

VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA

Nábr. arm. gen. L. Svobodu č. 5, 812 49 Bratislava 1



Riešiteľ:

Ing. Jozef Benický

Názov úlohy:

VS Veľká Domaša: II. – plnenie základných funkcií nádrže pri zmene nadlepšenia Qz

Interné číslo úlohy:

3213



Bratislava , október 2013

Generálny riaditeľ ústavu:

Riaditeľ odboru:

Vedúci oddelenia:

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.

Ing. Dušan Abaffy, PhD.

Ing. Katarína Holubová, PhD.

Ing. Jozef Benický

VS Veľká Domaša: II. – plnenie základných funkcií nádrže pri zmene nadlepšenia Q_z

1. ÚVOD

V rokoch 2003-2004 a 2011-2012 došlo pomerne krátko za sebou ku kritickému poklesu hladiny v nádrži vodného diela Veľká Domaša, prakticky takmer k úplnému vyčerpaniu zásobného objemu. To podnietilo eminentný záujem verejnosti, najmä obyvateľov obcí v okolí nádrže a prevádzkovateľov rekreačných zariadení na jej pobreží, o činnosť vodného diela a jeho správcu, ktorý vyústil až do spísania petície na NR SR. Predmetom petície je najmä požiadavka na zmenu účelu využitia vodného diela.

Nakoľko počas doterajšej prevádzky dochádzalo a priebežne dochádza k zmenám v plnení jednotlivých pôvodných funkcií nádrže (zrušenie požiadavky na zabezpečenie závlahovej vody a zníženie požiadaviek na povrchové odbery priemyselnej vody), pristúpil správca nádrže z dôvodu optimalizácie prevádzky vodnej stavby k návrhu zmien manipulácie.

V uvedenej súvislosti správcu vodného diela, t.j. Slovenský vodohospodársky podnik, š.p. (ďalej len SVP) vypísal výberové konanie na komplexné preskúmanie problematiky a návrh opatrení na jej riešenie. Na základe výsledkov výberového konania bolo riešenie úlohy objednané vo Výskumnom ústave vodného hospodárstva (ďalej VÚVH), pričom vzhľadom na rozsah problematiky a jej multidisciplinárnu zložitosť bol projekt rozdelený do troch etáp:

1. Analýza hydrologického režimu prevádzky vodnej nádrže
2. Plnenie základných funkcií nádrže pri zmene Q_{zab}
3. Návrh alternatívy zmeny manipulácie

Predložená záverečná správa sa vzťahuje na 2. etapu – plnenie základných funkcií nádrže pri zmene úrovne nadlepšovania, t.j. zaručeného odtoku Q_z . Hlavným cieľom tejto etapy je zistiť možné zmeny (dopady) na plnenie primárnych funkcií VD Veľká Domaša, ktorými sú:

- nadlepšovanie prítokov Ondavy pod priehradou pre potreby zásobovania vodou
- využitie hydroenergetického potenciálu (HEP) podpriehradovou VE
- protipovodňová ochrana VD a spádovej oblasti Ondavy pod priehradou.

V I. etape riešenia sme sa zaoberali rozborom odtokových pomerov v povodí Ondavy a ich zmien – ako prirodzených, tak aj tzv. antropických a to ako priamych (odbery vody v povodí), tak aj nepriamych (dôsledky tzv. klimatickej zmeny). Toto riešenie sa zameriavalo najmä na dôsledky zistených zmien odtokových pomerov vo vzťahu k celkovému objemovému režimu nádrže a na identifikáciu možných príčin extrémneho vyčerpania nádrže od roku 2002.

V rámci riešenia I. etapy bol spracovaný aj rozbor doterajšej prevádzky nádrže s určením celkových prítokov, nakoľko tieto sa priamo nemerajú a najbližší pozorovací profil staničnej siete SHMÚ nie je na tento účel dostatočne reprezentatívny – z hydrologického hľadiska je totiž nadmerne vzdialený od priehradového profilu. Pomer plôch povodí je 1,43 a pomer prítokov 1,285 - z čoho vyplýva možná odchýlka odvodenia prítoku rádovo $\pm 20\%$, ktorá v konečnom dôsledku na objemový režim predstavuje odchýlku zhruba $\pm 50 \text{ mil. m}^3$ ročne.

Osobitný dôraz sa počas riešenia kládol na analýzu odtokových pomerov počas tzv. kritických málovodných období, t.j. výskytu období s deficitom prítoku voči požadovanému nadlepšeniu (odtoku) a identifikáciu možných príčin týchto úkazov.

Z výsledkov rozboru odtokových pomerov a analýzy trendov prítoku do nádrže vyplýva, že prítok do nádrže v 10-ročí 2001-2010 klesol o $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ oproti dlhodobému normálu, t.j. z hodnoty $7,50 \text{ m}^3/\text{s}$ (1971-2010) na hodnotu $7,20 \text{ m}^3/\text{s}$, pričom aj táto je značne „vylepšená“ rekordne vodným rokom 2010. V rokoch 2002-2003 a 2011-2012 boli priemerné ročné prítoky do nádrže menej ako $4,80 \text{ m}^3/\text{s}$, teda menej ako súčasná úroveň nadlepšenia.

Možných príčin uvedených zmien je viacero, pričom jednotlivo nepredstavujú zásadný problém z hľadiska prevádzky nádrže, ale v celkovom kontexte vzájomnej súčinnosti už áno:

- pokles prirodzenej výdatnosti Ondavy, podmienený najmä zvýšením teplôt ovzdušia a tým aj územného výparu v tzv. vertikálnej vodnej bilancii (o 10 až 12 % oproti normálu)
- s tým súvisiace vyčerpávanie zásob podzemných vôd, ktoré sú vzhľadom na geológiu vonkajšieho flyšového pásma už aj tak veľmi nízke
- zvýšenie rozptýlených komunálnych odberov vody v povodí v rámci tzv. všeobecného užívania vôd (v zmysle zákona legálne, ale často aj zneužívané) – tieto navyšiac výrazne narastajú práve v obdobiach výrazného deficitu prirodzenej vodnosti (reverzná úmera), čím ešte viac prehlbujú problém s dopĺňovaním zásob v nádrži
- zvýšenie výparu z nádrže samotnej - o 10 až 12 % nominálne, ale pri nízkych hladinách vody v nádrži menej (prirodzená kompenzácia).

Okrem uvedených prirodzených príčin a antropických efektov sa na zvýšenom vyčerpávaní nádrže podieľajú dosť podstatne aj niektoré technické problémy s udržiavaním zaručeného odtoku z vyrovnávacej nádrže cez hať Malá Domaša. Touto problematikou sa podrobnejšie zaoberá samostatný článok ďalej v predloženej správe.

Pôvodne sa pri uzatváraní dohody o riešení predmetnej štúdie medzi SVP a VÚVH, resp. v zadanej špecifikácii prác a predmetu riešenia predpokladalo, že súčasná úroveň nadlepšenia je neudržateľne vysoká a bude nutné ju znížiť. Z toho vyplynula požiadavka na variantný rozbor možného (udržateľného) nadlepšenia a následne aj rozbor jeho možných dôsledkov na plnenie primárnych (hlavných) funkcií nádrže a vodného diela ako celku.

Predbežný rozbor doterajšej prevádzky nádrže však ukázal, že problém je komplexnejší, ale jeho hlavnou príčinou nie je samotné nadlepšenie a že jeho úroveň nie je v skutočnosti taká neudržateľne vysoká, ako sa to javilo „ad-hoc“ po rokoch 2011-2012.

Z toho vyplynula určitá modifikácia špecifikácie prác, na ktorú sme si pred uzavretím dohody vyhradili právo. Pôvodná špecifikácia prác napr. stanovovala minimálne 3 varianty uvažovaného nadlepšenia vo VH-bilancii nádrže. To sme aj dodržali, ale ako tretí variant sme zaviedli analýzu skutočného stavu v kritických málovodných obdobiach – ukázalo sa totiž, že skutočný odtok z nádrže bol často o 10 až 15 % vyšší, ako proklamovaná nominálna hodnota $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$. To bolo podmienené čiastočne tzv. vynútenými manipuláciami (nevyužitelný prítok) a čiastočne aj vyššie uvedenými technickými aspektami manipulácie na hati Malá Domaša. Výsledkom riešenia tohto variantu je osobitná kapitola v predloženej správe, ktorá prezentuje poznatky, skúsenosti a poučenie z kritického vývoja hladín v rokoch 2010-2013.

Rozbor odtokových pomerov a činnosti nádrže v I. etape riešenia ukázal, že pri dôslednom dlhodobom dodržiavaní odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$ by hladina v nádrži ani v kritických rokoch 2011 a 2012 neklesla tak hlboko a tak rýchlo, ako v skutočnosti. Podrobnejší rozbor s príslušnou dokumentáciou je uvedený v tejto správe. Preto tiež netreba a-priori uvažovať o výraznejšom znížení nadlepšenia, hoci niektoré menšie úpravy nevyklúčujeme. Preto sme ako druhý variant spracovali riešenie VH-bilancie a hladinového režimu pri nadlepšení $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Pri tomto variante sa dosiahne určité zlepšenie hladinového režimu (zvýšenie minimálnych hladín cca o 1 m ročne), ale táto úprava ešte nemá významnejší vplyv na plnenie hlavných funkcií VD.

Osobitná pozornosť bola venovaná najmä ochrannej (retenčnej) funkcii nádrže, ktorá sa ukazuje už v súčasných prevádzkových podmienkach ako nedostatočná, pričom vzhľadom na zistené zmeny v odtokových a klimatických pomeroch povodia možno predpokladať, že sa bude naďalej permanentne oslabovať.

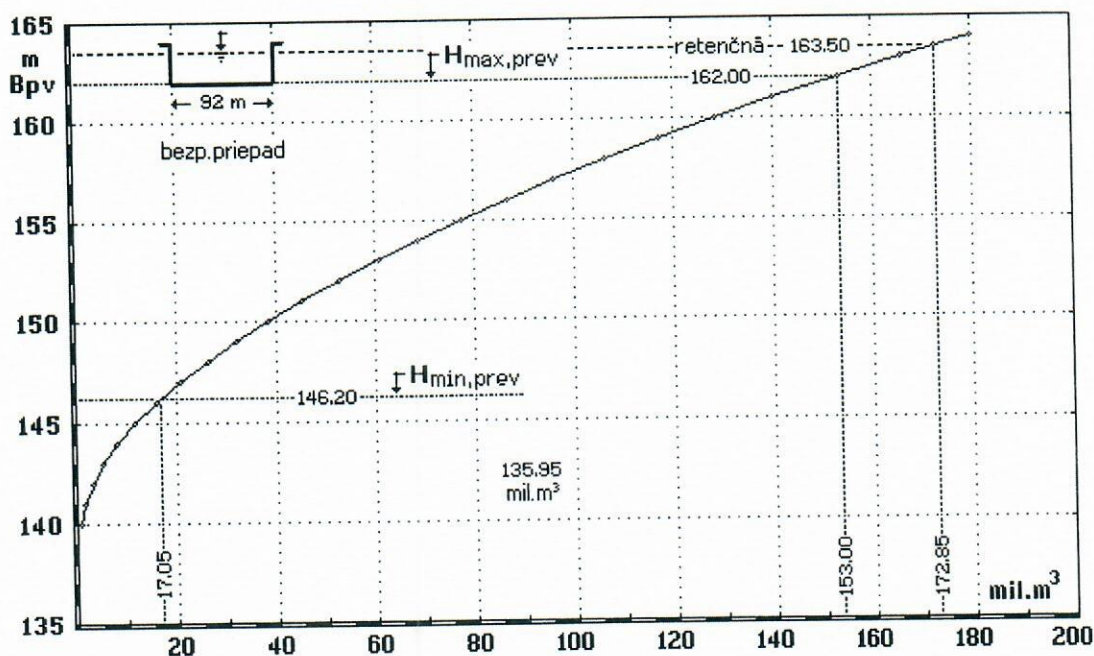
2. KAPACITNÉ MOŽNOSTI A DOTERAJŠIA PREVÁDZKA NÁDRŽE

Ondava nad nádržou Veľká Domaša je typickým tokom vonkajšieho flyšového pásma, pre ktoré je príznačná predovšetkým extrémna entropia odtokového režimu s prudkými zmenami a veľkým rozsahom kolísania prietokov. Stručne a výstižne možno konštatovať, že na Ondave sa len zriedka vyskytujú obdobia ustálených prietokov v strednom tercile rozpätia – buď je tu sucho, alebo veľké vody. Po dažďoch prietoky prudko stúpajú nad 5-násobok normálových hodnôt a po ich prechode za niekoľko dní klesajú pod 33 % normálu, čo je dané nízkou prirodzenou retenčnou kapacitou flyšového územia. K tomu významne prispieva aj vejárovitá morfológia riečnej siete povodia, podmieňujúca vysokú koncentráciu odtoku (príloha 1).

Extrémne kolísanie prietokov však nie je len krátkodobé, resp. sezónne, ale aj dlhodobé. To je tiež hlavný dôvod existencie nádrže Veľká Domaša, ktorá bola vytvorená práve preto, aby technologicky suplovala nízku prirodzenú regulačnú schopnosť povodia a umožnila tak aj viacročné prerozdeľovanie vodných zásob na ich lepšie hospodárske a komunálne využitie. Uvedená extremalita prietokov sa však zákonite prenáša aj do objemového, resp. hladinového režimu nádrže a vyúsťuje aj v antagonizme požiadaviek na jej spoločenské využitie – čím nižšie sú prietoky Ondavy, tým náročnejšie a rozpornejšie sú požiadavky na využitie zásob vody v nádrži.

2.1 Kapacita nádrže

Vodné dielo Veľká Domaša bolo uvedené do prevádzky v roku 1967. Nádrž má celkovú kapacitu (vrátane retenčného priestoru po kótu 163,50 m n.m. Bpv) 172,85 mil.m³, z čoho 19,15 mil.m³ predstavuje retenčný priestor nad kótou 162,00 m Bpv a 17,05 mil.m³ tvorí stály neovládateľný priestor pod kótou 146,20 m Bpv. Zásobný priestor má objem 135,95 mil.m³. Uvedené hodnoty zodpovedajú posledným meraniam VÚVH z roku 2009.



Obr.1 – čiara objemov nádrže Veľká Domaša

Pozn. k údajom v grafe na obr.2.1: v starších MP sa uvádzajú vyššie hodnoty objemov zo zamerania v roku 1992. Príslušné zníženie objemov nádrže je dôsledkom permanentného zanášania. Ďalej treba upozorniť, že v niektorých materiáloch sa uvádza objem retenčného priestoru po kótu 163,60 m Bpv, ktorý je väčší ešte o vrstvu 10 cm. Fakticky ale nádrž nemá (a nemôže mať) pevne stanovenú kótu horného okraja retenčného priestoru, nakoľko bezpečnostný prípad nie je ovládateľný a hladina stúpa v závislosti od veľkosti a dynamiky povodňovej vlny dovtedy, kým sa odtok nevyrovná prítoku. To je pre každú vlnu iné a ani 100-ročná povodňová vlna nemusí vždy kulminovať pri rovnakej exaktnej hladine – aj fixná virtuálna návrhová vlna pre vtok do nádrže sa ešte bude difúzne transformovať pri prechode 16 km dlhou nádržou. Preto možno len zhruba predpokladať, že bude kulminovať kdesi medzi 163,50 a 163,60 m Bpv.

Pri maximálnej prevádzkovej hladine na kóte 162,00 m Bpv má nádrž zatopenú plochu 13,0 km², čo je zvlášť dôležité z hľadiska celkového množstva výparu, nakoľko toto je závislé aj od veľkosti plochy, z ktorej sa výpar uskutočňuje. Pri hladine na kóte 160,50 (optimálna) sú plocha aj výpar už o 10 % menšie a pri hladine na kóte 154,00 m Bpv je zatopená plocha už len 8,5 km² – to sa síce prejavuje negatívne z hľadiska rekreačného využitia nádrže, ale na druhej strane pozitívne v tom, že výpar je nižší o 35 %.

Na lepšie priblíženie hodnôt, aké môže výpar z nádrže dosahovať, sú v nasledujúcej tab.1 uvedené jednak číselné hodnoty výparu pri rôznych teplotách vzduchu a následne aj ich objemové a prietokové ekvivalenty v podmienkach nádrže Veľká Domaša.

