

# VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA

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



**Riešiteľ:**

**Ing. Jozef Benický**

**Názov úlohy:**

**VS Veľká Domaša – analýza hydrologického režimu prevádzky vodnej nádrže**

**Interné číslo úlohy:**

**3204**



**Bratislava , jún 2013**

Generálna riaditeľka ústavu:

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.

Riaditeľ odboru:

Ing. Dušan Abaffy, PhD.

Vedúci oddelenia:

Ing. Katarína Holubová, PhD.

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Jozef Benický

## VS Veľká Domaša: I. – analýza hydrologického režimu prevádzky vodnej nádrže

### 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 zostavovatelia petície sa nazdávajú, že tým by sa problém vyčerpania nádrže vyriešil.

Na podnet verejnosti k riešeniu danej problematiky správca 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 1. etapu – analýzu hydrologického režimu rieky Ondavy ako dominantného prítoku do nádrže a súčasne aj recipientu nádrže. Hlavným cieľom tejto etapy je zistiť, do akej miery sa odtokový režim Ondavy a jeho prípadné možné zmeny z dôvodu klimatických zmien podieľajú na súčasnom kritickom vývoji kolísania hladiny v nádrži a aké sú možnosti intervencie zo strany SVP ako správcu a prevádzkovateľa vodného diela na zlepšenie tohto stavu.

Ďalším cieľom riešenia tejto etapy je príprava a spracovanie hydrologických podkladov na riešenie ďalších dvoch nadväzujúcich etáp, nakoľko odtokové pomery Ondavy sú kľúčovým a rozhodujúcim činiteľom z hľadiska kapacitných možností doplňovania objemu nádrže. To v konečnom dôsledku limituje aj vodohospodársku bilanciu nádrže a technické možnosti jej zlepšenia.

Nakoľko prítok do nádrže sa priamo nemeria – najbližší referenčný profil pozorovacej siete SHMÚ nad nádržou je v Stropkove – v rámci hydrologickej analýzy bolo potrebné vykonať aj analýzu doterajšej prevádzky nádrže, na základe ktorej sa odvodili celkové prítoky do nádrže za ostatných 45 rokov, t.j. v období 1968-2012. V rámci tejto činnosti boli spracované a zrevidované aj vodohospodárske podklady, t.j. denné stavy hladiny v nádrži a denné odtoky (vypúšťanie), ktoré budú ďalej použité aj v nasledujúcich etapách riešenia, zameraných na technické a technologické aspekty problematiky.

Osobitný dôraz sa počas riešenia kládol na analýzu odtokových pomerov počas tzv. kritických málovodných období, t.j. výskytu období s deficitom prítoku voči požadovanému nadlepšaniu (odtoku) a identifikáciu možných príčin týchto úkazov. Súčasne však boli spracované aj podklady k analýze režimu veľkých vôd, ktoré vytvárajú v rámci prevádzky nádrže tzv. spätnú väzbu – nadmerne vysoký stav hladiny v nádrži môže v povodňových obdobiach totiž podmieniť zlyhanie jej retenčnej funkcie a ohrozenie spádovej oblasti toku Ondavy pod nádržou, napr. v okolí Vranova nad Topľou.

## 2. ODTOKOVÉ POMERY V POVODÍ ONDAVY

Analýza odtokových pomerov pozostáva z dvoch hlavných častí. Prvou je hydrologická analýza odtokových pomerov v povodí Ondavy nad priehradou a v spádovej oblasti nádrže, t.j. po profil Horovce. Súčasťou tejto časti je aj orientačná analýza klimatických pomerov v povodí, najmä prvkov dominantne ovplyvňujúcich vodnú bilanciu povodia, t.j. zrážok a letných teplôt ovzdušia, ktoré podmieňujú výparnosť. Hlavným cieľom tejto časti riešenia je zostavenie územnej odtokovej bilancie, t.j. identifikácia priestorového rozdelenia a celkovej úrovne vodnosti v povodí nádrže a orientačná analýza trendov vývoja vodnosti, t.j. jeho rozdelenia v čase – zmeny vodnosti v rôznych obdobiach a očakávateľný rozsah deficitov.

