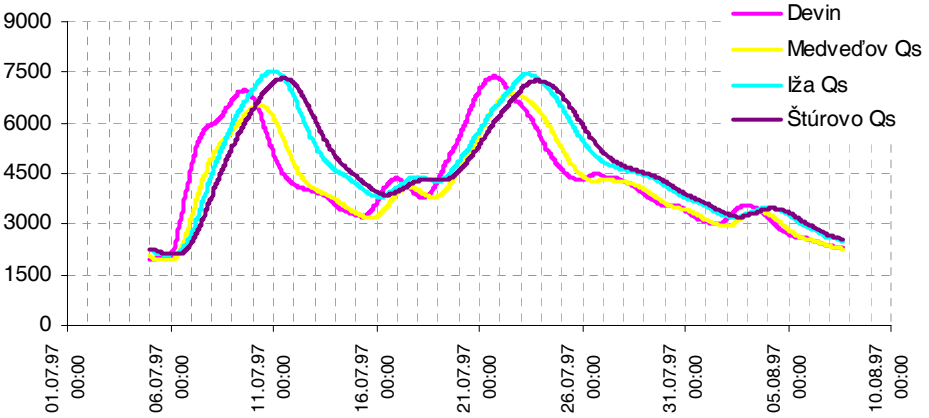
Tab. 2 Koeficienty korelácie medzi meraných a simulovaných prietokov pre jednotlivé vlny v daných vodomerných staniciach na slovenskom úseku Dunaja

Tab. 2 Coefficients of correlation between simulated and measured discharges for flood waves in stations on Slovak section of Danube River

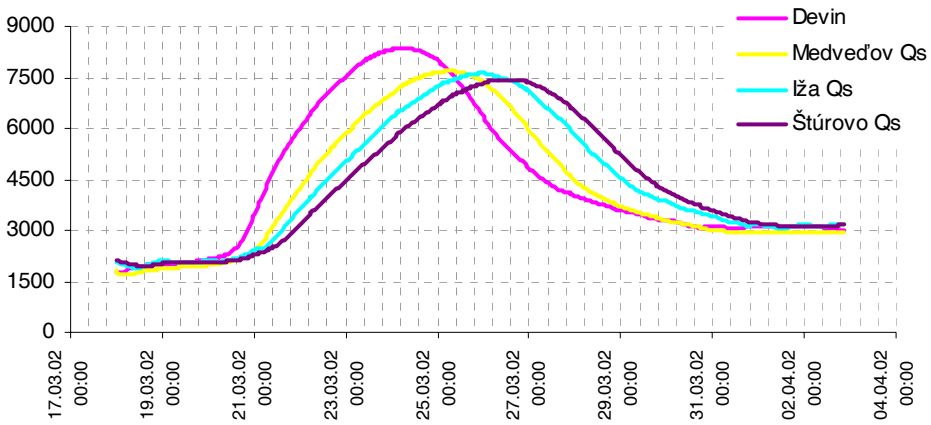
R [-]	1991Júl	1992 Nov.	1996 Okt.	1997 Júl	1998 Mar.	2002 Mar.
Devín	0,996	0,989	0,995	0,990	0,991	0,998
Medveďov	0,985	0,969	0,983	0,984	0,984	0,995
Iža	0,980	0,983	0,989	0,993	0,991	0,994
Štúrovo	-	-	-	-	-	-



6 a)



6 b)



6 c)

Obr. 6 Simulácia transformácie kalibračnej vlny korytom toku Dunaja modelom NLN-Danube: a) jún 1991, b) jún 1997, c) marec 2002.

Fig. 6 Simulation of the propagation of the wave in river bank of the Danube River: a) July flood 1991, b) July flood 1997, c) March flood 2002.

Zhodnotenie simulácií povodňových udalostí modelom NLN-Danube pre súčasné odtokové pomery na Dunaji

Model NLN-Danube bol nakalibrovaný na súčasné odtokové pomery Dunaja pre úsek Kienstock – Štúrovo. Ako vstupné dáta boli použité hodnoty hodinových prietokov pre jednotlivé stanice. Základné vstupné dáta nám boli poskytnuté zo Slovenského hydrometeorologického ústavu a Hydrographischer Dienstin Österreich (Rakúsko). Stanica Kienstock bola zvolená ako počiatočná stanica vzhľadom na dostupnosť údajov, dostatočný predstich predpovede prietok vlny a v tejto stanici sú už zahrnute aj významné prítoky z horného úseku Dunaja. Kalibrácia modelu pre súčasné odtokové pomery na danom úseku toku bola prevedená na povodňovej udalodsti z augusta 2002. Výsledky kalibrácie modelu NLN-Danube sú uvedené v prvej 4asti príspevku. Priemerná absolútna percentuálna odchýlka odhadu bola pre celý úsek v rozsahu prípustnom pre odchylky merania prietokov. Na určenie zhody medzi simulovanými prietokmi modelom NLN-Danube a meranými prietokmi boli porovnávané predovšetkým štatistické kritéria vychádzajúce z meraných a simulovaných prietokov v danej stanici, ich vzťahy sú opísané tiež v príspevku. Hodnota keoficienta korelácie R [-] bola pri kalibrácií pre celý úsek v priemere 0,991 čo môžeme pokladať za dobrú zhodu simulovaných a meraných prietokov.