Tab.1

teplota	3	6	9	12	15	18	21	24	°C
výpar	0,854	1,167	1,595	2,180	2,978	4,070	5,562	7,600	mm/deň
objem	11,10	15,17	20,74	28,34	38,71	52,91	72,31	98,80	tis.m ³
Q-eqv	0,128	0,176	0,240	0,328	0,448	0,612	0,837	1,144	m ³ /s

V tab.1 sa teplotou rozumie priemerná mesačná teplota, objem je vzťahnutý na maximálnu prev. hladinu v nádrži 162,00 m Bpv, resp. na plochu hladiny 13,0 km² a Q-eqv vyjadruje prepočet príslušného objemu na prietokový ekvivalent. To znamená, ako keby bol o hodnotu výparu zvýšený odtok z nádrže. Uvedené hodnoty sú vypočítané podľa Šermera – podrobnosti sú uvedené v čl. 2.5 správy k I.etape riešenia. Príslušné hodnoty výparu sú prakticky zväčša kompenzované zrážkami, ak nie úplne, tak aspoň na 50 % - ale ak nezaprší, môže to vyčerpať nádrž až o 1,5 mil.m³ za mesiac. Z výsledkov priamej bilancie nádrže vyplýva, že počas mimoriadne teplých a veterných období môže výpar dosahovať hodnoty Q-eqv aj nad 2 m³/s.

Hodnotou akumuláčného súčiniteľa $\beta = 0,58$, (pomer objemu nádrže k objemu ročného prítoku) je relatívne najmohutnejšou nádržou na Slovensku. Nemožno však povedať, že táto mohutnosť je jednoznačne prednosťou. Nádrž síce disponuje relatívne veľkým objemom a aj značnou vytrvalosťou subvenčného režimu nadlepšovania s viacročným cyklom vyrovnávania prietokov, ale ak sa príliš vyčerpá, len veľmi ťažko a pomaly sa znova doplňuje. Navyše sa nachádza vo flyšovom prostredí s mimoriadne veľkou variabilitou odtoku, takže vzhľadom k typickým objemom povodňových vln je jej retenčná charakteristika β_r len priemerná.

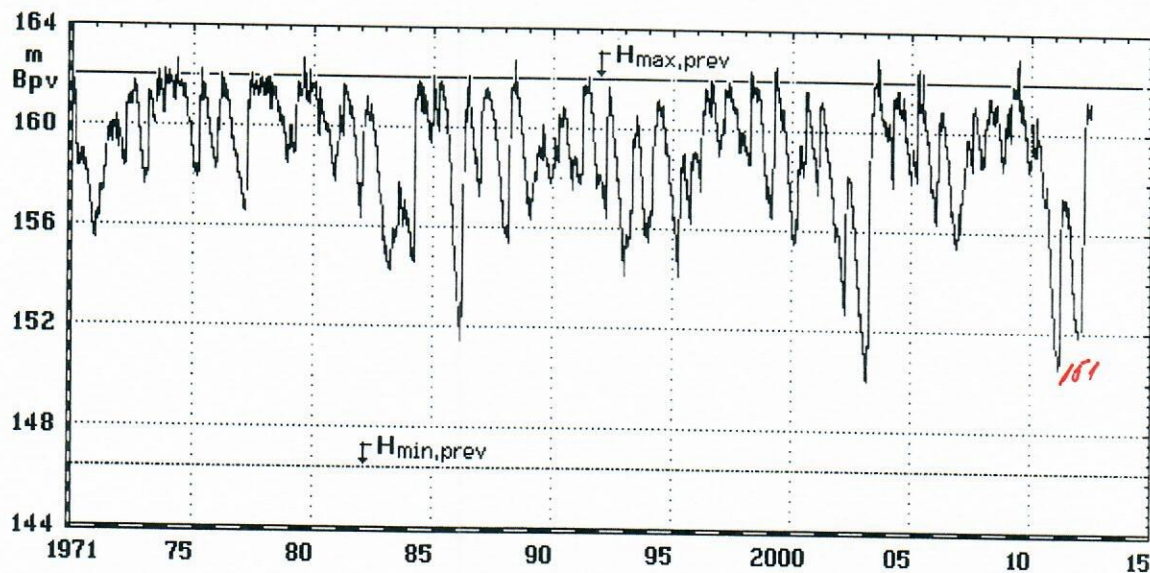
Prirodzeným nedostatkom nádrže je jej morfológia – najmä dĺžka a nízky pozdĺžny sklon terénu. To spôsobuje, že pri poklese hladiny sa zátopa znižuje prevažne jednostranne od horného konca vzdutia, čím vznikajú v hornej oblasti rozsiahle zabahnené priestory.

Nádrž bola pôvodne navrhnutá na nadlepšovanie prietokov Ondavy na hodnotu 5,85 m³/s, čo sa však po roku 1985 javí jednoznačne ako značne nadhodnotenú, ako už bolo vysvetlené v predchádzajúcej časti správy. Po extrémnom vyčerpaní nádrže v rokoch 2003-2004 bolo nadlepšenie zrevidované a v súčasnosti sa odtok vyrovnáva na hodnotu 4,9 m³/s.

2.2 Vývoj hladín v nádrži Veľká Domaša od jej uvedenia do prevádzky

Na analýzu hladinového režimu nádrže boli použité úplné súvislé rady denných (ranných) vodných stavov v nádrži v období 1976-2012, ktoré poskytol SVP – OZ Košice. Okrem toho boli k dispozícii ešte doplnkové údaje z rokov 1967-1975 o minimálnych a maximálnych vodných stavoch v jednotlivých mesiacoch. Parametre nádrže a vypúšťacích zariadení boli abstrahované z manipulačného poriadku (ďalej MP) a doplnené vlastnými meraniami čiary objemov z roku 2009.

Orientačný prehľad vývoja hladín v nádrži od roku 1971 prezentuje graf na obr. 2.2.



Obr. 2.2 – prehľad vývoja hladín v nádrži Veľká Domaša v rokoch 1971-2013

Z grafu na obr. 2.2 je zrejmé, že aj pred rokom 2000 dochádzalo pomerne často k poklesu hladín až na úroveň 154,00 m Bpv, čo možno považovať za vcelku normálne a očakávateľné v zmysle pôvodného investičného zámeru. Dokonca v rokoch 1986-1987 vznikol deficit porovnateľný so súčasnými extrémnymi situáciami. Výnimkou sú len 70-te roky na počiatku prevádzky, ktoré sa vyznačovali naopak nadmernou vodnosťou a tým aj vysokými hladinami.

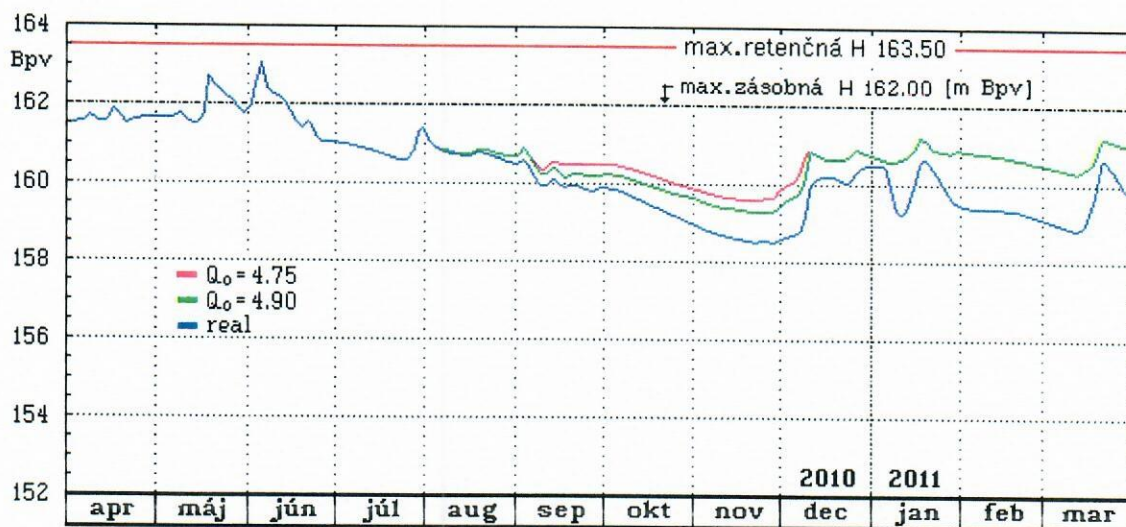
Nádrž bola pôvodne koncipovaná na viacročné vyrovnanie odtoku, rádovo až na 3-ročný cyklus prevádzky a tento zámer aj naplňuje. Osobitne treba tiež zdôrazniť, že ani v kritických obdobiach 1986-1987, 2002-2004 a 2011-2013 nádrž nebola vyprázdnená až na minimálnu prevádzkovú úroveň, ale len na 80 %. Zdanlivú „hrozivosť“ týchto situácií navodzuje len jej nevýhodná morfológia, ktorá pri väčšom poklese hladiny spôsobuje problémy estetického a čiastočne aj ekologického charakteru. S tým sa ale nedá nič robiť a treba realisticky počítať s tým, že aj pri nižšom nadlepení bude v priemere raz za tri roky poloprázdna. Taktiež sa treba zmieriť s tým, že nádrž bola a je určená na plnenie vyšších spoločenských potrieb.

Možno namietat, že hladina 151,00 m Bpv v roku 2012 bola udržaná len vďaka tomu, že v kritickej fáze sa zaviedol úsporný režim s priškrtením odtoku až na 2,50 m³/s – ale to nie je celkom pravda. V nasledujúcom článku ukážeme, že keby sa dôsledne dodržiaval odtok 4,90 m³/s od jari 2011, ani pri plnom zaručenom odtoku by hladina neklesla pod 152,80 m Bpv. Pritom tiež vysvetlíme, prečo sa to stalo a uvedieme, ako možno tento technický problém pomerne jednoducho riešiť.

2.3 Poznatzky a poučenie z kritického vývoja hladín v rokoch 2010-2013

Ak máme charakterizovať problematiku hladinového režimu nádrže Veľká Domaša počas málovodných období, bude najvhodnejšie namiesto teoretického meditovania opísať skutočný vývoj situácie a na konkrétnych príkladoch demonštrovať a objasniť, prečo to bolo práve tak ako bolo, kde sa stala chyba a ako dosiahnuť, aby sa to neopakovalo.

Celý „problém“, aspoň zo psychologického a mediálneho hľadiska, začal paradoxne ešte pred privalom jarých vôd v roku 2010. Už po predchádzajúcich málovodných obdobiach v rokoch 2002-2004 a čiastočne aj 2007 a 2009 sa totiž neustále vyvíjal mediálny a politický tlak na prevádzku VD v tom zmysle, že treba udržiavať maximálne hladiny, najmä z dôvodu rekreačného využitia nádrže. Situáciu hladinového režimu v roku 2010 ilustruje obr. 2.3.



Obr. 2.3 – vývoj hladín v nádrži Veľká Domaša v roku 2010

Ako nasvedčujú údaje z grafu, po prvej fáze jarých vôd v marci 2010 prevádzka ustúpila mediálnemu tlaku a nechala nádrž naplniť až na kótu 161,50 m Bpv – napriek tomu, že stále ešte hrozilo akútne riziko výskytu povodní, nakoľko povodie bolo ešte presýtené a blížilo sa obdobie tzv. letného európskeho monzúnu (známe v ľudových pranostikách ako Medardova kvapka). Treba tiež priznať, že aj ja som čiastočne podľahol týmto tlakom počas riešenia štúdie možností rekreačného využitia nádrže v roku 2009 [Hucko a kol. 2010], v ktorej som hodnotu 161,50 m Bpv prevádzke SVP odporučal – ale ako maximum, s prihliadnutím na uspokojenie požiadavky udržania hladiny na kóte 160,00 m Bpv v letnom rekreačnom období. Povodne v roku 2010, ako aj dôkladný rozbor povodňového režimu Ondavy, uvedený ďalej v kapitole 3 predkladanej správy, však jednoznačne preukázali, že táto hladina je z hľadiska protipovodňovej ochrany a retenčného účinku nádrže privysoká.

Optimálna úroveň vyčkávacej hladiny je v takýchto situáciách 160,50 m Bpv, teda o meter nižšie, čím sa vytvorí doplnková rezerva retenčného priestoru 18,8 mil.m³ v rámci zásobného priestoru. To síce MP exaktne nestanovuje, ale je to kritérium optimálnej stratégie regulovania odtoku.

Medard v roku 2010 skutočne prišiel, dokonca o tri týždne skôr a priniesol hneď dve poriadne veľké „kvapky“. Prvá, v druhej májovej dekáde, sa mohla pri dodržaní optimálnej stratégie eliminovať. Z vyššie uvedených dôvodov sa to však nepodarilo, nádrž sa už v tomto období dostala do stavu vynútenej manipulácie, z nádrže nekontrolovateľne unikali vysoké prietoky a následkom toho, ako aj nadmerných prietokov jarých vôd už od marca 2010, došlo k dlhodobému preťaženiu hrádz na Ondave pod nádržou.

K tomu treba uviesť, že ochranné hrádze nie sú z betónu alebo železa, ale z prírodného nasiakavého materiálu. V odborných kruhoch je všeobecne známe, že pri dlhodobom zaťažení vysokými vodnými stavmi hrádze zhruba po troch týždňoch presiaknu a začínajú kolabovať. Táto kritická doba na Ondave nastala už pred „spadnutím prvej kvapky“ a počas kulminácie povodňovej vlny 18.mája (vrátane Tople) to hrádze Ondavy nevydržali. To ďalej podmienilo aj určité nevhodné, ale v danom kontexte vynútené atypické manipulácie v nasledujúcom období – ako počas prepúšťania júnovej veľkej vody, tak aj neskôr.

Poučenie č.1: Prevádzka vodných diel sa musí držať optimálnych, odborne stanovených postupov a v žiadnom prípade nepodliehať tlaku médií či iným tlakom z neodborných kruhov. Kolegovia z Povodia Vltavy na to upozorňovali už od roku 2002 na viacerých konferenciách, lebo sami vtedy urobili rovnakú chybu, ktorú onedlho trpko oľutovali.

Po zlyhaní retenčnej funkcie nádrže sa názory verejnosti a tlak médií okamžite otočili o 180° a začali požadovať posilnenie retencie. Ale aj prevádzka VD sa poučila (žiaľ neskoro) a okamžite „vycúvala“ s hladinou na optimálnu úroveň 160,50 m Bpv – vďaka čomu sa už podarilo zachytiť ďalšiu vlnu koncom júla 2010. Takto by to malo byť vždy.

Jednou z vynútených manipulácií bolo aj od vypustenie nádrže o ďalších 50 cm začiatkom septembra 2010, kedy sa vykonávali zabezpečovacie práce po povodniach a bolo potrebné vytvoriť dostatočnú objemovú rezervu pre prípad možného výskytu ďalšej veľkej vody počas týchto prác.

Situácia v období od septembra do decembra 2010 nám umožňuje názorne demonštrovať ďalšiu synergickú vlastnosť hladinového režimu. Na obr. 2.3 sú v tomto období zakreslené aj hladiny dvoch simulačných variantov: zelenou čiarou je zakreslený teoretický vývoj hladiny pri dôslednom dodržaní odtoku 4,90 m³/s, fialovou variant s nadlepšením 4,75 m³/s. V týchto prípadoch by sa síce podarilo udržať až o 1 m vyššie hladiny, ale nebolo by to nanič, lebo po príchode zimného európskeho monzónu v decembri 2010 sa opäť všetko zrovnalo.

V tejto súvislosti si treba všimnúť, že všetko, čo by sa podarilo do decembra „našetriť“ znížením odtoku na úkor plnenia hlavných funkcií nádrže, sa napokon aj tak bez úžitku stratí pri prechode aj malej povodňovej vlny. V tomto zmysle je šetrenie úplne kontraproduktívne, lebo sa to musí vypustiť v čase, keď je to priam škodlivé – t.j. počas povodňovej situácie.

