ZHODNOTENIE VPLYVU ZDRŽE ČUNOVO NA PRIETOKOVÝ REŽIM V MOŠONSKOM RAMENE DUNAJA OD ROKU 1993 PO SÚČASNOSŤ

Marián Supek, Balázs Fekete

Mošonské rameno tvorí súčasť dunajskej ramennej sústavy a na maďarskom území ohraničuje malý Žitný ostrov. Rameno je zásobované vodou predovšetkým z Dunaja. Okrem toho je do neho na maďarskom území zaústených aj niekoľko pravostranných prítokov s malou vodnosťou a pravostranný priesakový kanál zdrže Čunovo. Pred vybudovaním VD Gabčíkovo sa poloha vtoku z Dunaja do Mošonského ramena ustálila v rkm 1854,3 až 1854,4. Naspäť do Dunaja rameno ústi v rkm 1794,0 pri obci Kližská Nemá.

Množstvo vody vtekajúce do Mošonského ramena vždy záviselo od hladiny vody v Dunaji. Počas povodní sa zmenšovalo regulačným objektom, ktorý bol vybudovaný na maďarskom území. V obdobiach, kedy sa v Dunaji vyskytovali malé prietoky, vtekalo málo vody aj do ramena.

V technickom riešení zdrže Čunovo podľa variantu C od uvedenia VD Gabčíkovo do prevádzky bolo treba zvládnuť aj rovnocenný spôsob zásobovania Mošonského ramena. Odberný objekt do Mošonského ramena tvorí malá vodná elektráreň s jalovým výpustom. Objekt umožňuje vypúšťať do Mošonského ramena prietok prekračujúci veľkosť 50 $m^3.s^{-1}$. Za ním je priepich vedúci vodu do pôvodného Mošonského ramena. Podľa Zmluvy o výstavbe a prevádzke SVD Gabčíkovo – Nagymaros sa mal do Mošonského ramena vypúšťať prietok $Q \approx 20\ m^3.s^{-1}$. V roku 1995 bolo s Maďarskom dohodnuté zvýšenie vypúšťaného množstva na $Q \approx 43\ m^3.s^{-1}$.

Cieľom príspevku je porovnanie skutočných prítokov do Mošonského ramena cez odberný objekt zo zdrže Čunovo a hypotetického priebehu prítoku vody do ramena bez zdrže Čunovo. V prípade nevybudovania vodného diela by vplyvom morfologického vývoja koryta Dunaja pravdepodobne dochádzalo k postupnému znižovaniu prítokov do ramena. Simulácia hypotetického priebehu prítoku vody do ramena bez zdrže Čunovo od roku 1993 naznačila pravdepodobnosť častejšieho výskytu aj dlhšie trvajúcich porúch v zásobovaní ramena vodou z Dunaja. Úlohu zdrže Čunovo pri vytváraní potrebného režimu prietoku v ramene sme hodnotili pomerom možností Dunaja bez zdrže ku skutočne vypusteným prietokom. Manipulácia podľa Dohody z roku 1995 ($Q \approx 43\ m^3.s^{-1}$) sa začala uplatňovať počas hydrologického roku 1996. Odvtedy až po súčasnosť bola priemerná hodnota tohto pomeru približne 0,50.

Z riešenia úlohy vyplynulo, že zdrž Čunovo poskytuje optimálne podmienky na vytváranie vhodného režimu prietokov v Mošonskom ramene, pretože umožňuje v ktoromkoľvek čase dodávku potrebného množstva vody. Bez zdrže Čunovo by sa v Mošonskom ramene Dunaja postupne zvyšovala frekvencia výskytu nepriaznivých prietokových situácií.

Kľúčové slová: Mošonské rameno, zdrž Čunovo, skutočný prietok, hypotetický priebeh prietoku, manipulácia, nepriaznivé prietokové situácie

---

PÔVODNÉ A SÚČASNÉ ZÁSOBOVANIE MOŠONSKÉHO RAMENA DUNAJA VODOU

Mošonské rameno tvorí súčasť dunajskej ramennej sústavy a na maďarskom území ohraničuje malý Žitný ostrov (Szigetköz). Úprava koryta Dunaja na strednú vodu podľa Lafranconiho koncepcie, ktorá bola dokončená pred Prvou svetovou vojnou, ustálila polohu vtoku do Mošonského ramena v rkm 1854,3 až 1854,4. Rameno vedie cez maďarské mestá Mosonmagyaróvár a Győr a naspäť do Dunaja ústi v rkm 1794,0 oproti obci Kližská Nemá na ľavom brehu Dunaja.