Následne, po kalibrácii, bol model NLN-Danube použitý na simúláciu vyznamných povodňových udalostí, ktoré sa na Dunaji vyskytli od roku 1990. Výsledky simulácií vybraných povodňových udalostí (júl 1991, december 1992, október 1996, júl 1997, marec 1998, marec 2002) pre zvolený úsek Kienstock – Štúrovo sú prezentované v príspevku. Priemerné odchýlky meraných a simulovaných prietokov pre jednotlivé vlny v daných vodomerných staniciach sú uvedené v tabuľke 1. V tabuľke 2 sú vypísané hodnoty koeficientov korelácie R [-] pre jednotlivé vodomerné stanice počas vybraných povodňových udalostí. Z daných výsledkov simulácií a výsledkov štatistických charakteristík môžeme povedať, že model NLN-Danube dostatočne presne simuluje transformáciu povodňových vĺn v úseku Kienstock – Štúrovo v súčasných odtokových podmienkach a preto je možné použiť ho na simuláciu prechodu vĺn v záujmovom úseku toku.

Poďakovanie: *Spracovanie štúdie bolo podporené projektmi MVTS 9350 a VEGA 5056.*

Literatúra

Lešková, D., (2002): Povodňová situácia na Dunaji v auguste 2002. Vodohospodársky spravodajca XLV, 10/2002, 8–10 s.

Mikuličková, M., Lešková, D., (2002): Povodeň na Dunaji v marci 2002. Vodohospodársky spravodajca XLV, 7-8/2002, 8–11 s.

Mišík, M., Capeková, Z., (2001): Vzájomný vzťah režimu veľkých vôd a ľudskej činnosti na bratislavskom úseku Dunaja. Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia. IV. Vedecká konferencia, Michalovce, Zemplínska Šírava, 98–101.

Mitková, V., Kubeš, R., Szolgay, J., Pekárová, P., (2004): Simulácia transformácie historických povodňových vĺn Dunaja z roku 1899 a 1954 v úseku Kienstock – Bratislava za súčasných odtokových podmienok.. Acta Hydrologica,Ústav Hydrológie SAV, Bratislava, Ročník 5, No 1.

Mitkova, V., Pekarova, P., Miklanek, P. Pekár, J. (2005): Analysis of flood propagation changes in the Kienstock–Bratislava reach of the Danube River. Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, 50(4) August 2005 (v tlači).

Opatovská, G., (2002): Vplyv zanášania na zmeny hladín Dunaja v Bratislave. Vodohospodársky spravodajca, č. 4., 11–12.

Pekár, J., Miklánek, P., Pekárová, P., (2001): Riečny model nelineárnej kaskády NLN-Danube pre Dunaj v úseku Ybbs – Nagymaros v prostredí MS EXCEL. AHS, roč. 2, č. 2, 130–137 s.

Svoboda, A., (1970): Niektoré praktické aspekty použitia matematických modelov v hydrológii. Vodohosp. Čas. XVIII, 3. 225–238.

Svoboda, A., (1993): Component No. J15.2.02 „Non-linear Cascade Hydrological Model NONLIN“. HOMS Reference Centre, WMO, Geneva.

Svoboda, A., Kunsch, I., Hajtášová, K., (1993): Water structure Gabčíkovo and the Danube flood regime. Sústava vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros zámery a skutočnosť. Zborník z medz. konferencie. Slovenský zväz stavebných inžinierov, Bratislava. 71–76.

Svoboda, A., Pekárová, P., Miklánek, P., (2000): Flood Hydrology of Danube between Devín and Nagymaros. SAS – SVH – NC IHP UNESCO, Bratislava, 98 s.

Szolgay J., (2003): Multilinear discrete cascade model for river flow routing and real time forecasting in river reaches with variable speed. Proceedings of the ESF LESC Exploratory Workshop held At Bologna, Italy. 14 s.

Autor

Veronika Mitková , Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, 831 02 Bratislava, mitkova@uh.savba.sk