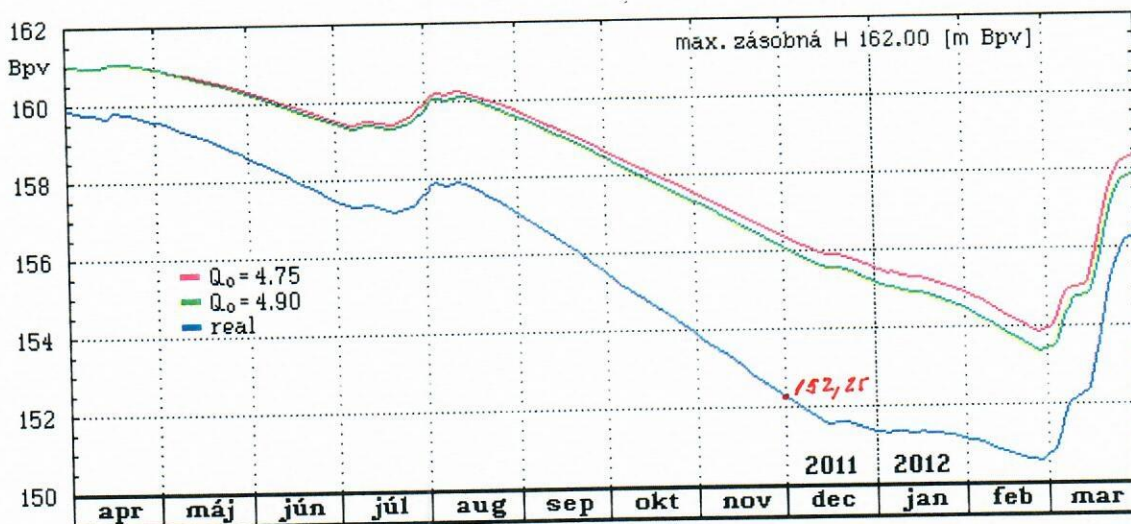
Z uvedených dôvodov sa aj pri simulácii po 7. decembri 2010 obe variantné čiary spojili a zastavili tesne pod kótou 161,00 m Bpv a prešlo sa na tzv. odľahčovacý režim, hoci virtuálne mohlo stúpanie hladiny pokračovať až na maximum. Do 5. januára 2011 sa potom takmer vyrovnali s reálnym stavom hladiny na kóte 160,50 m Bpv, ale pri zbytočne vyššom odtoku, ako bol v skutočnosti. V tomto zmysle možno hodnotiť skutočnú prevádzku v danom období ako priam vzorovú. To je súčasne aj poučením č.2 – zbytočné šetrenie končí mrhaním.

Odľahčovacý režim je zvláštna kategória manipulácie, ktorá síce nie je exaktne definovaná v MP, ale súvisí s optimálnou stratégiou riadenia odtoku. Na Veľkej Domaši spočíva v tom, že po prekročení kritickej hladiny sa spustí priebežná prevádzka VE (aspoň 1 turbína), pričom odtok dosiahne 24 m³/s. Tým sa zaisťuje, že prebytočný objem sa vypustí kontrolovane a bez strát na výrobe VE. V opačnom prípade, pri vyššej hladine v nádrži, by neskôr aj tak prepadol bezpečnostným priepadom a to nekontrolovateľne a bez úžitku.

Analogický vývoj pokračoval až do prechodu jarných vôd v roku 2011. V januári bola nádrž opäť dvakrát predvypustená zhruba o 1 m, pričom prvé predvypustenie bolo okamžite kompenzované prechodom ďalšej povodňovej vlny a druhé prechodom jarnej vody koncom marca 2011. Diskutabilné je tretie zníženie hladiny na konci marca z optimálnej pozície 160,50 m Bpv na úroveň pod 160,00 m Bpv. Treba však poznamenať, že diskutabilné je to len z pohľadu „ex-post“ a znalosti ďalšieho vývoja. Prevádzka nádrže ale musí konať v reálnom čase bez tejto znalosti a tak nemožno kritizovať, že po negatívnych skúsenostiach z predchádzajúceho vývoja konala opatrnejšie a radšej znížila hladinu o ďalších 60 cm – čo sa nakoniec, ale až po 9-tich mesiacoch, ukázalo ako zbytočná strata objemu.

Koncom roku 2010 došlo ešte k jednej udalosti, ktorú treba osobitne zdôrazniť, nakoľko podstatným spôsobom prispela ku kritickému vývoju situácie v roku 2011. Na vyrovnávacej nádrži Malá Domaša bola v decembri 2010 uvedená do prevádzky MVE, ktorá prebrala úlohu hlavného prepúšťacieho zariadenia počas bežnej prevádzky. V tomto zmysle mal byť jej riadiaci systém nastavený na vypúšťanie zaručeného odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$. V skutočnosti bol ale nastavený na väčší prietok o 10 až 15 %, čím vznikla od 1.apríla do 30.novembra 2011 objemová disproporcia zhruba 16 mil. m^3 , ktorá významným spôsobom prispela ku kritickému zníženiu hladiny v nádrži Veľká Domaša na konci roka 2011.

Vývoj hladín v roku 2011 ilustruje graf na obr. 2.4.



Obr. 2.4 – vývoj hladín v nádrži Veľká Domaša v roku 2011

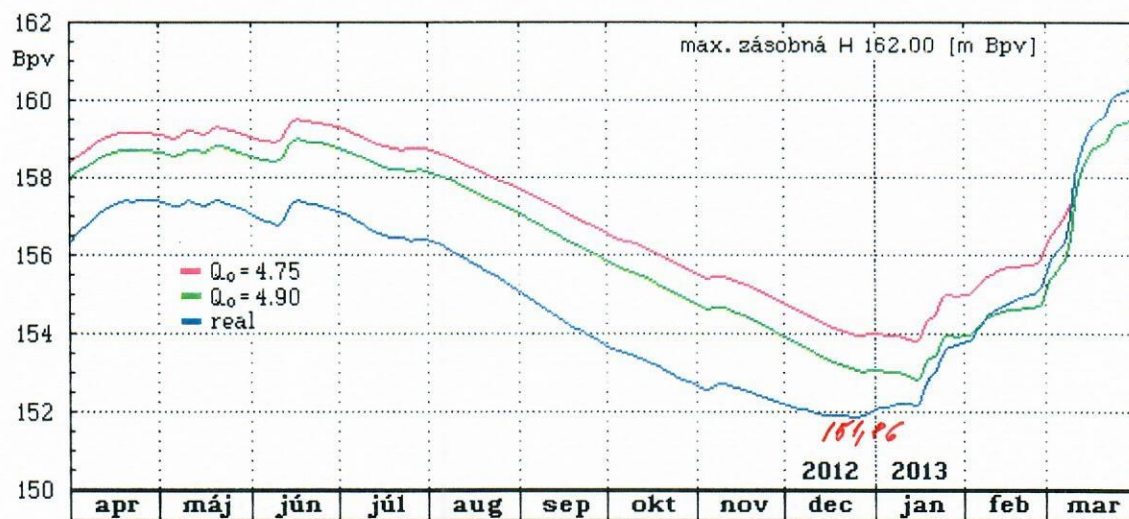
Ako vyplýva z údajov grafu, do 30.novembra 2011 klesla v skutočnosti hladina v nádrži až na kritickú úroveň $152,25 \text{ m Bpv}$, t.j. o viac ako $3,5 \text{ m}$ nižšie oproti „ideálnemu“ stavu $156,00 \text{ m Bpv}$, aký by dosiahla pri dôslednom dodržaní odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$.

V decembri 2011 bol v dôsledku kritickej situácie zavedený výnimočný úsporný režim s odtokom $3,50 \text{ m}^3/\text{s}$, čím sa podarilo ďalší pokles hladiny výrazne pribrzdiť, ale nie celkom zastaviť. V našich variantných simuláciách sme tento režim nezohľadnili, ale pokračovali sme v „štandardnom“ odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$, resp. variantnom $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Tým došlo do konca februára k priblíženiu simulovaných hladín k skutočnej a počiatočná diferencia oproti „ideálnemu“ stavu sa zmenšila na $2,60 \text{ m}$. Pri dôslednom dodržaní zaručeného odtoku (a to bez úsporného režimu) by hladina neklesla pod úroveň $153,30$ – čo je síce tiež kritické, ale ešte nie zúfalé.

Za kritickú dolnú úroveň hladiny možno považovať stav okolo $154,00 \text{ m Bpv}$, pri ktorom hladina na konci vzduť dosiahne nad stredisko Valkov, ale pri Valkove sa ešte voda udrží. Pri ďalšom poklese sa síce zabahní už aj tento priestor, ale v zimnom období to ešte nie je zásadný ekologický problém, lebo odhalené dno je buď zasnežené alebo premrznuté.

Jarné vody v marci a apríli 2012 nádrž čiastočne doplnili, ale nie úplne. Tu sa prejavila nevýhoda mohutnosti nádrže, spočívajúca v jej pomalej konsolidácii. Pri takom výraznom deficite, aký nastal koncom roka 2011 a pri priemernom objeme snehových zásob v povodí, resp. priemernom objeme jarného odtoku, sa nádrž nedoplní za jednu sezónu. S tým sa však v bilančnom rozpočte počíta a preto hovoríme o viacročnom cykle vyrovnávania odtoku.

V podobných situáciách je ešte nádej (pravdepodobnosť cca 1:1), že nádrž sa doplní počas nasledujúceho letného monzúnu. Ten ale v roku 2012 neprišiel - takéto fluktuácie sú pre európsky monzún typické a preto sa často označuje aj ako tzv. alebo pseudomonzún.



Obr. 2.5 – vývoj hladín v nádrži Veľká Domaša v roku 2012

Čiastočne sa prevádzke SVP podarilo vyriešiť problém s nastavením MVE Malá Domaša, spojený s udržiavaním štandardného odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$. Tým sa dosiahlo, že v podobnej hydrologickej situácii ako v roku 2011, sa v roku 2012 už nádrž nevyprázdňovala tak intenzívne a do konca novembra hladina klesla približne na rovnakú úroveň ako v roku 2011, ale z omnoho nižšej „štartovacej“ hladiny.

Od 2.XI.2012, keď hladina klesla na úroveň $153,67 \text{ m Bpv}$ sa znova zaviedol úsporný režim odtoku s nominálnou hodnotou $4,00 \text{ m}^3/\text{s}$ – v skutočnosti ale $4,30 \text{ m}^3/\text{s}$. Taktiež v septembri nebol odtok $4,90$, ale až $5,10 \text{ m}^3/\text{s}$ – takže problém s MVE Malá Domaša sa ešte nepodarilo úplne doriešiť. Pôvodná diferencia $0,5$ až $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ sa síce znížila zhruba o polovicu na $0,2$ až $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, ale takmer po celý rok 2012 sa stále ešte vypúšťalo viac ako $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$.

Od 2.XI.2012 sa v dôsledku ďalšieho poklesu hladiny znížil odtok na $3,50$ a od 2.XII.2012 až na $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Po týchto intervenciách sa podarilo zastaviť pokles hladiny k 27.decembru na úrovni $151,86 \text{ m Bpv}$, pričom úsporný režim pretrval až do konca marca 2013, hoci od polovice februára to už vzhľadom na stav hladiny a množstvo snehu v povodí nebolo nutné – aj o tento režim sa znova pričínili tlak médií.

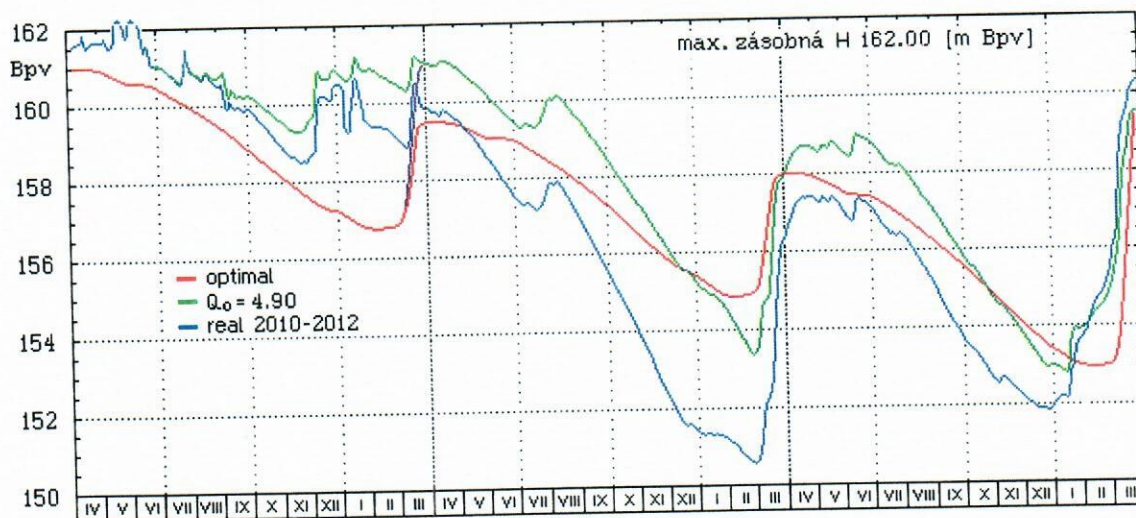
V našich simuláciách sme s úsporným režimom neuvažovali a pri dôslednom dodržiavaní odtoku $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$ (po celý čas od jari 2011) by hladina dosiahla minimálnu úroveň $152,82 \text{ m Bpv}$ dňa 16.januára 2013. Ako však vidieť z grafu na obr. 2.5, pod kritickú úroveň $154,00 \text{ m Bpv}$ by klesla až počiatkom decembra 2012, keď už bolo odhalené dno nádrže zasnežené.

Atypický priebeh mali aj jarné vody v roku 2013. V povodí Ondavy síce neboli rekordné snehové zásoby, ale tieto sa topili vo viacerých fázach, pričom medzi jednotlivými odmákmi viackrát ešte prisnežilo – dokonca aj v apríli 2013. Prvé výraznejšie topenie snehu nastalo už od 17. do 25.januára a po týždennej prestávke prišlo ďalšie 3. až 8.februára. Potom znova „prisnežilo“ a topenie pokračovalo od 25.II., keď už hladina prekročila úroveň $155,00 \text{ m Bpv}$. Ideálna hladina by bola v tom čase o 36 cm nižšie ako skutočná, ale bez úsporného režimu.

Dôsledky zbytočne pretrvávajúceho úsporného režimu sa prejavili na prelome marca a apríla 2013, keď skutočná hladina dosiahla hornú kritickú úroveň $160,50 \text{ m Bpv}$ a muselo sa prejsť priamo skokom z úsporného režimu na „odľahčovací“ – a to počas povodňovej situácie na prítokoch Ondavy pod priehradou. Tým sa opäť potvrdilo, že porušenie zásad optimálnej stratégie vedie k chaosu – našťastie tentoraz sa to obišlo bez vážnejších následkov, nakoľko topenie snehu bolo pomerne pomalé.

2.4 Optimálny hladinový režim nádrže a kritické stavy

Ako už bolo viackrát spomenuté, nádrž Veľká Domaša má viacročný vodohospodársky cyklus vyrovnávania, ktorý dosahuje dĺžku až 3 roky. V tomto zmysle je celkom prirodzené a očakávateľné, že v druhom, prípadne treťom roku vyrovnávacieho cyklu bude hladina vody zákonite klesať aj pod úroveň 156,0 m Bpv, prípadne ešte nižšie. Predpokladaný hladinový režim znázorňuje súhrnný graf na obr. 2.6.



Obr. 2.6 – hladinový režim nádrže Veľká Domaša v 3-ročnom vyrovnávacom cykle

V grafe na obr. 2.6 je červenou čiarou znázornený tzv. očakávateľný (optimálny) vývoj hladín v 3-ročnom cykle prevádzky. Tento graf bol zostavený na základe objemovej bilancie kvartilových prítokov do nádrže – teda nie úplne najnižších, ale podpriemerných na úrovni dolnej štvrtiny variačného rozpätia. Na porovnanie sú v grafe znázornené aj extrémne reálne hodnoty v období 2010-2012 a extrémny vývoj v tomto období pri dodržaní odtoku 4,90 m³/s (ucelený súhrn z článku 2.3).

Graf je zostavený v tzv. vodohospodárskych rokoch, ktoré začínajú obdobím maximálnych vodných stavov a predstavujú uzavretý sezónny cyklus kolísania hladín. Pre nádrž V. Domaša začína VH-rok aprílom, nakoľko prítok jarných vôd prebehne väčšinou do konca marca. Hlavná fáza vyčerpávania trvá od júla do februára, kedy sú kvartilové prietoky menšie ako nadlepšenie 4,90 m³/s. V marci sa cyklus definitívne alebo prechodne uzatvára. Pri výpočte optimálneho režimu na konci prvého, resp. druhého roka sa uvažovalo s priemerným objemom jarných vôd (t.j. zabezpečenosťou 50 %). S pravdepodobnosťou cca 33 % sa nádrž jarnými vodami naplní a cyklus začína odznova. Ak je objem jarných vôd menší, nádrž sa naplní len čiastočne a cyklus pokračuje do ďalšej fázy.

Z grafu optimálneho hladinového režimu vyplýva, že pokles hladiny na úroveň 156,75 m Bpv je úplne bežný a dochádza k nemu v priemere každý rok v rámci prirodzeného sezónneho cyklu vyrovnávania odtoku. Za kritický dolný stav možno považovať úroveň hladiny cca 155,00 m Bpv na konci druhého roka prevádzkového cyklu. Ak na túto úroveň poklesne hladina skôr ako v januári, alebo po nasledujúcej jari nevystúpi nad 159,00 m Bpv, hrozí už akútne riziko subkritického havarijného vývoja. Inak je situácia ešte stále „v norme“ a netreba sa znepokojovať.