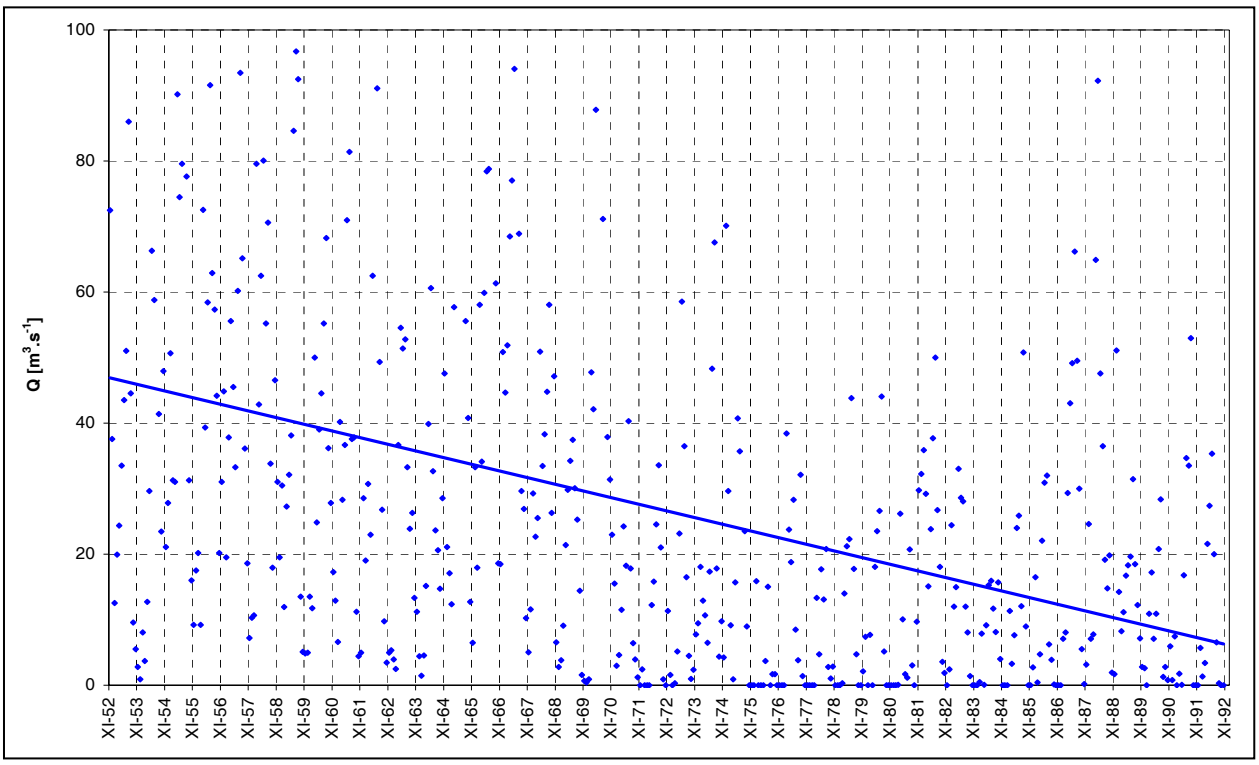
Dunaj je hlavným, ale nie jediným zdrojom vody prúdiacej v ramene. V súčasnosti je do ramena tesne za štátnou hranicou vyústený pravostranný priesakový kanál zdrže Čunovo. Pri obci Bezenye rameno prijíma vody pritekajúce z rakúskeho územia cez Wiesgraben (Leithakanal), ktorý je v Maďarsku evidovaný ako Rét–árok. Ďalším zdrojom vody je riečka Leitha, vtekajúca na územie Maďarska medzi obcami Nickelsdorf a Hegyeshalom, ktorá ústi do ramena v Mosonmagyaróvári. V Győri rameno priberá vody z prítokov Rábca a Rába. Žiadny z týchto prítokov nemá vodný režim porovnateľný s možnosťami Dunaja.