V uvedenom zmysle uvažujeme aj o vymedzení mimoriadnych situácií v úprave MP VD, ale táto otázka je predmetom III. etapy riešenia, zameranej na návrh opatrení.

3. RETENČNÁ FUNKCIA NÁDRŽE A PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA

Popri zásobnej funkcii nádrže je druhou najvýznamnejšou funkciou retencia, t.j. záchyt a utlmenie nadmerných prietokov veľkých vôd v systéme protipovodňovej ochrany. Možno dokonca konštatovať, že v ostatnom čase je táto funkcia čoraz významnejšia, azda aj viac ako primárna zásobná funkcia. Žiaľ, verejnosť na povodňové situácie veľmi rýchlo zabúda a ani médiá zvyčajne neoboznamujú verejnosť so situáciami, keď sa povodne podarí úspešne zvládnuť a územie pod priehradou ochrániť – zverejňujú sa len zlyhania, hoci aj nezavinené.

Ochranná funkcia nádrže pozostáva z dvoch častí:

- ochrany samotnej priehrady pred prípadným preliatím veľkou vodou
- ochrany spádovej oblasti pod priehradou pred záplavami.

Obe časti sú síce fakticky integrované, ale súčasne aj protichodné – z hľadiska bezpečnosti priehrady treba pri prechode veľkej vody vypúšťať čo najviac a čo najskôr, ale z hľadiska ochrany spádovej oblasti čo najmenej a čo najneskôr. Z druhého hľadiska totiž zohráva dosť podstatnú úlohu aj retardácia (pozdržanie) prepúšťanej povodňovej vlny, aby napr. pokiaľ možno nedošlo ku stretnutiu kulminačných prietokov Ondavy s prietokmi Tople alebo iných prítokov. Keďže na ostatných tokoch nie sú nástroje na aktívnu intervenciu (napr. už 40 rokov plánovaná nádrž Marhaň na Topli) a teda vývoj povodňových vln tu nemožno ovplyvniť, treba aspoň pribrzdiť povodňovú vlnu na Ondave. Práve súbeh vysokých prietokov Tople a Ondavy bol v máji 2010 hlavnou príčinou prietrže hrádze pod sútokom a následného zaplavenia pomerne veľkého územia s veľkými povodňovými škodami.

Rozpornosť požiadaviek oboch zložiek ochrannej funkcie nádrže je dôvodom, prečo treba retenčnú činnosť v rámci MP optimalizovať, t.j. vyvážiť. Prvoradým kritériom je samozrejme bezpečnosť samotnej priehrady – ak táto funkcia zlyhá, potom zákonite zlyhá aj druhá zložka a s oveľa horšími následkami. Často sa ale bezpečnosť priehrady preceňuje a ak tu existujú určité rezervy, treba ich využiť na posilnenie ochrany spádovej oblasti.

Na zaistenie bezpečnosti priehrady nádrž Veľká Domaša disponuje retenčným priestorom nad kótou 162,00 m Bpv a nehradeným bezpečnostným priepadom (BP) s pevnou hranou na rovnakej kóte (v skutočnosti v dôsledku opotrebovania zrejme o zopár cm nižšie).



Obr.3.1 – bezpečnostný priepad nádrže V.Domaša pri hladine na úrovni 159,45 m Bpv

Dĺžka priepadovej hrany je 92 m a priepad má pri hladine na kóte 163,56 m Bpv kapacitu 362 m³/s, čo zodpovedá transformácii 100-ročnej návrhovej povodňovej vlny s kulminačným prítokom do nádrže 616 m³/s. To zaručuje (samočinne) ochranu priehrady proti preliatiu nielen pri 100-ročnej veľkej vode, ale aj pri väčších. V rámci našich analýz, ktoré sú opísané ďalej, bola overená kapacita retenčného priestoru a BP až do cca 500-ročnej vody, pri ktorej hladina vystúpi na kótu 163,77 m Bpv s odtokom 444 m³/s, pri prítoku 755 m³/s.

Kritickým miestom z hľadiska kapacity BP je dolná hrana premostenia odtokového žlabu, ktoré vidieť aj na obr.3.1 v pozadí. Z dostupných podkladov sa nedala zistiť kóta tejto hrany. Vieme len, že koruna priehrady je na kóte 165,10 m Bpv a mostovka je hrubá cca 1 m. Z toho vyplýva, že až po hladinu v nádrži a na BP do 164,00 m Bpv by mal priepad fungovať bez prekážok a teda spoľahlivo aj pri 1000-ročnej veľkej vode. Na tejto úrovni sú však už všetky údaje dosť neurčité – ako samotný kulminačný prietok, tak aj kapacita priepadu, ktorá sa nedá priamo nakalibrovať.

Ďalšia, ale menej významná neurčitosť je vo výške priepadovej hrany BP, ktorá je už dosť zvetraná a takmer určite nie rovná. Škoda, že v roku 2010 sa nepodarilo nafotografovať BP v situácii, keď bola hladina tesne nad hranou BP, nakoľko voda je práve pre takéto prípady najlepším a tiež najnázornejším nivelačným prostriedkom. Vnútorňú stranu zberného žľabu a polohu mostovky objektu ilustruje foto na obr. 3.2.



Obr. 3.2 – vnútorná strana zberného žľabu a priepadovej hrany BP nádrže V.Domaša

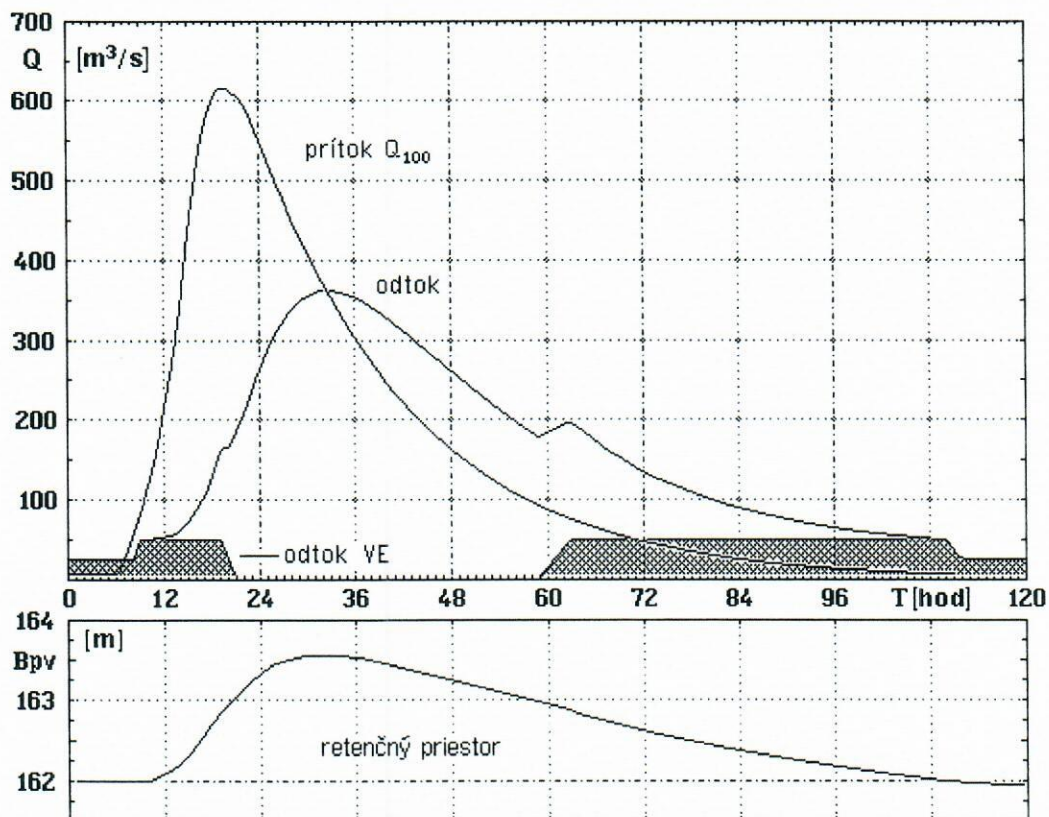
Aj v tomto prípade by sa veľmi zišla analogická fotografia (z rovnakej pozície alebo z opačnej strany) pri maximálnom odtoku v roku 2010, čo by značne pomohlo pri overení kapacity priepadu – prípadné zahľtenie v tejto časti žľabu môže kapacitu podstatne znížiť.

V súvislosti s predchádzajúcimi informáciami o kapacite BP a retenčného priestoru treba osobitne zdôrazniť, že tieto postačujú v súčasnosti práve a len na zabezpečenie priehrady, ale nie na aktívnu intervenciu v protipovodňovej ochrane územia pod priehradou. Vyplýva to už zo skutočnosti, že BP je neovládateľný, takže po prekročení hladiny nad priepadovú hranu sa prevádzka VD dostáva do stavu vynútenej manipulácie. Proces transformácie povodňovej vlny prebieha ďalej už spontánne a prevádzka nemá možnosť ho ovplyvniť – s výnimkou použitia dnového výpustu na zvýšenie odtoku, ale nie zníženie.

Prakticky sa to žiaľ v plnej miere potvrdilo aj počas povodne v máji 2010, keď došlo k prietrži hrádze na dolnom toku Ondavy. Taktiež objem retenčného priestoru nádrže sa permanentne znižuje zanášaním, čím sa ešte viac obmedzujú možnosti účinnej retencie. Preto sa javí nevyhnutné eliminovať tieto negatívne vývojové efekty a posilniť retenčnú funkciu nádrže optimalizáciou prevádzky, s využitím časti zásobného priestoru na retenciu. V praxi to znamená neplniť nádrž až na maximálnu prevádzkovú hladinu, ale ponechať určitú rezervu a zhruba od kóty 160,60 až 161,00 m Bpv zavádzať tzv. odľahčovacím režim. Podrobnejší opis tohto režimu je uvedený v osobitnom článku predloženej správy.

V rámci analýzy retenčnej funkcie nádrže sme vykonali verifikačné výpočty transformácie viacerých referenčných povodňových vln s alternáciou počiatkových hladín. Boli pri tom použité dve umelé vlny, vytvorené simulačným ZO-modelom povodňového režimu Ondavy (100- a 500-ročná) a dve skutočné vlny z mája a júna 2010. Okrem toho boli spracované ešte aj niektoré ďalšie, menej významné povodňové situácie, použité pri kalibrácii a verifikácii modelu v nižších fázach vývoja.

Na ilustráciu „štandardného“ retenčného účinku nádrže uvádzame graficky na obr. 3.3 transformáciu 100-ročnej návrhovej povodňovej vlny, s následným stručným opisom postupu manipulácie.



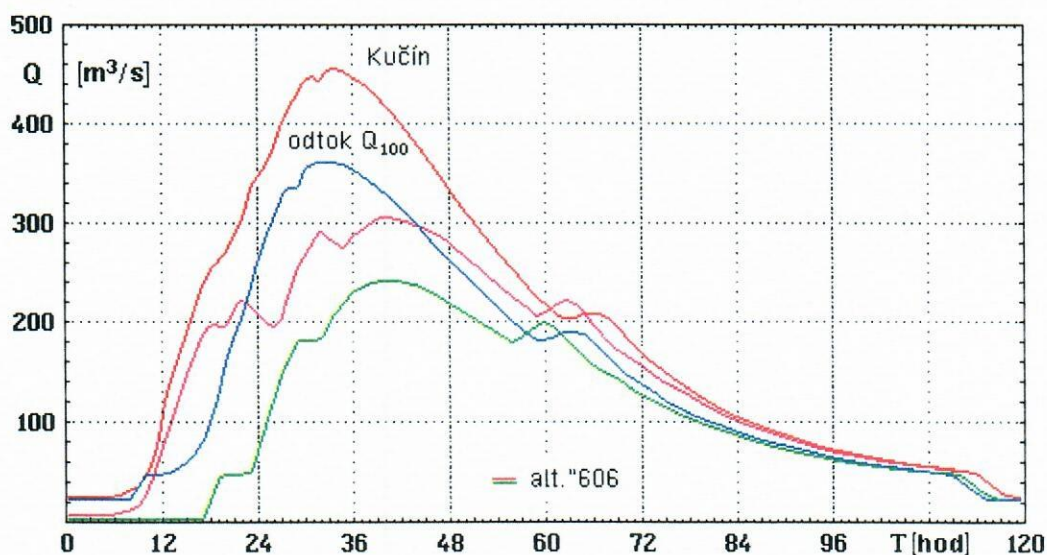
Obr. 3.3 – transformácia 100-ročnej návrhovej povodňovej vlny v nádrži V. Domaša

Na grafe prietokov v obr. 3.3 je šrafovaním osobitne zvýraznená časť odtoku, ktorý sa uskutočňuje cez podpriehradovú VE Veľká Domaša. V strednej časti je tento odtok prerušený, čo je v súlade s MP, ale vyžaduje si podrobnejšie vysvetlenie.

Prerušenie prevádzky VE súvisí s kapacitou toku Ondavy pod vyrovnávacou nádržou Malá Domaša v úseku po Kučín. Tu je tok ohrádzovaný na kapacitu $300 \text{ m}^3/\text{s}$, ale nie všade. Na niektorých miestach vybrežuje už od $150 \text{ m}^3/\text{s}$. Zmyslom prerušenia prevádzky VE je zníženie odtoku z nádrže v situácii, keď Ondava pod nádržou začína vybrežovať. Ako už bolo vyššie zmienené, je to jediná a aj to v podstate len „symbolická“ možnosť, ako odtok znížiť alebo aspoň na určitý čas pozdržať. Prakticky je to účinné zhruba len po úroveň 20-ročnej veľkej vody – pri väčších (ako názorne ukazuje aj schéma 100-ročnej vody), to už nemá zásadnejší význam, nakoľko deficit odtoku sa rýchlo kompenzuje stúpaním hladiny a následne zvýšením kapacity BP. To ale prevádzka nemôže vopred vedieť (či bude prítok ešte stúpať alebo sa už zastaví), takže uvedenú klauzulu MP sme uplatnili aj pri uvedenej simulácii. V tomto riešení sa aplikovala ako kritická hodnota $175 \text{ m}^3/\text{s}$ celkového odtoku, po prekročení ktorej sa VE odstaví a po poklese pod túto úroveň znova postupne spustí – najprv 1 turbína a o hodinu neskôr druhá. Výsledný efekt je zrejмый z grafu na obr. 3.3 – v prípade 100-ročnej vody je evidentne zanedbateľný.

Riešenie na obr. 3.3 vychádza zo „štandardnej“ počiatkovej hladiny na úrovni maxima, t.j. kóty $162,00 \text{ m Bpv}$. V tomto prípade hladina vystúpi na $163,56 \text{ m Bpv}$ a kulminačný odtok dosiahne $362 \text{ m}^3/\text{s}$. Alternatívne sa riešila aj situácia s počiatkovou hladinou na kóte $160,60 \text{ m Bpv}$. Porovnávacie grafy, vrátane digitálnych údajov o prietokoch a hladinách v hodinovom kroku, sú uvedené v prílohách, v súboroch MS Excel. V alternatívnom riešení hladina stúpne na $163,22 \text{ m Bpv}$ (o 34 cm nižšie) a odtok dosiahne $244 \text{ m}^3/\text{s}$ (o $118 \text{ m}^3/\text{s}$ menej, resp. 33%).

V samotnej nádrži, z hľadiska bezpečnosti priehrady, tento rozdiel nie je veľmi podstatný – dokonca z hľadiska rýchlosti stúpania hladiny je nepriaznivejší variant s nižšou počiatkovou hladinou, lebo v „štandardnom“ hladina celkovo stúpne o 156 cm a v zníženom až o 262 cm . Oveľa podstatnejšie sa to ale prejaví na prietokoch pri Kučíne, ktorých porovnanie uvádza graf na obr. 3.4.



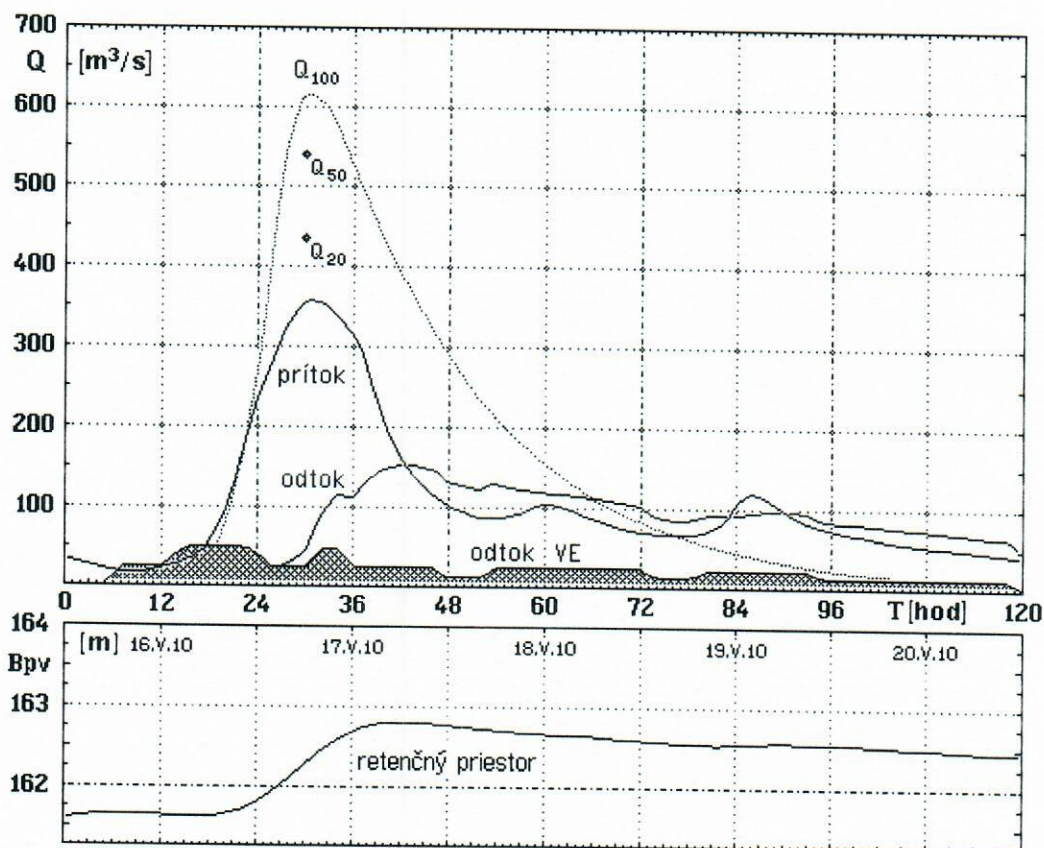
Obr. 3.4 – porovnanie variant prechodu 100-ročnej vody po transformácii k profilu Kučín

Najvýznamnejšie na „zníženom“ variante manipulácie je, že aj transformovaná 100-ročná voda sa väčšinou „zmestí“ do koryta upraveného na $300 \text{ m}^3/\text{s}$, kým v štandardnom variante z max. prevádzkovej hladiny by prietok v úseku pod Oľkou prekročil $425 \text{ m}^3/\text{s}$ a po Kučín by dosiahol až $458 \text{ m}^3/\text{s}$, pričom situácia by bola oveľa horšia ako v roku 2010.

3.1 Retenčná činnosť nádrže počas povodní v máji a júni 2010

V roku 2010 sa vyskytlo na Slovensku viacero mimoriadne významných povodní, vrátane povodia Ondavy – a to opakovane. Najmä povodne v máji a júni tu narobili veľkú „šarapatu“, hoci kulminačné prítoky v Stropkove a prítoky do nádrže V. Domaša dosiahli zhruba (podľa údajov SHMÚ) len úroveň 10-ročných veľkých vôd a nádrž tieto prítoky dostatočne účinne transformovala.

Nakoľko z podobných situácií, ktoré sa vyskytujú dosť zriedkavo, možno získať množstvo užitočných poznatkov a skúseností pre rozvoj i prevádzku VD, vykonali sme aj podrobný rozbor činnosti nádrže v uvedených situáciách. Praktické poznatky z reálnych situácií sú tiež dôležité pri kalibrácii a verifikácii teoretických modelov a posúdení navrhovaných postupov manipulácie.



Obr. 3.5 – transformácia veľkej vody v máji 2010 nádržou Veľká Domaša

Graf na obrázku 3.5 ilustruje hlavné charakteristiky veľkej vody v máji 2010, jej retencie v nádrži a na porovnanie je tu zakreslený aj hydrogram teoretickej 100-ročnej veľkej vody. Kulminačný prítok do nádrže dosiahol $335 \text{ m}^3/\text{s}$, odtok $146 \text{ m}^3/\text{s}$ (zníženie o takmer $200 \text{ m}^3/\text{s}$ predstavuje len 56 % pôvodnej veľkosti prítoku!) a hladina počas kulminácie vystúpila na úroveň 162,82 m Bpv.

Treba však upozorniť, že uvedený graf je len ilustratívny a niektoré prvky nemusia presne zodpovedať skutočnosti. Neboli totiž k dispozícii podrobné a úplné prevádzkové údaje – napr. pre odtok cez VE bolo k dispozícii len súhrnné denné trvanie prevádzky (počet hodín, ale už nie presné časy – a to ešte dosť nevierohodné) a k hladinovému režimu len ranné vodné stavy, vymedzujúce 24-hodinové objemy. Naproti tomu ale boli k dispozícii kompletne hodinové vodné stavy vo všetkých pozorovacích profiloch na Ondave a príslušné merné krivky.

Na základe uvedených údajov bol zrekonštruovaný celý priebeh povodňovej situácie nad nádržou a pod ňou a analogicky vývoj nasledujúcej situácie v júni 2010, taktiež s uvedenými nedostatkami v podkladoch. Napriek tomu sa však podarilo priebeh oboch veľkých vôd dost' vierohodne zrekonštruovať a následne zanalyzovať aj prevádzku nádrže a jej retenčný efekt.

Ako kľúčový referenčný pozorovací profil na určenie prítokov do nádrže pri rekonštrukcii vývoja povodňových situácií bol použitý profil Miňovce nad nádržou. Podrobným rozborom a verifikáciou údajov o vodných stavoch a prietokoch sa totiž ukázalo, že údaje z tohto profilu sú podstatne vierohodnejšie a spoľahlivejšie, ako údaje z profilu Stropkov, ktorý preferuje prevádzka SVP v operatívnej činnosti a ktorý sa všeobecne (ale neprávom) považuje za smerodajný. Údaje z profilu Miňovce vykazujú podľa našej analýzy podkladov vyššiu relevanciu a to dokonca aj počas vysokých vodných stavov v nádrži a vysokých prietokov, hoci v týchto situáciách sa profil nachádza v zóne hydrodynamického vzdutia z nádrže. Podrobnejšie vysvetlenie, vrátane dokumentácie výsledkov rozboru, bude uvedené v správe k III. etape riešenia, kde sa v rámci návrhu opatrení budeme zaoberať aj tzv. logistikou, t.j. návrhom a pripomienkam k informačnému a monitorovaciemu systému prevádzky.

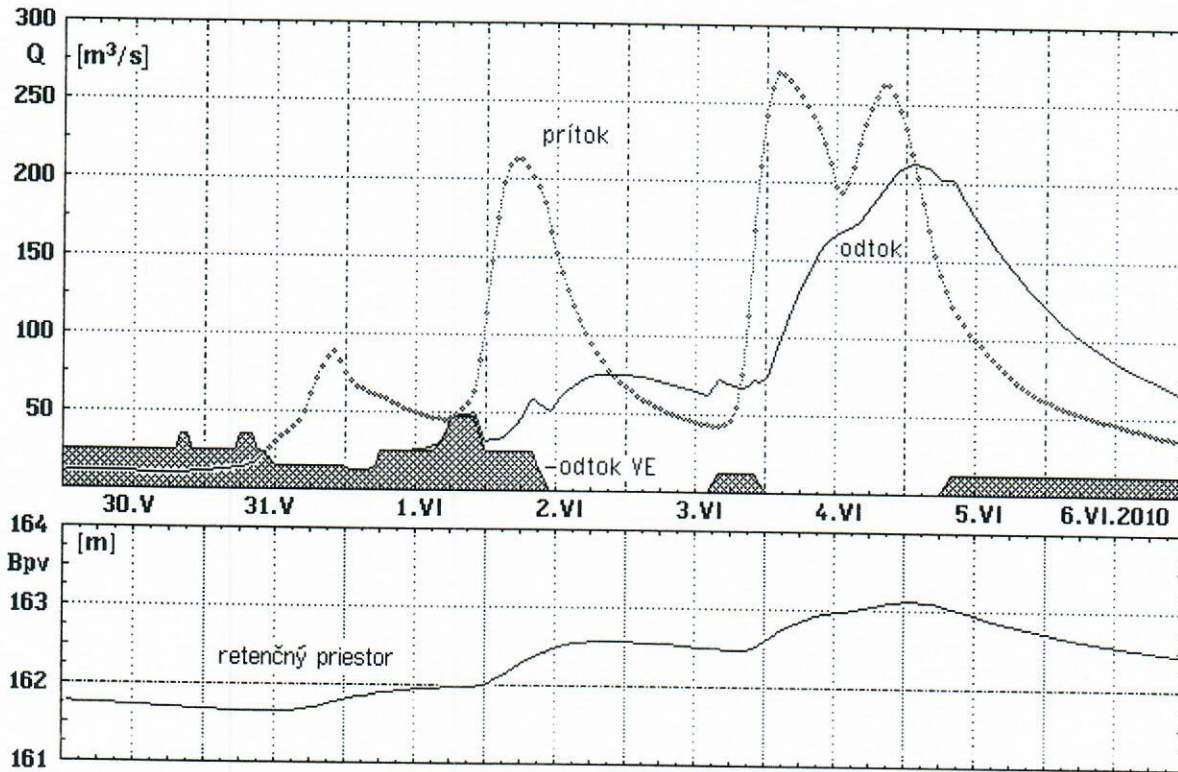
K údajom o prevádzke VE, ktoré majú z hľadiska dlhodobej stratégie zásadný význam, treba ešte poznamenať, že podľa prevádzkových záznamov SVP napr. v dňoch 18. – 20.mája 2010 mala byť nepretržitá prevádzka oboch turbín – ale podľa grafu na obr. 3.3 bežala len jedna a aj to nie nepretržite. Z objemovej bilancie nádrže podľa zaznamenaných hladín, ako aj z vývoja prietokov pod priehradou k profilu Hencovce (Kučín) totiž celkom jednoznačne vyplynulo, že to absolútne nie je možné! Celkový odtok z nádrže bol 19.mája 91 m³/s pri priemernej hladine 162,55 m Bpv – čomu zodpovedá podľa mernej krivky BP odtok 71 m³/s priepadom. Ak by bol údaj o trvaní prevádzky VE pravdivý a teda odtok cez VE bol až 50,0 m³/s, potom by na BP pripadol odtok len 41 m³/s, maximálne 43 pri zníženom výkone VE.

To by ale znamenalo, že BP má až o 42 % nižšiu kapacitu!!! – čo síce nie je úplne vylúčené (napr. na VD Teplý Vrch sa to naozaj v roku 2010 zistilo a potvrdilo), ale v prípade Veľkej Domaše je to dost' málo pravdepodobné. Preto ak majú mať podobné štúdie ako tu predložená vôbec nejaký zmysel a majú sa spracovať rýchlejšie, treba v prvom rade zaistiť, aby sa v prevádzkových záznamoch nevyskytovali podobné nezmysly.

K uvedeným chybám v záznamoch možno došlo len v dôsledku stresu počas vskutku dramatickej prevádzkovej situácie a veríme, že nejde o zámernú kamufláž – podľa MP totiž pri hladine v retenčnom priestore musia pracovať obe turbíny alebo dnový výpusť s adekvátnym prietokom. Ako však už bolo uvedené, 18.mája 2010 došlo k prietrži hrádze na dolnom toku Ondavy s veľkoplošným zaplavením priľahlých pozemkov a prevádzka VD sa zrejme snažila havarijnú situáciu riešiť znížením odtoku z nádrže, čo je možné len odstavením VE. Ani to však nemalo nejaký podstatnejší účinok, nakoľko odstávka VE pri vysokých vodných stavoch sa v priebehu niekoľkých hodín spontánne kompenzuje zvýšením kapacity BP. To je hlavný a všeobecný nedostatok všetkých nehradených bezpečnostných priepadov. Ak je ale prítok menší ako odtok, čo v danom období po kulminácii vlny už nastalo, môže byť podobné opatrenie aspoň čiastočne účinné.

Podobné disproporcie v záznamoch o odtoku z nádrže sa však vyskytli aj pri nasledujúcej júnovej povodni, konkrétne v dňoch 3.- 4.júna. 2010, kedy proklamovaný kontinuálny odtok 50 m³/s cez VE opäť výrazne nesúhlasí s objemovou bilanciou nádrže. Začínam mať preto nepríjemný pocit, že s kapacitou BP podľa MP zrejme tiež niečo nie je celkom v poriadku a tejto otázke treba venovať väčšiu pozornosť. V rámci predmetnej úlohy to však už nie je možné – ide o veľmi zložitú problematiku, ku ktorej treba zadovážiť množstvo špecifických podkladov. Podstata problému totiž nie je v hydraulike priepadu ako takého, ale v hydraulike zberného žľabu za priepadom, ktorý sa môže pri nedostatočnom vyspádovaní pri veľkých prietokoch zahlcovať.

Ďalšou významnou povodňovou situáciou v roku 2010 bola povodeň na začiatku júna. Pri tejto veľkej vode síce kulminačné prítoky nedosiahli takú úroveň ako pri prechádzajúcej májovej, ale povodňová vlna tu mala krátko za sebou až tri vrcholy a z hľadiska celkového objemu prítoku do nádrže bola podstatne mohutnejšia a nebezpečnejšia. Situáciu počas tejto povodne ilustruje graf na obr. 3.6.



Obr. 3.6 – transformácia veľkej vody v júni 2010 nádržou Veľká Domaša

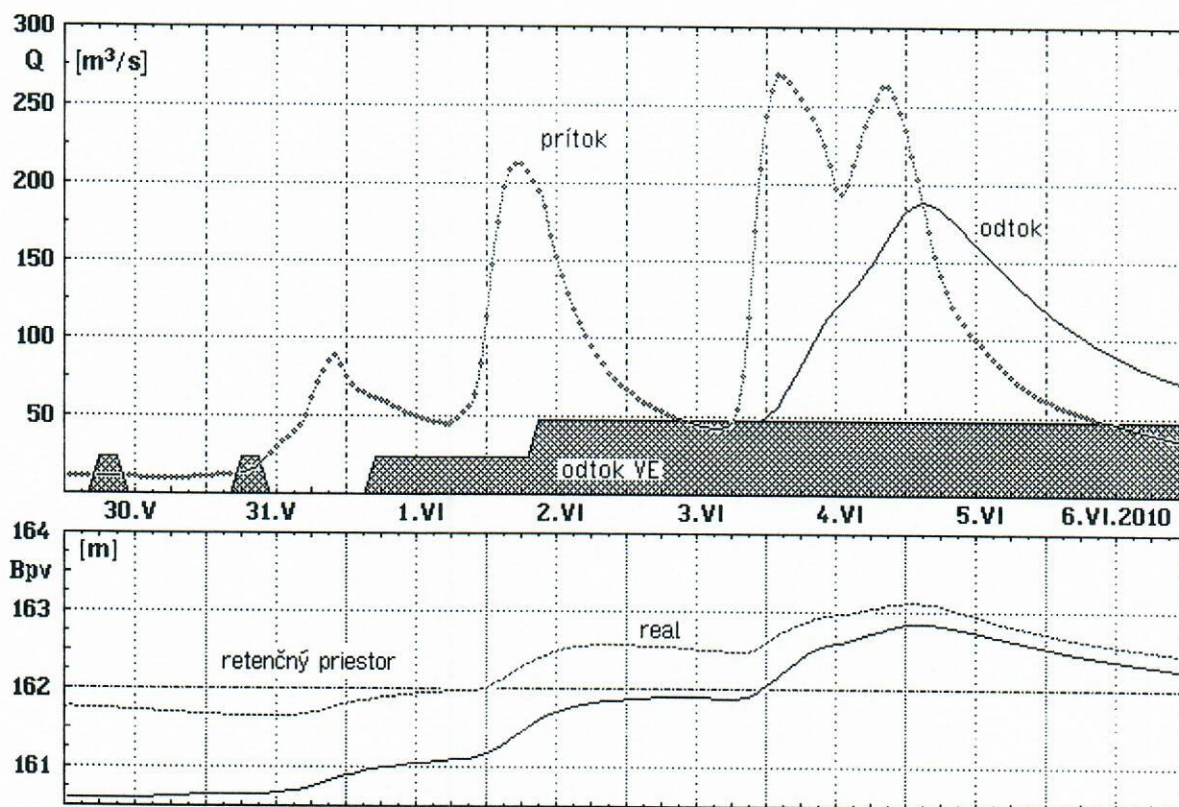
Júnová veľká voda bola v podstate voľným pokračovaním májovej, nakoľko ani situácia v povodí sa nestihla zkonsolidovať (vysoká nasýtenosť), ani nádrž sa nepodarilo dostatočne odvypustiť. Ráno 31.mája, keď začala nabiehať prvá vlna, bola hladina na úrovni 161,65 m Bpv – čo je síce už pod hranicou retenčného priestoru, ale teoreticky (čo sa onedlho prakticky aj potvrdilo) ešte vysoko nad optimálnou nábehovou hladinou.