Množstvo vody vtekajúce do Mošonského ramena vždy záviselo od hladiny vody v Dunaji. Počas povodní sa zmenšovalo regulačným objektom, ktorý bol vybudovaný na maďarskom území. V obdobiach, kedy sa v Dunaji vyskytovali malé prietoky, vtekalo málo vody aj do ramena. V 50.

rokoch XX. storočia bolo koryto Dunaja až po rkm 1841 zväčša stabilné [1]. V dôsledku rozsiahlych zásahov pri úprave na malú vodu a morfologického vývoja koryta sa po začiatku 60. rokov na tomto úseku Dunaja začal prejavovať systematický pokles hladín v obdobiach výskytu malých a stredných prietokov. Tento trend sa nedarilo zastaviť ani podstatným sprísnením podmienok na bagrovacie práce v oblasti Bratislavy a poniže mesta, ktoré boli prijaté začiatkom 80. rokov. Vývoj hladín vody v Dunaji mal signifikantný priebeh smerom dolu, čo sa prejavovalo na postupnom zmenšovaní množstva vody vtekajúcej z koryta rieky do ramena.
Zásobovanie ramena vodou počas 40 hydrologických rokov 1953 – 1992 je znázornené na 1. obrázku, kde sú vynesené priemerné mesačné prietoky v Mošonskom ramene. V 1. tabuľke uvádzame priemerné ročné prietoky v Mošonskom ramene. Z obrázku a z tabuľky je vidieť zreteľný pokles prietokov najmä v posledných 20 rokoch a v tomto období aj častejšie nastávali situácie, kedy do ramena vôbec nepritekala voda z Dunaja.

Tab. 1 Priemerné ročné prietoky v Mošonskom ramene v hydrologických rokoch 1953 - 1992

Priemerný ročný prietok v Mošonskom ramene (1953 - 1992)							
Hydrologický rok	[$m^3.s^{-1}$]	Hydrologický rok	[$m^3.s^{-1}$]	Hydrologický rok	[$m^3.s^{-1}$]	Hydrologický rok	[$m^3.s^{-1}$]
1953	36.7	1963	25.7	1973	13.4	1983	13.7
1954	42.9	1964	21.5	1974	19.2	1984	7.4
1955	55.5	1965	81.4	1975	30.5	1985	12.0
1956	41.9	1966	62.8	1976	3.2	1986	10.0
1957	45.1	1967	55.2	1977	12.9	1987	24.0
1958	43.1	1968	32.8	1978	6.4	1988	28.3
1959	39.1	1969	18.0	1979	10.3	1989	17.5
1960	31.7	1970	53.6	1980	11.2	1990	8.8
1961	32.1	1971	14.2	1981	6.0	1991	12.8
1962	37.5	1972	9.2	1982	25.3	1992	10.1



Obr. 1 Trend priemerných mesačných prietokov v Mošonskom ramene (hydrologické roky 1952 – 1992)

V Spoločnom zmluvnom projekte Sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros bolo zásobovanie Mošonského ramena Dunaja riešené napájaním priamo zo zdrže Hrušov – Dunakiliti. Preto je v pravostrannej hrádzi zdrže na maďarskom území vybudovaný nápustný objekt. V technickom riešení zdrže Čunovo podľa variantu C od uvedenia VD Gabčíkovo do prevádzky bolo treba zvládnuť aj rovnocenný spôsob zásobovania Mošonského ramena. Súčasná hrádza zdrže sa pri Čunove odkláňa od pôvodnej trasy pravostrannej hrádze zdrže Hrušov – Dunakiliti a v takmer kolmom smere križuje inundované územie. Vo vzdialenosti 850 m od pôvodnej hrádze zdrže je na novej hrádzi vybudovaný objekt na zásobovanie Mošonského ramena vodou. Objekt je 145 m vpravo od hate v pravostrannej inundácii Dunaja. Odberný objekt do Mošonského ramena tvorí malá vodná elektráreň s jalovým výpustom, ktorý má dve potrubia DN 1400 mm s kapacitou $Q = 25{,}6\ m^3 \cdot s^{-1}$. V malej vodnej elektrárni sú inštalované dve turbíny. Objekt umožňuje vypúšťať do Mošonského ramena prietok prekračujúci veľkosť $Q \approx 50\ m^3 \cdot s^{-1}$. Za ním je priepich vedúci vodu do pôvodného Mošonského ramena, ktorý je na slovenskom území dlhý 390 m a jeho koryto je na dne široké 20 m. Približne po 1,5 km prichádza k nápustnému objektu v pôvodnej hrádzi zdrže Hrušov – Dunakiliti. Voda preteká cez hrádzu dvomi otvormi so štvorcovými prierezmi rozmerov 3,75 x 3,75 m, ktoré sú hradené stavidlami.
Aktuálna veľkosť prietoku vypúšťaného zo zdrže nezávisí len od manipulácie na objekte VD Čunovo, ale aj od hladiny vody, ktorá sa nastavuje objektom v pôvodnej hrádzi zdrže Hrušov – Dunakiliti. Na zmenu prietočnej kapacity v otvoroch objektu reaguje s nevýznamným časovým oneskorením poloha hladiny vody na hornom konci priepichu pod objektom na VD Čunovo, čo si vynucuje úpravu vypúšťaného prietoku vody. Maďarská strana takto má bezprostrednú možnosť ovplyvňovať prietoky vypúšťané zo zdrže do Mošonského ramena a túto možnosť aj permanentne využíva podľa svojich potrieb.

SKUTOČNÉ PRIETOKY V RAMENE V OBDOBÍ OD 1. APRÍLA 1993 DO 31. MÁJA 2005 A SIMULÁCIA PRÍTOKU VODY Z DUNAJA DO RAMENA BEZ ZDRŽE ČUNOVO

Podľa Zmluvy o výstavbe a prevádzke SVD Gabčíkovo – Nagymaros sa mal do Mošonského ramena vypúšťať prietok $Q \approx 20\ m^3 \cdot s^{-1}$. V roku 1995 bolo s Maďarskom dohodnuté zvýšenie vypúšťaného množstva na $Q \approx 43\ m^3 \cdot s^{-1}$. Skutočne vypustené množstvo vody do Mošonského ramena Dunaja cez odberný objekt na VD Čunovo sme vyhodnotili z údajov v záznamoch, ktoré eviduje vodohospodársky dispečing Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., OZ Bratislava. Aby sme dosiahli objektívne výsledky, začali sme až s hodnotením obdobia od 1. apríla 1993. V čase od prehradenia koryta Dunaja koncom októbra 1992 po tento termín ešte neboli príslušné objekty VD Čunovo v štandardnej prevádzke, lebo sa riešili otázky súvisiace s ich uvádzaním do prevádzky a s odstraňovaním povodňových škôd, ktoré spôsobila novembrová povodeň v roku 1992.
Ak by nebolo v roku 1992 uvedené do prevádzky VD Gabčíkovo, nezmenil by sa spôsob zásobovania Mošonského ramena vodou z Dunaja. Okrem povodňových stavov, kedy by voda zaplavovala pravostranné inundované územie, by do ramena vtekal len taký prietok, aký umožňovala kapacita jeho úseku od brehu rieky po objekt v hrádzi. Aktuálne prietoky vody v úseku Mošonského ramena za dunajskou hrádzou by ovplyvňovali tieto činitele:

1. Hladina vody v Dunaji v oblasti vtoku do ramena pri rkm 1854,3, ktorá by závisela od prietoku v rieke. Pritom možno predpokladať, že bez zdrže Čunovo by pri malých a stredných prietokoch aj naďalej pokračoval všeobecný trend poklesu hladín na tomto úseku.
2. Vtokový úsek ramena by sa mierne zanášal.
3. Počas povodní v Dunaji by sa prietok zmenšoval manipuláciou na objekte v hrádzi. Povodňové situácie si niekedy vynucujú zníženie prítoku aj z dôvodu vzdutia spôsobeného hladinou vody Dunaja v rkm 1794,0, ktoré zhoršuje odtokové podmienky v dolnom úseku ramena.

Na základe týchto predpokladov sa dal zostaviť vzťah medzi prietokom vody v Dunaji a prietokom vody, ktorá by vtekala do ramena. Z neho sme mohli zostaviť hypotetický rad prietokov vody v ramene bez zdrže Čunovo v období od 1. apríla 1993 do 31.mája 2005. Simulovaná postupnosť prietokov môže mať dobrú výpovednú hodnotu okrem období priebehu povodní, kedy by voda prúdila v pravostrannej inundácii a na objekte v pôvodnej hrádzi zdrže Hrušov – Dunakiliti by sa cielene manipulovalo.