Kulminačné prítoky do nádrže postupne dosiahli $89 \text{ m}^3/\text{s}$ pred polnocou 31.mája, $213 \text{ m}^3/\text{s}$ ráno 2.júna a $262 \text{ m}^3/\text{s}$ len 18 hodín po sebe 4.júna 2010. V poslednej fáze hladina v nádrži vystúpila na $162,57 \text{ m Bpv}$ už pri druhej vlne 2.júna a po štvrtej vlne okolo polnoci zo 4. na 5.júna podľa údajov SVP až na $163,11 \text{ m Bpv}$, teda o 31 cm vyššie ako počas predchádzajúcej májovej veľkej vody. Celkový objem prítoku za uvedených 8 dní dosiahol $62,43 \text{ mil.m}^3$, z toho $37,0 \text{ mil.m}^3$ za 74 hodín s prítokmi nad $40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Z uvedeného celkového objemu prítoku, ktorý predstavuje 45 % celej zásobnej kapacity nádrže, odtieklo len do polnoci 6.júna $44,5 \text{ mil.m}^3$ bezpečnostným priepadom, teda „jalovo“ – čo predstavuje až 71 % objemu prítoku. To azda najnázornejšie ilustruje, kde a ako sa „stráca“ najviac vody z nádrže a prečo je jej objemová bilancia taká napätá, hoci priemerný prítok je zdanlivo pomerne vysoko nad zaručeným odtokom $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

V danom prípade sa do regulácie odtoku zrejme ešte premietala nekonsolidovaná situácia okolo prietrže hrádze na dolnej Ondave, ale na podstatu problematiky to nemalo zásadnejší vplyv. Tento príklad tiež poukazuje na tzv. spätnú väzbu, pri ktorej môže jeden menší lokálny problém iniciovať tzv. domino-efekt a destabilizovať odtokový režim v celom regióne.

Preto je potrebné venovať aj otázke účinnej retencie v nádrži náležitú pozornosť. Napriek tomu, že kulminačné prítoky dosiahli (podľa údajov SHMÚ) len úroveň 2 až 10-ročných prietokov a aj tie nádrž dosť účinne znížila, celková situácia na Ondave pod nádržou bola aj tak kritická. Ako by sa situácia zmenila pri dodržiavaní zásad optimálnej stratégie retencie a z nižšej nábehovej hladiny, ilustruje graf na obr. 3.7.



Obr. 3.7 – simulácia transformácie veľkej vody z júna 2010 pri optimalizácii retencie

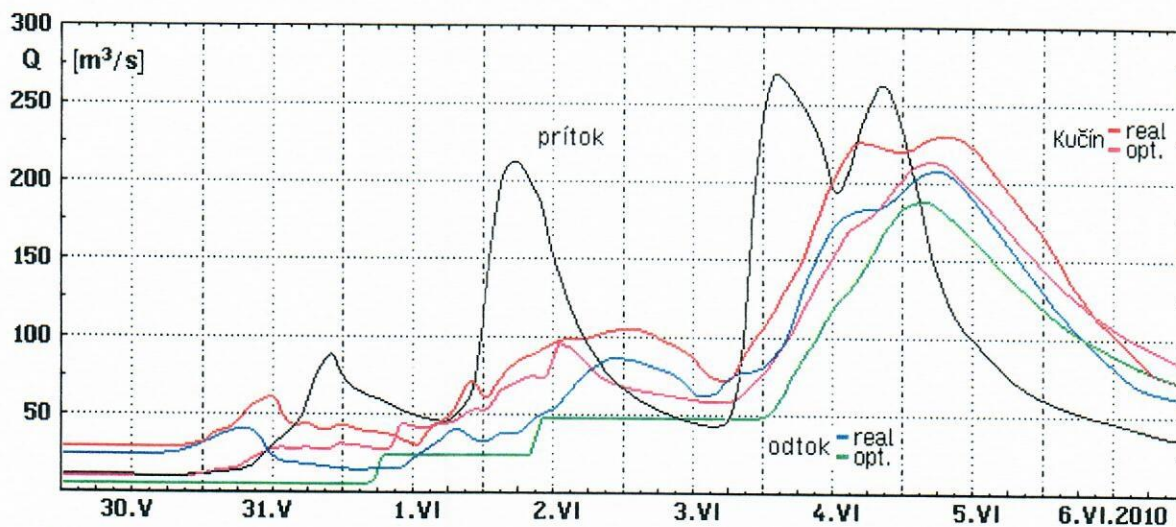
Graf na obr. 3.7 znázorňuje manipuláciu VE, hladinový režim a transformáciu povodňovej vlny z „nábehovej“ hladiny 160,60 m Bpv. V dolnej hladinovej časti grafu je na porovnanie zakreslený aj skutočný vývoj hladiny v uvedenom období.

Pri tomto postupe, ktorý navrhujeme pre SVP a ktorý je podrobne opísaný v nasledujúcom článku správy, hladina vystúpi do retenčného priestoru o celé dva dni neskôr, pričom druhú vlnu sa podarí zachytiť celú a jej objem aj energeticky spracovať (využitie HEP). V poslednej fáze už rozdiel oproti skutočnej situácii nie je veľmi podstatný – hladina vystúpi na 162,88 m Bpv, čo je „len“ o 23 cm menej ako v skutočnosti a kulminačný odtok dosiahne 185 m³/s, t.j. o 29 m³/s, resp. o 14 % menej oproti skutočnému 214 m³/s. Trvanie kritického stavu v nádrži, ako aj pod ňou, je však podstatne kratšie.

Najvýraznejší efekt sa pri aplikácii optimálnej stratégie retencie dosiahne vo využití HEP (hydroenergetický potenciál). V tomto prípade predstavuje objem jalového odtoku priepadom len 18,70 mil.m³, čo je menej ako polovica objemu 44,52 mil.m³, ktorý priepadom odtiekol v skutočnosti. Len na porovnanie – aj tento „neudržateľný“ objem by stačil na 45 dní bežnej prevádzky.

Celkovo počas oboch povodní v máji a júni 2010 odtieklo priepadom nevyužiteľne až 80 mil.m³, čo by stačilo na 185 dní štandardnej prevádzky. Všetko sa pochopiteľne nedá zachytiť a využiť ani pri optimálnom postupe, ale bolo by to len 32,5 mil.m³.

Porovnanie vývoja povodňovej situácie pod nádržou po Kučín znázorňuje graf na obr. 3.8.



Obr. 3.8 – porovnanie vývoja povodňovej situácie na Ondave pod V.Domašou v júni 2010

Graf na obr. 3.8 znázorňuje porovnanie odtokov z vyrovnávacej nádrže Malá Domaša a prietokov v profile Hencovce (Kučín) pri optimálnej retencii so skutočnosťou. Z hľadiska kulminačných stavov rozdiely nie sú veľmi podstatné a v niektorých lokálnych kulmináciách, ako napr. na poludnie 2.júna, sú prietoky takmer identické. Nasledujúcich 60 hodín po finálnu kulmináciu sú však sústavne o 25 až 40 m³/s nižšie, čo v Kučíne predstavuje rozdiel v hladine 45 až 70 cm. Najpodstatnejší je však rozdiel v objemoch nad prietokom 150 m³/s, ktorý má záplavový charakter.

K uvedenému porovnaniu treba ešte poznamenať, že prietoky k profilu Kučín nie sú úplne porovnateľné – skutočná situácia totiž reflektuje implicitne aj efekt skutočnej difúzie, t.j. rozlievania vrcholových častí vlny v inundáciách, kým simulácia bola počítaná 1-rozmerným modelom, ktorý s difúziou explicitne nepočíta. Presnejšie riešenie vyžaduje aplikáciu 2D modelu, ktorý je podstatne zložitejší a treba k nemu podklady DMT (digitálny model terénu), ktoré nemáme k dispozícii. Naproti tomu sa však pri optimálnom variante ani veľmi nemá čo rozlievať, lebo prietok len zriedka a v malom objemovom rozsahu prekračuje tzv. korytové hodnoty.

3.2 OSRPP – optimálna stratégia retencie povodňových prietokov

V predchádzajúcom článku správy bola viackrát zmienená optimalizácia retenčnej funkcie nádrže. Táto pozostáva z dvoch základných prvkov:

- posilnenia objemovej zložky o časť zásobného priestoru, t.j. zníženia nábehovej hladiny
- postupu aktivácie výpustných zariadení, najmä podpriehradovej VE, podľa vývoja situácie

Posilnenie retenčného účinku možno dosiahnuť udržiavaním nižšej hladiny, ako je max. prevádzková, ale so zohľadnením skutočnosti, že sa tým môže čiastočne oslabiť zásobná funkcia nádrže. Z tohto hľadiska sa javí ako optimálna úroveň 160,60 až 161,00 m Bpv, ktorá sa ešte neprejaví významnejším oslabením zásobnej funkcie. Teoreticky možno uvažovať až s úrovňou 161,00 m Bpv, má to však menší organizačný aspekt – aplikácia ďalšieho postupu totiž vyžaduje koordináciu činnosti VE, pričom prípadné požiadavky na priebežnú prevádzku treba nahlásiť na energetický dispečing najmenej deň vopred. To síce v prípade povodňových situácií, ktoré vznikajú v ráde niekoľkých hodín, tak či onak nie je možné, ale aj predstih 6 až 12 hodín je lepší ako urgentná intervencia.

Preto je vhodnejšie udržiavať o 20 až 50 cm nižšiu hladinu, aby hneď po prekročení kóty 161,00 m Bpv mohla VE neodkladne zahájiť prevádzku. Taktiež identifikácia nastávajúcej povodňovej situácie trvá nejaký čas. Prakticky to znamená, že stúpanie hladiny z kóty napr. 160,50 po kótu 161,00 poskytne čas na príslušné organizačné opatrenia, resp. overenie, že nejde o „planý poplach“. Najlepšie si to môžeme vysvetliť práve na situácii podľa obr. 3.7.

Prvá fáza – organizačná

Počas povodne v júni 2010 by prvá fáza prebehla 30.-31.mája, pri nábehovej hladine na kóte 160,60 m Bpv. Všimnime si, že v tejto fáze pracuje VE v štandardnom režime, t.j. s bežnou 5-hodinovou špičkou v ranných alebo večerných hodinách, ktorú netreba osobitne nahlasovať, resp. koordinovať. Do večera 31.mája hladina stúpne o 15 cm na kótu 160,75 m Bpv, čo už jasne indikuje potenciálnu povodňovú situáciu. V tomto čase sa na ED nahlási požiadavka na nepretržitú prevádzku jednej turbíny nasledujúci deň, pričom 1.júna ráno ešte VE nabehne v štandardnom režime, len s tým, že bežná špička sa neukončí, ale prevádzka bude od poludnia pokračovať nepretržite. ED teda upraví prevádzku až cca 12 hodín po nahlásení, čo by nemal byť zásadný problém. Ak ale z nejakých dôvodov VE požiadavku neakceptuje, zabezpečí príslušný odtok 25 m³/s po prekročení kóty 161,00 m Bpv SVP vlastnými prostriedkami, t.j. dnovým výpustom. V danom prípade nastane táto situácia 1.júna o 7,00 hod. a tým systém prechádza plynulo do 2.fázy.

Zostáva ešte dodať, aký by bol postup, keby povodňová situácia 2.júna nepokračovala, ale prítok by klesal do normálu. V takom prípade by nepretržitá prevádzka VE trvala dovtedy, kým hladina v nádrži opäť neklesne pod úroveň 161,00 m Bpv - potom sa odľahčovací režim ukončí a prejde sa na bežný režim s 5-hodinovou energetickou špičkou.

Druhá fáza – odľahčovací režim

Druhá fáza začína pod prekročení kóty 161,00 m Bpv. Po dosiahnutie hladiny 161,50 m Bpv sa nádrž vypúšťa jednou turbínou s prietokom 24-25 m³/s, alebo cez DV s adekvátnym odtokom v prípade výpadku VE. Po prekročení kóty 161,50 m Bpv zahájí prevádzku aj druhá turbína VE – odtok 48-50 m³/s. Táto fáza prechádza plynulo do tretej fázy po prekročení kóty 162,00 m Bpv, kedy začína voda prepadať cez BP. Odľahčovací režim sa ukončí, keď hladina opäť klesne pod úroveň 161,00 m Bpv.

Celý systém optimalizácie retencie je veľmi jednoduchý a nevyžaduje žiadne zvláštne opatrenia, ani zložitý informačný systém. Rozhodovací proces vychádza len z vývoja hladín v nádrži, ktorý je vždy adekvátny vývoju prítokov, pričom okamžitý stav vodných hladín je prevádzke SVP vždy známy a spoľahlivý – a to aj pri prípadnom výpadku automatizovaného monitorovacieho systému.

Rôzne predpovedné a výstražné systémy, ako napr. známy POVAPSYS sa totiž doposiaľ, napriek značnému úsiliu SHMÚ, nepodarilo dotiahnuť na takú úroveň spoľahlivosti, aby boli prakticky použiteľné. Spomínaný systém napr. v niektorých obdobiach vydáva vážne výstrahy každý druhý deň, čo na príslušnej web-stránke vyzerá efektne, ale len jedna z desiatich je pritom opodstatnená. Pri takejto (ne)presnosti a (ne)spoľahlivosti nemá význam sa prípadnou implementáciou podobného systému ani zaoberať.

K otázke určenia nábehovej hladiny na kóte 160,50 m Bpv alebo o niečo vyššej treba ešte poznamenať, že táto nepredstavuje nejaký „tvrdý“ limit či trvalú hodnotu. Všimnime si, že podobných „vlniek“ ako prvá vlna 31.mája 2010, sa na Ondave vyskytuje zhruba 10 takmer každoročne a pri každej hladina povyskočí. V reálnej prevádzke bude teda, najmä v apríli až júni, neustále „pendlovať“ medzi 160,50 a 161,00 m Bpv v štandardnom režime.

4. SÚHRN A ZÁVERY

V II. etape riešenia, ktorej správu tu predkladáme, sme sa zaoberali analýzou plnenia základných vodohospodárskych funkcií nádrže Veľká Domaša a skúmaním vplyvu rôznych opatrení na zabezpečenie požadovaného plnenia týchto funkcií alebo naopak možností ich prípadného obmedzenia nevhodnými opatreniami.

Nádrž plní dve hlavné strategické funkcie:

- zásobnú, spočívajúcu v nadlepšovaní prietokov Ondavy pre potreby ďalšieho využitia vody v spádovej oblasti rôznymi oprávnenými hospodárskymi subjektami a na zabezpečenie vyhovujúcich ekologických parametrov toku
- retenčnú, spočívajúcu v zaistení vlastnej bezpečnosti a v ochrane územia v okolí toku pod priehradou pred škodlivými účinkami veľkých vôd na Ondave.

4.1 Zásobná funkcia nádrže

Pri posúdení zásobnej funkcie bolo hlavnou otázkou riešenia, či je nádrž schopná svojou kapacitou a v rámci súčasných odtokových pomerov v povodí Ondavy spoľahlivo zabezpečiť doterajšiu úroveň nadlepšeného prietoku $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a ak nie, identifikovať hodnotu nadlepšenia, akú je ešte schopná zabezpečiť.

V rámci riešenia tejto otázky sme sa zamerali najmä na podrobný rozbor kritickej situácie v rokoch 2011 a 2012, kedy došlo k výraznému, doposiaľ najväčšiemu vyčerpaniu zásobného priestoru nádrže a poklesu hladiny, pričom boli zavedené aj mimoriadne núdzové opatrenia a dočasné obmedzenie nadlepšovaného prietoku.

Súčasťou riešenia tejto otázky bol aj rozbor príčinných súvislostí, t.j. čo podmienilo vznik tejto kritickej situácie. Z rozboru vyplynulo, že ku vzniku uvedenej situácie došlo v dôsledku súhry viacerých faktorov – prirodzených aj technických.

Hlavnou prirodzenou príčinou tejto situácie boli nepriaznivé klimatické podmienky, čiže výrazná klimatická fluktuácia, spočívajúca v dlhodobom zvýšení teplôt ovzdušia, čo kauzálne podmienilo zvýšenie územného výparu v povodí a zníženie prítokov do nádrže, ako aj výparu z vodnej plochy nádrže.

Okrem toho sa na vyčerpaní nádrže v menšej, ale nie zanedbateľnej miere podieľala aj technologická nedisciplinovanosť jedného z užívateľov a čiastočne spoluprevádzkovateľov VD, konkrétne MVE na vyrovnávacej nádrži Malá Domaša, ktorej úlohou je zabezpečenie finálneho odtoku do Ondavy. Na tejto MVE bol nesprávne nastavený regulačný systém, takže v skutočnosti sa zo sústavy vypúšťal o 10 až 15 % väčší odtok oproti stanovenej hodnote $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Tým došlo v rokoch 2011-2012 k dodatočnej strate objemu zhruba o 16 mil. m^3 , čo sa na finálnom poklese hladiny prejavilo hodnotou cca 1,5 m.

Po zhodnotení všetkých zistených skutočností a variantnom preriešení hladinového režimu sme dospeli k záveru, že nádrž pri dôslednom dodržiavaní technologickej disciplíny a pri zachovaní súčasných klimatických a odtokových pomerov je schopná zabezpečiť doterajšiu úroveň nadlepšenia $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

V rámci doriešenia problematiky zostala zatiaľ otvorená možnosť zníženia nadlepšeného odtoku na úroveň $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$, čo by už jednoznačne postačovalo, alebo možnosť dočasného krátkodobého obmedzovania nadlepšenia od určitej kritickej minimálnej hladiny v prípadoch možného výskytu ešte výraznejších fluktuácií prítokov. Na základe dohody so zadávateľom úlohy na výrobnom výbore sa tieto otázky doriešia v rámci III. etapy riešenia štúdie, ktorá je už rozpracovaná.

4.2 Retenčná funkcia nádrže

Pri posúdení retenčnej funkcie bolo hlavnou otázkou riešenia, či je nádrž schopná svojim retenčným priestorom a v rámci súčasného povodňového režimu Ondavy bezpečne previesť kritické návrhové povodňové vlny a poskytnúť pritom aj dostatočnú protipovodňovú ochranu spádovej oblasti toku.

V rámci riešenia tejto otázky sme sa zamerali najmä na podrobný rozbor vývoja veľkých vôd v máji a júni 2010, kedy došlo na celom Slovensku k rozsiahlym záplavám, vrátane povodí Ondavy a Tople. Posudzovala sa pritom aj retenčná účinnosť nádrže vo vzťahu k pomeroch na toku pod nádržou po Vranov nad Topľou a možnosti posilnenia retencie.

Okrem rozboru skutočných povodňových situácií v roku 2010 boli v rámci tejto časti riešenia vytvorené aj virtuálne návrhové N-ročné povodňové vlny vo forme hydrogramov, t.j. s komplexne integrovanými charakteristikami (prietok – objem – dynamika) a na ich základe posúdiť retenčnú funkciu v extrémnych situáciách. Skutočné vlny z roku 2010 totiž podľa údajov SHMÚ dosiahli sotva úroveň 10-ročnej vody, hoci o tom možno vcelku opodstatnene pochybovať. Preto bolo nutné vytvoriť aj podklady nezávislé na zdrojoch a metodike SHMÚ.

Pri posúdení retenčnej funkcie sa ukázalo, že z hľadiska súčasného povodňového režimu Ondavy je doterajší retenčný priestor nádrže nedostatočný, resp. postačujúci len na zaistenie vlastnej ochrany priehrady, ale nie na účinnú intervenciu v protipovodňovej ochrane spádovej oblasti. To je spôsobené jednak sústavným znižovaním priestoru nad kótou 162,00 m Bpv vplyvom zanášania splaveninami a tiež zrýchlením koncentrácie veľkých vôd v povodí nad nádržou v dôsledku rozvoja infraštruktúry a lokálnych protipovodňových opatrení.

Na základe vykonaných rozborov a zistených skutočností navrhujeme zaviesť niektoré systémové opatrenia na posilnenie retenčného účinku nádrže. Tieto opatrenia sú zhrnuté v Optimálnej Stratégii Retencie Povodňových Prietokov (OSRPP), ktorá je opísaná v článku 3.2 predloženej správy a dokumentovaná príkladmi aplikácie v prílohách (v digitálnej verzii v súboroch formátu MS Excel). V digitálnej verzii správy sú v prílohách aj všetky podklady, t.j. hydrogramy príslušných vln vo všetkých uzlových profiloch povodia Ondavy od Svidníka po Kučín.

Základom OSRPP je znížená, tzv. vyčkávací alebo nábehová hladina, zhruba na úrovni 160,50 až 161,00 m Bpv, nad ktorú by sa mala nádrž plniť len počas povodňových situácií, resp. v obdobiach zvýšených (nadnormálnych) prietokov. Toto opatrenie nevyžaduje úpravu doterajšieho MP, ale možno ho aplikovať v jeho rámci ako zásadu, resp. odporúčanie. Taktiež to zásadným spôsobom neovplyvní zásobnú funkciu nádrže – bilančné analýzy boli riešené so zohľadnením uvedeného hladinového limitu. Ďalšou prednosťou aplikácie tejto manipulačnej schémy je podstatne vyššia využiteľnosť HEP, spočívajúca v eliminácii tzv. jalového odtoku.

K retenčnej funkcii treba ešte poznamenať jedno dôležité zistenie. Pri kalibrácii simulátora a revízii podkladov riešenia vznikli určité pochybnosti o platnosti mernej krivky BP – zatiaľ, na úrovni dostupných podkladov, ale nebolo možné overiť, či ide o chybné údaje o odtoku cez VE alebo o deviáciu krivky BP. V každom prípade však bol zistený určitý (či skôr neurčitý) objemový rozdiel, ktorý indikuje možnosť zníženej kapacity priepadu.

Priepad bol v projekte zrejme počítaný podľa bežných hydraulických vzorcov – čo sme aj rovnakým spôsobom overili. Predpokladá sa však, že bude vždy nezahľtený, t.j. že hladina v zbernom žľabe za priepadom bude vždy nižšie, ako je koruna priepadu. Ak ale nebude, potom máme veľký latentný problém. Predbežne to vyzerá tak (hrubým odhadom), že ak aj nie v celom rozsahu, ale minimálne v zadnej časti nebude mať priepad plnú kapacitu. Preto odporúčam preskúmať túto záležitosť dôkladnejšie a venovať tomu zvýšenú pozornosť.

5. LITERATÚRA

BENICKÝ, J.: VS Veľká Domaša: I. – Analýza hydrologického režimu prevádzky vodnej nádrže. Záverečná správa I.etapy riešenia. VÚVH, Bratislava, jún 2013.

HUCKO, P. – BENICKÝ, J. – PATSCHOVÁ, A. – CHALUPKOVÁ, K. – LUTHER, S.: Dopadová štúdia na zmenu manipulačného poriadku VS Veľká Domaša. Záverečná správa č.6961. VÚVH, Bratislava 2010

KÁLNOVÁ, V. – BENICKÝ, J.: Prehodnotenie objemov nádrží vodných diel PBaH – 2. Veľká Domaša. Čiastková správa úlohy B-PÚ-DOD-490.00.00. VÚVH, Bratislava 1984.

Manipulačný poriadok pre VS Veľká Domaša. SVP, š.p. – OZ Košice. Košice, marec 2008.

6. PRÍLOHY

P-II-3.1 Transformácia návrhovej 100-ročnej povodňovej vlny v nádrži Veľká Domaša

P-II-3.2 Transformácia návrhovej 500-ročnej povodňovej vlny v nádrži Veľká Domaša

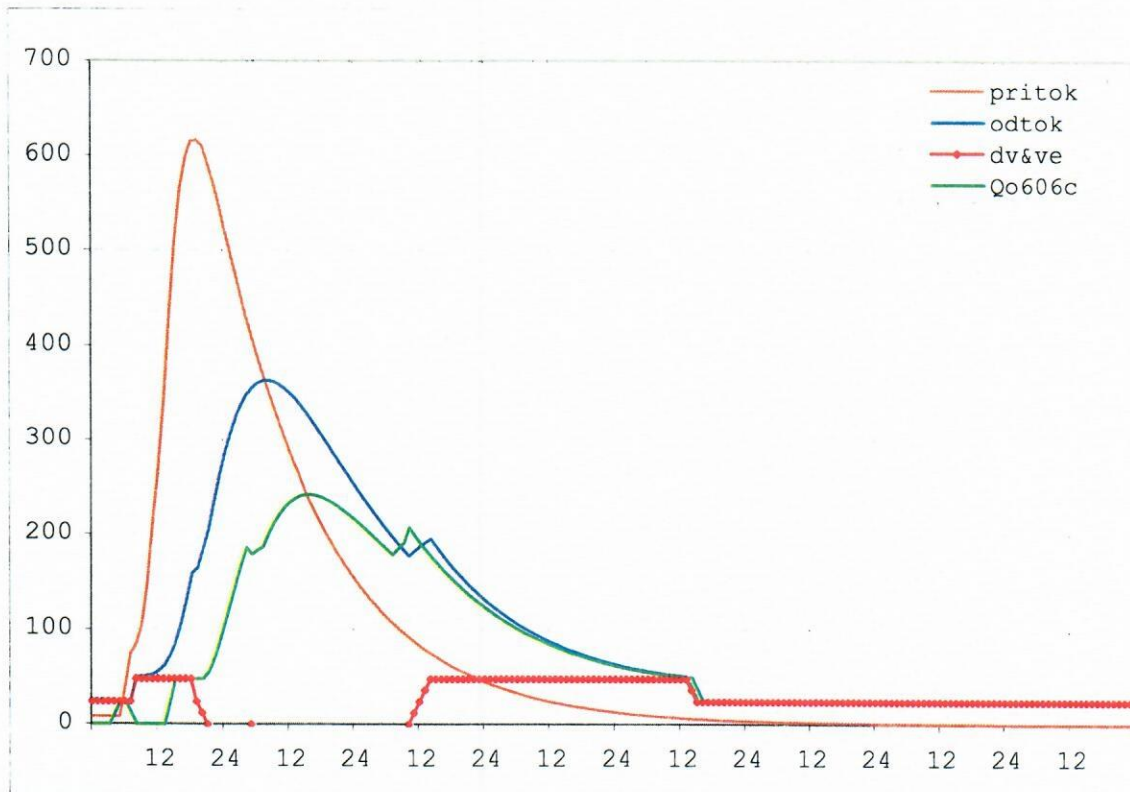
P-II-3.3 Retencia povodňovej vlny v máji 2010 nádržou Veľká Domaša

P-II-3.4 Retencia povodňovej vlny v júni 2010 nádržou Veľká Domaša

Digitálne verzie príloh sú uložené osobitne v súboroch: „rpv100vd.xls“, „rpv500wd.xls“, „rpv10maj.xls“ a „rpv10jun.xls“. Každý súbor obsahuje 3 pracovné hárky: „Nádrž“ s grafmi prietokov a vývoja hladín, s číselnými charakteristikami vývoja príslušnej povodňovej vlny (ako v tlačenej verzii), „Manip“ s podrobným číselným hodinovým rozpisom všetkých zdrojových údajov a „ondavapod“ s grafickým porovnaním variantov vývoja odtoku pod nádržou po Kučín.

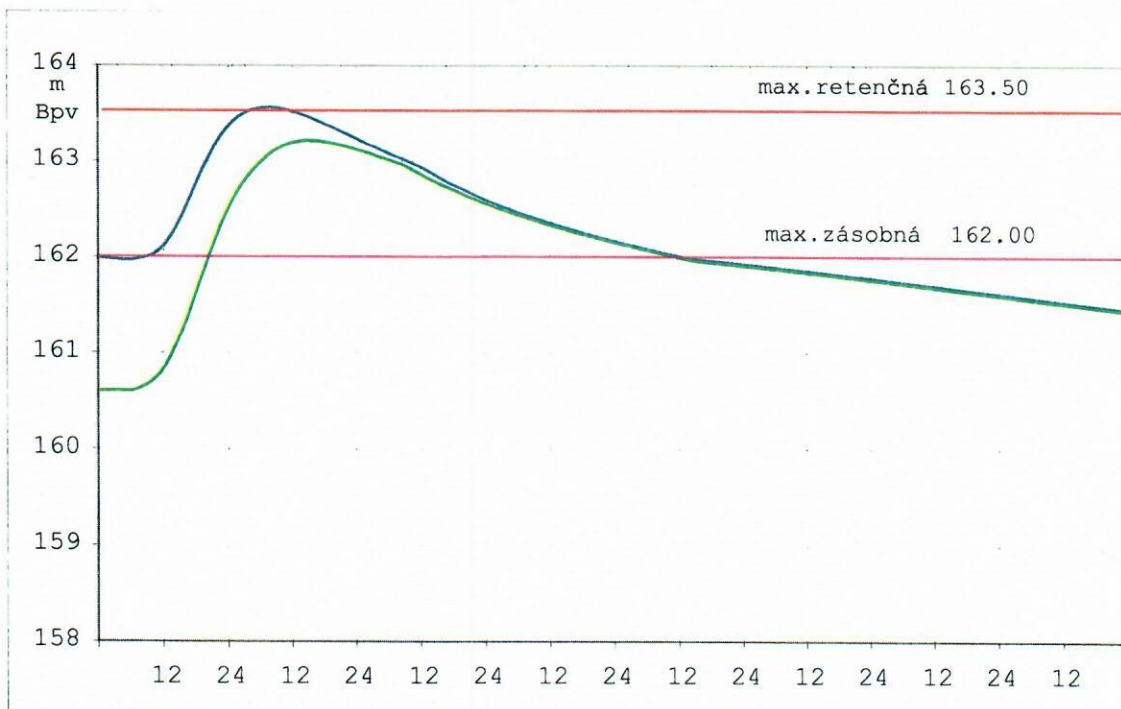
7. OBSAH

1.	ÚVOD	1
2.	KAPACITNÉ MOŽNOSTI A DOTERAJŠIA PREVÁDZKA NÁDRŽE	3
2.1	Kapacita nádrže	3
2.2	Vývoj hladín v nádrži Veľká Domaša od jej uvedenia do prevádzky	5
2.3	Poznatky a poučenie z kritického vývoja hladín v rokoch 2010-2013	6
2.4	Optimálny hladinový režim nádrže a kritické stavy	10
3.	RETENČNÁ FUNKCIA NÁDRŽE A PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA	11
3.1	Retenčná činnosť nádrže počas povodní v máji a júni 2010	15
3.2	OSRPP – optimálna stratégia retencie povodňových prietokov	19
4.	SÚHRN A ZÁVERY	21
4.1	Zásobná funkcia nádrže	21
4.2	Retenčná funkcia nádrže	22
5.	LITERATÚRA	23
6.	PRÍLOHY	23
7.	OBSAH	23

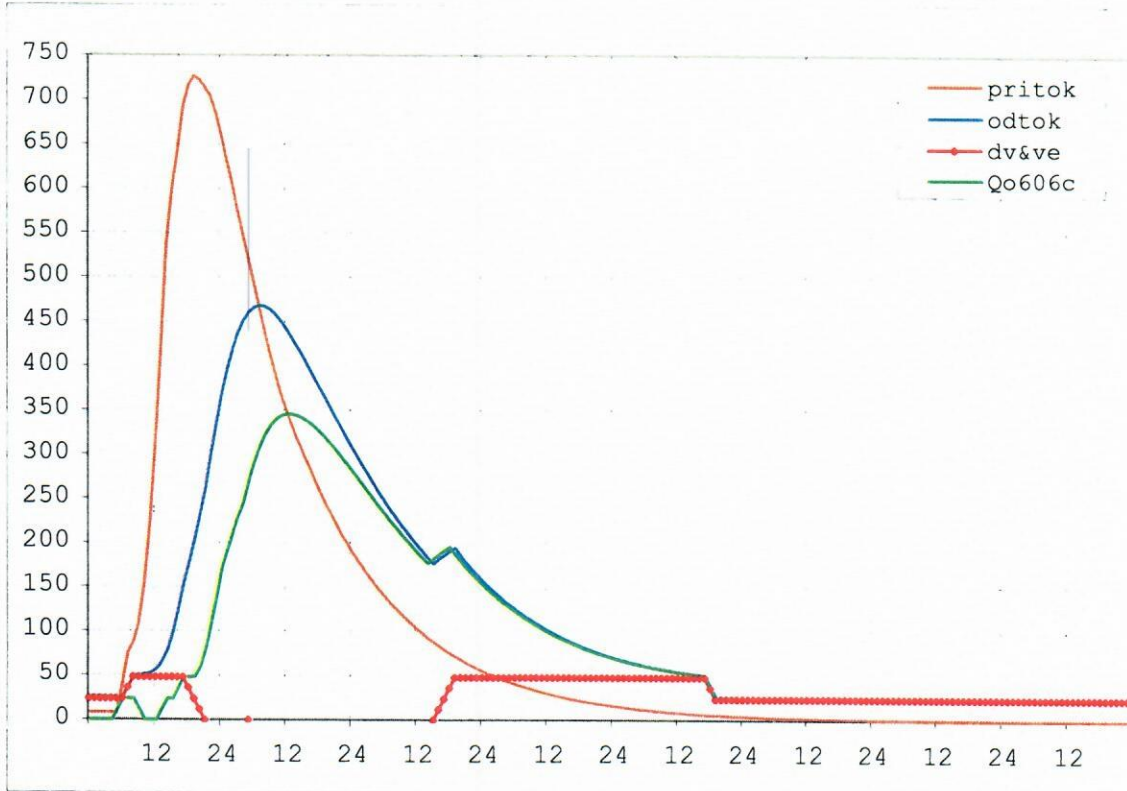


dátum 01.07 02.07 03.07 04.07 05.07 06.07 07.07 08.07

162.00 **vývoj hladiny v nádrži počas manipulácie - max.H = 163.56** 161.46
 160.60 alt. max.H = 163.22 161.45