Prehľad o skutočne vypúšťaných prietokoch cez objekt VD Čunovo do Mošonského ramena a simuláciou vypočítaných prietokoch poskytuje 2. tabuľka. V tabuľke uvádzame pre každý hydrologický rok aj mesiac, v ktorom sa vyskytol najmenší priemerný mesačný prietok v Mošonskom ramene. Logicky sa nezhodujú mesiace výskytu skutočne vypúšťaných a vypočítaných najmenších priemerných mesačných prietokov v ramene, lebo množstvo vody vypúšťané do ramena cez VD Čunovo nezávisí od prietoku v toku, ale iba od manipulácie na objektoch. Vzdutie hladiny vždy umožnilo reguláciu prietoku podľa očakávaných potrieb na maďarskom území a tie je zdrž Čunovo schopná nepretržite zabezpečovať. Na 2. obrázku uvádzame priebeh a trendy skutočne vypúšťaných a vypočítaných priemerných mesačných prietokov v Mošonskom ramene. Výsledky potvrdili pokračovanie trendu z obdobia rokov 1953 – 1992 (Obr. 1) a postupné zhoršovanie prietokových pomerov medzi ramenom a Dunajom.

Tab. 2 Skutočné a simuláciou vypočítané vypúšťané prietoky do Mošonského ramena v období 04/1993 – 05/2005

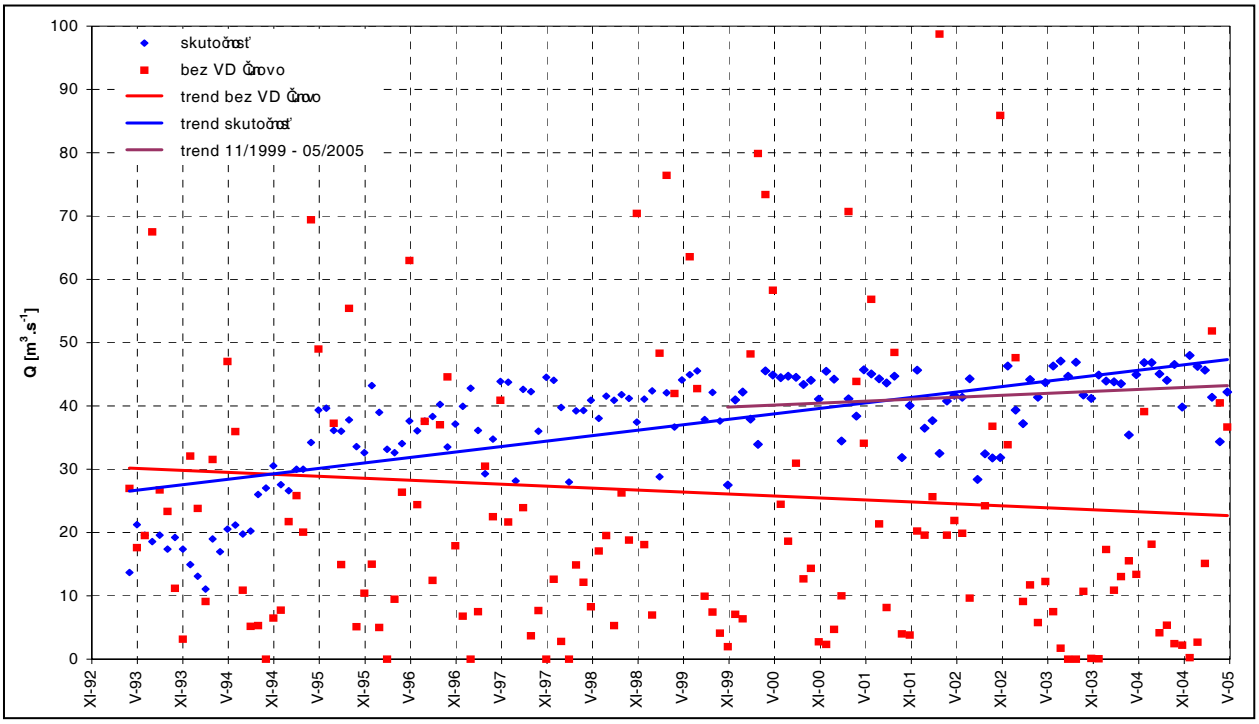
Hydrologický rok	Priemerný ročný prietok [$m^3.s^{-1}$]		Najmenší priemerný mesačný prietok [$m^3.s^{-1}$]			
	Skutočnosť	Bez VD Čunovo	Skutočnosť		Bez VD Čunovo	
1993 (od apríla)	18.5	27.6	13.7	IV.	11.2	X.
1994	18.9	24.1	11.1	II.	2.2	X.
1995	33.6	36.5	26.6	I.	5.1	X.
1996	36.5	24.0	32.6	XI.	1.4	II.
1997	38.1	28.7	28.2	VII.	1.2	I.
1998	40.0	11.7	28.0	II.	0.8	III.
1999	40.1	44.3	28.8	II.	5.4	X.
2000	41.2	31.3	27.5	XI.	2.0	XI.
2001	41.7	25.6	31.8	X.	2.3	XII.
2002	37.7	37.2	28.4	VIII.	3.8	XI.
2003	42.6	19.0	31.9	XI.	0.6	VIII.
2004	44.0	11.6	35.4	IV.	0.1	XI.
2005 (do mája)	42.5	21.4	34.3	IV.	0.2	XII.

V 3. tabuľke je prehľad o počtoch dní, počas ktorých by do ramena pritekali prietoky v intervaloch hodnôt uvedených v hlavičke tabuľky. Z tabuľky je jednoznačne zrejmý nárast počtu dní, kedy by z Dunaja do ramena vôbec nepritekala voda ($Q = 0\ m^3.s^{-1}$) a kedy by bol prítok veľmi malý z hľadiska funkcií, ktoré plní rameno na území Maďarska ($Q \leq 20\ m^3.s^{-1}$).

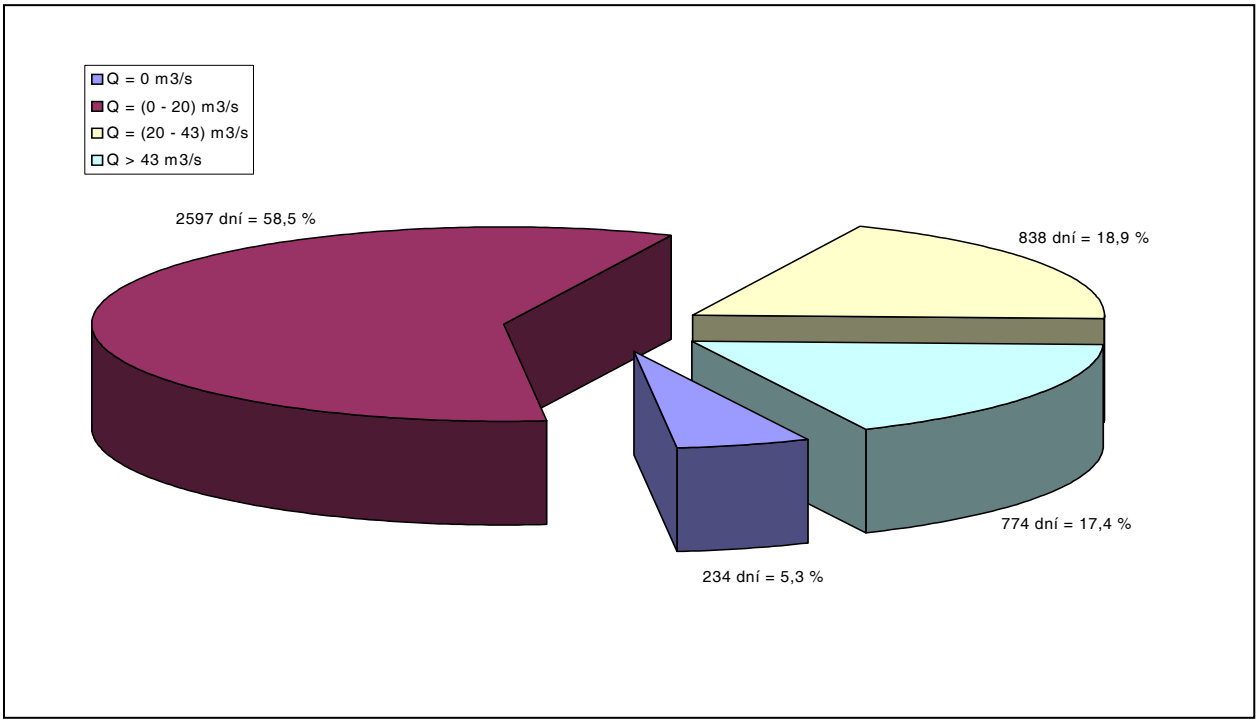
Tab. 3 Počty dní s výskytom simuláciou vypočítaných prietokov (bez zdrže Čunovo) v Mošonskom ramene vo zvolených intervaloch