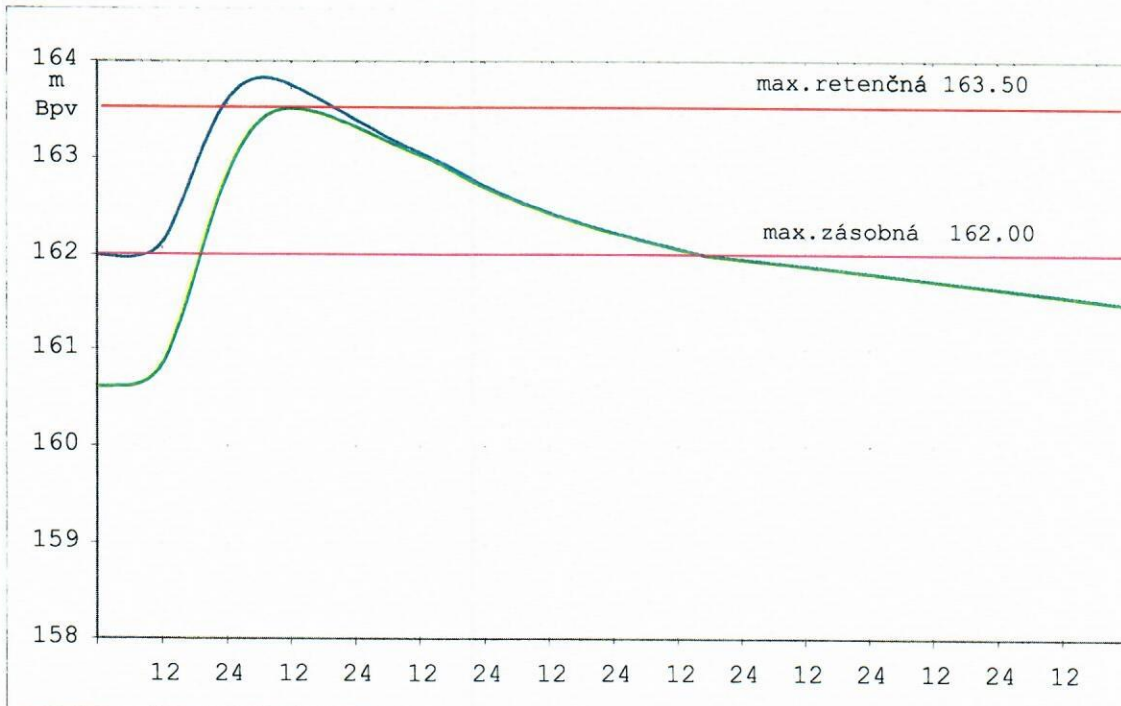


prítok	291.238	313.454	90.879	26.368	7.552	2.215	0.793	0.500
ve&zv	34.364	0.000	39.429	48.000	38.500	24.000	24.000	24.000
odtok	88.906	325.041	189.120	92.001	43.620	24.010	24.000	24.000
Qo606c	24.743	207.123	176.737	88.104	43.871	24.000	24.000	24.000

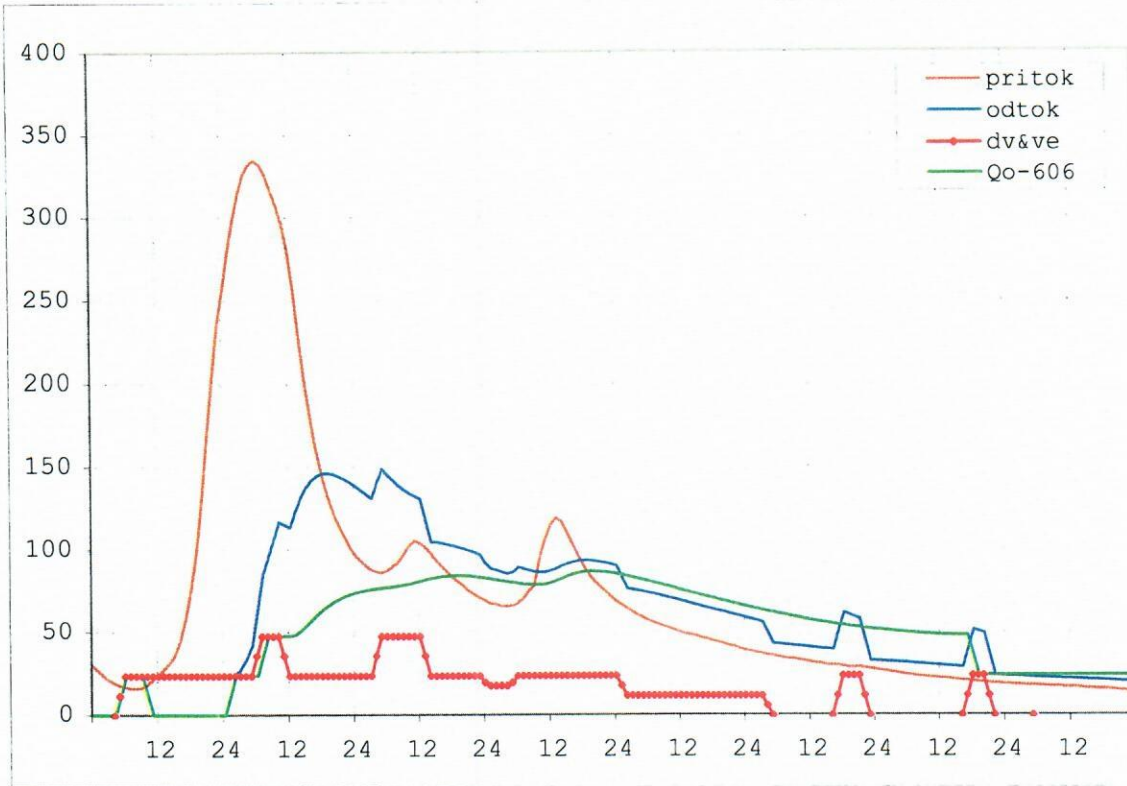


dátum 08.06 09.06 10.06 11.06 12.06 13.06 14.06 15.06

162.00 vývoj hladiny v nádrži počas manipulácie - max.H = 163.83 161.50
 160.60 alt. max.H = 163.52 161.50

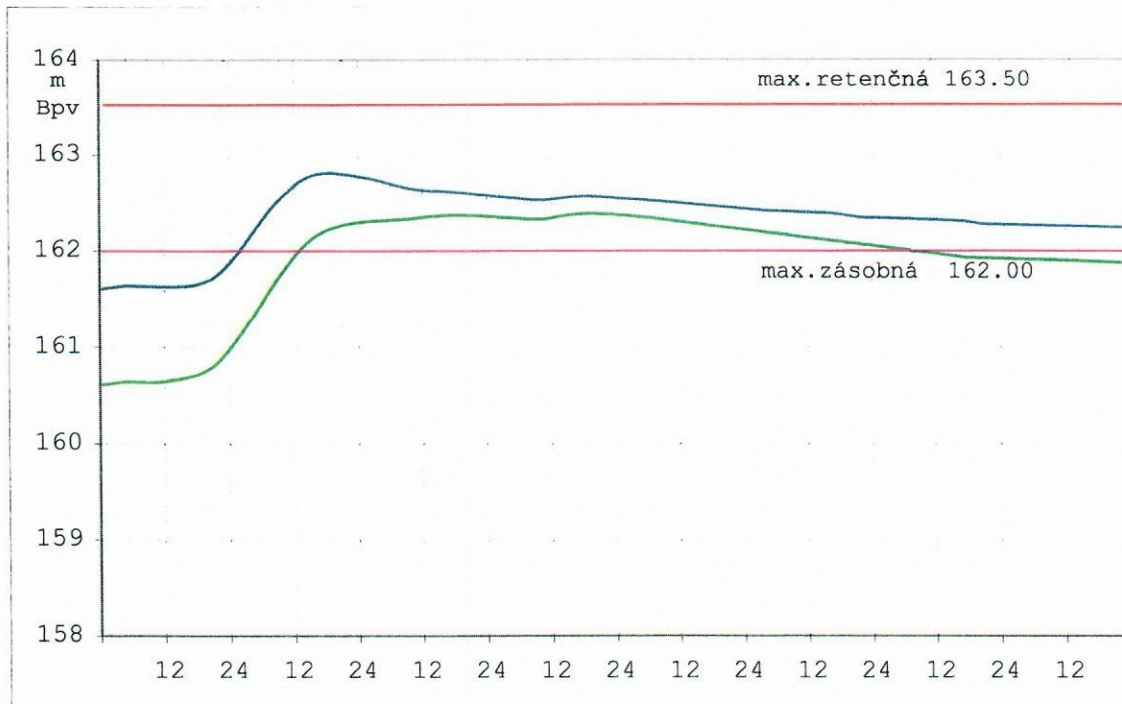


prítok	342.417	390.883	112.796	32.700	9.408	2.535	0.850	0.501
ve&zv	34.364	0.000	34.667	48.000	42.500	24.000	24.000	24.000
odtok	104.644	411.547	218.690	107.101	51.257	24.111	24.000	24.000
Qo606c	30.097	297.843	209.444	104.981	50.874	24.088	24.000	24.000

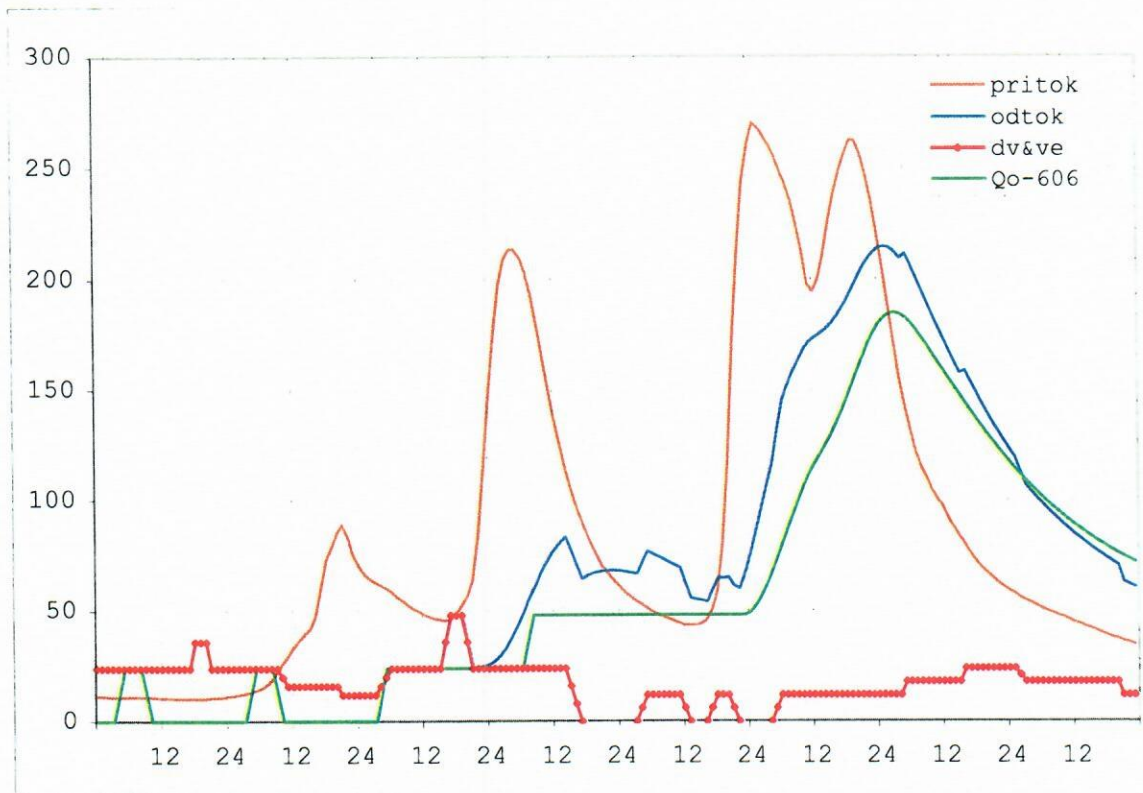


dátum 16.05 17.05 18.05 19.05 20.05 21.05 22.05 23.05

161.63 vývoj hladiny v nádrži počas manipulácie - max.H = 162.82 162.25
 160.60 alt. max.H = 162.39 161.88

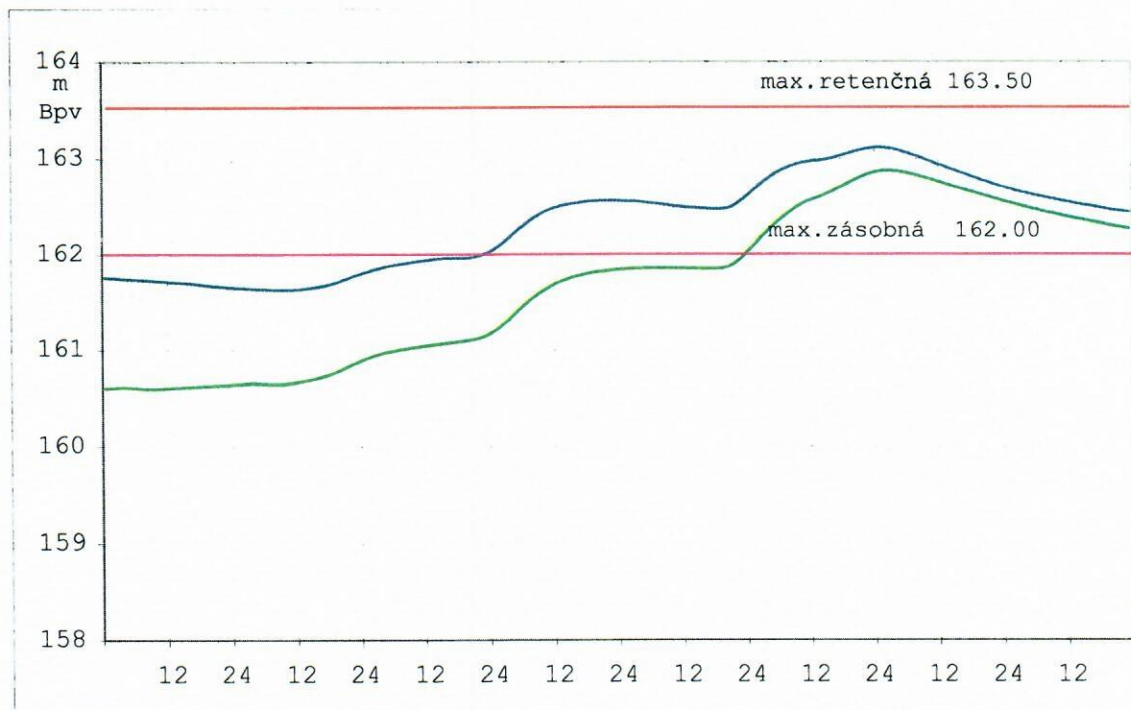


prítok	57.613	239.488	89.921	85.017	52.333	32.890	22.919	17.043
ve&zv	22.200	29.000	33.000	22.667	12.750	12.429	13.714	0.000
odtok	18.500	100.626	121.548	89.505	69.900	47.672	33.275	21.933
Qo-606	5.000	45.568	80.338	82.530	75.970	58.133	43.491	24.000



dátum 30.05 31.05 01.06 02.06 03.06 04.06 05.06 06.06

161.77 vývoj hladiny v nádrži počas manipulácie - max.H = 163.11 162.45
 160.60 alt. max.H = 162.88 162.28



prítok	10.774	39.557	58.750	140.229	73.925	240.517	111.204	45.817
ve&zv	25.500	19.000	25.500	21.333	8.000	11.100	18.750	17.875
odtok	25.500	19.000	25.631	59.553	65.755	160.329	175.868	87.451
Qo606d	5.000	5.000	19.500	40.500	48.005	111.244	157.883	91.354