Hydrologický rok	$Q = 0\ m^3.s^{-1}$	$Q = (0 - 20)\ m^3.s^{-1}$	$Q = (20 - 43)\ m^3.s^{-1}$	$Q > 43\ m^3.s^{-1}$
1993 (od apríla)	0	120	62	32
1994	5	225	76	59
1995	7	175	76	107
1996	4	223	86	53
1997	8	221	84	52
1998	14	304	27	20
1999	1	168	66	130
2000	3	186	88	89
2001	1	220	72	72
2002	3	214	88	60
2003	56	232	31	46
2004	79	221	46	19
2005 (do mája)	53	88	36	35

Na 3. obrázku je prehľadne zobrazené rozdelenie vypočítaných prietokov podľa zvolených intervalov za obdobie od 1.4.1993 po 31.5.2005. Z obrázku vyplýva, že počas viac ako 60 % dní tohoto obdobia by do ramena pritekal prietok menší ako $20\ m^3.s^{-1}$.



Obr. 2 Trend priemerných mesačných prietokov v Mošonskom ramene (obdobie 04/1993 – 05/2005)

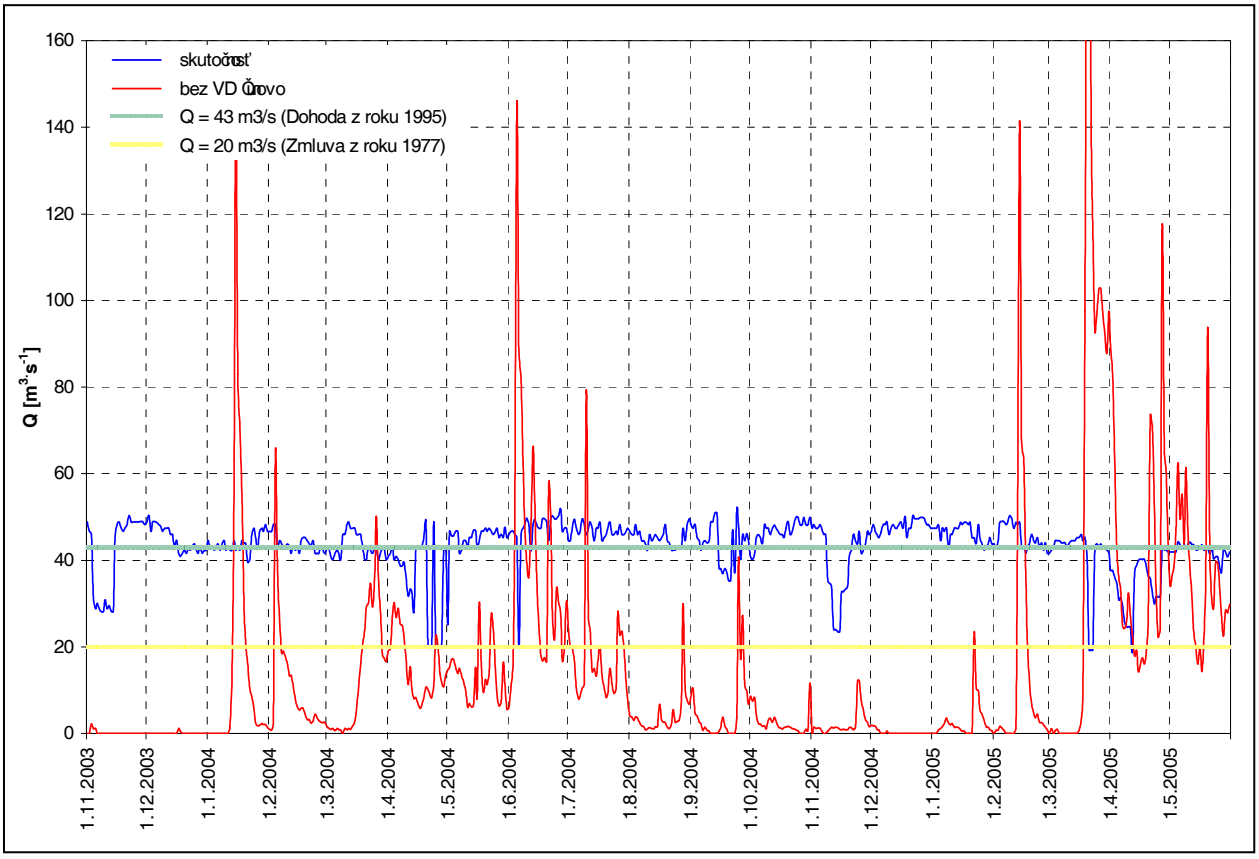


Obr. 3 Predpokladané rozdelenie prietokov v Mošonskom ramene v období od 1.4.1993 do 31.5.2005 bez VD Čunovo

Vodohospodársky významným ukazovateľom je aj celkový objem vody, ktorý pretiekol profilom vtoku Mošonského ramena. Vo 4. tabuľke uvádzame skutočne pretečené a simuláciou vypočítané objemy vody pre jednotlivé hydrologické roky. Z tabuľky vyplýva, že počas obdobia uplatňovania prietokového režimu podľa Dohody z roku 1995, okrem hydrologického roku 1999, do ramena vtieklo väčšie množstvo vody ako by dokázal zabezpečiť Dunaj bez VD Čunovo.

Tab. 4 Skutočný a simuláciou vypočítaný objem vody odvedený do Mošonského ramena (obdobie 04/1993 – 05/2005)

Hydrologický rok	Mošonské rameno - objem vody [mil. m^3]		
	Skutočnosť	Bez VD Čunovo	Rozdiel
1993 (od apríla)	341.71	510.61	-168.90
1994	599.83	760.37	-160.54
1995	1066.61	1149.62	-83.01
1996	1146.18	759.15	**387.03**
1997	1200.29	904.76	**295.54**
1998	1261.71	368.94	**892.77**
1999	1266.08	1398.07	-131.99
2000	1303.05	989.60	**313.45**
2001	1315.70	807.31	**508.39**
2002	1190.23	1172.09	**18.14**
2003	1343.71	599.43	**744.28**
2004	1390.09	365.99	**1024.10**
2005 (do mája)	778.80	392.04	**386.76**



Obr. 4 Skutočné prietoky v Mošonskom ramene a simulované prietoky bez VD Čunovo (obdobie 11/2003 – 05/2005)

VÝZNAM ZDRŽE ČUNOVO PRE ZÁSOBOVANIE MOŠONSKÉHO RAMENA VODOU

Úlohu zdrže Čunovo pri vytváraní potrebného režimu prietoku v ramene sme hodnotili pomerom možností Dunaja bez zdrže ku skutočne vypusteným prietokom, ktoré pravdepodobne zodpovedali potrebám. Manipulácia podľa Dohody z roku 1995 ($Q \approx 43\ m^3 \cdot s^{-1}$) sa začala uplatňovať počas hydrologického roku 1996. Odvtedy až do mája roku 2005 bola priemerná hodnota tohto pomeru 0,50. To znamená, že Dunaj by mohol v priemere iba na 50 % pokryť požiadavky na prietok vody v ramene.

V jednotlivých hydrologických rokoch by sa priemerná hodnota tohto pomeru pohybovala v rozpätí od 0,29 po 0,67.
Simulácia hypotetického priebehu prítoku vody do ramena bez zdrže Čunovo v období hydrologických rokov 1993 – 2005 naznačila pravdepodobnosť častejšieho výskytu aj dlhšie trvajúcich porúch v zásobovaní ramena vodou z Dunaja. Na 4. obrázku uvádzame priebeh skutočných a simuláciou vypočítaných prietokov v Mošonskom ramene od začiatku hydrologického roka 2004 po máj 2005. Z obrázka sa dajú určiť dlhšie trvajúce poruchy v zásobovaní ramena vodou - od novembra 2003 do polovice januára 2004, od februára do konca apríla 2004 a od polovice júla 2004 do polovice februára 2005. Celkovo by sa po roku 1992 podobných významných porúch vyskytlo viacero.
Zdrž Čunovo poskytuje optimálne podmienky na vytváranie vhodného režimu prietokov v Mošonskom ramene , pretože umožňuje v ktoromkoľvek čase dodávku potrebného množstva vody. Bez zdrže Čunovo by sa v Mošonskom ramene Dunaja postupne zvyšovala frekvencia výskytu nepriaznivých prietokových situácií so všetkými negatívnymi dôsledkami na životné i na prírodné prostredie.

Literatúra

[1] Szolgay, J. (1962): Úprava československého úseku Dunaja vzhľadom na hydrologický výskum splavenín a plavenín. Práce a štúdie 21. VÚVH. Bratislava.

Autori

Ing. Marián Supek, SVP, š. p., OZ Bratislava, Karloveská 2, 842 17 Bratislava, marian.supek@svp.sk
Ing. Balázs Fekete, SVP, š. p., OZ Bratislava, Karloveská 2, 842 17 Bratislava, balazs.fekete@svp.sk