Druhá časť sa zaoberá analýzou hladinového režimu nádrže vo vzťahu k hydrologickým a vodohospodárskym podmienkam, špecifikovaným v prvej časti. Súčasťou riešenia bola aj analýza doterajšieho hladinového režimu nádrže od uvedenia VD do prevádzky, t.j. od roku 1967, vrátane určenia prítokov do nádrže a minimálneho možného odtoku. Z metodického hľadiska boli aplikované prevažne štatistické a simulačné metódy. Pomocou štatistických metód bol vyhodnotený doterajší hladinový režim a identifikované typické a kritické hodnoty v jednotlivých obdobiach. Simulačnými metódami sa posudzovali kapacitné možnosti nádrže pre dohodnuté scenáre manipulácie. Pritom boli zohľadnené aj zmeny objemu nádrže podľa posledných meraní (VÚVH 2009).

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 prerozdelenie 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. Hydrologické a klimatologické podklady riešenia

Základnými hydrologickými podkladmi riešenia boli časové rady priemerných denných prietokov z pozorovacích profilov siete SHMÚ v oblasti nádrže. Pri výbere týchto podkladov sme sa zamerali najmä na obdobie rokov 1961-2000, ktoré predstavuje nové tzv. štandardné referenčné obdobie (predtým 1931-1980). Vzhľadom na synchronizáciu s manipulačnými údajmi boli základné rady 1961-2000 doplnené ešte o novšie údaje do roku 2010, resp. 2012. V niektorých profiloch však začali systematické pozorovania až po roku 1961, takže nie všetky rady obsahujú kompletné údaje z celého referenčného obdobia.

Na analýzu odtokových pomerov boli použité údaje z nasledujúcich pozorovacích profilov staničnej siete SHMÚ a období:

• Ondava: Svidník	1991-2010	20 rokov
• Ladomírka: Svidník	1991-2010	20 rokov
• Ondava: Stropkov	1968-2010	43 rokov
• Oľka: Jasenovce	1961-2010	50 rokov
• Ondávka: Tovarné	1993-2010	18 rokov
• Ondava: Hencovce	1993-2010	18 rokov
• Topľa: Hanušovce	1961-2010	50 rokov
• Ondava: Horovce	1961-2010	50 rokov

Okrem týchto základných hydrologických podkladov boli na riešenie použité aj niektoré ďalšie doplňujúce údaje. Napr. na analýzu dlhodobých trendov odtoku boli ešte použité údaje o priemerných mesačných (nie denných) prietokoch Ondavy v profile Trepca v období 1931-1965. Tento profil sa nachádzal približne 2 km nad priehradovým profilom VD Veľká Domaša a bol zaplavený nádržou. Údaje z Tople boli použité jednak ako referenčný rad na homogenizáciu prepojenia údajov zo Stropkova a Trepca, ako aj na posúdenie odtokových pomerov v povodí pod nádržou po Horovce (Topľa sa vlieva do Ondavy nad Horovcami).

V súčasnosti sú na Ondave ešte pozorovacie profily Miňovce (na hornom konci vzdutia nádrže) a Hencovce (pod nádržou). Tieto však majú len operatívny charakter a boli zriadené až v roku 1992, takže zatiaľ ešte nemajú dostatočne dlhé rady pozorovaní na komplexnú analýzu odtokových pomerov. Údaje z týchto profilov sa použili len na podrobnejšiu analýzu vybraných situácií ad-hoc. K profilu Miňovce treba ešte poznamenať, že tento sa pri vysokých vodných stavoch v nádrži nachádza vo vzdutí, ktoré ovplyvňuje mernú krivku prietokov a tým aj reprezentatívnosť odvodených prietokov.

Kľúčovým pozorovacím profilom z hľadiska vodnej bilancie nádrže Veľká Domaša je profil v Stropkove, ktorý sa nachádza viac ako 25 km nad priehradou. Plocha povodia Ondavy k tomuto profilu je 578,4 km<sup>2</sup>, kým plocha povodia k priehradovému profilu je až 827,2 km<sup>2</sup>. To znamená, že odtok z 30 % plochy povodia nádrže nie je monitorovaný a vzhľadom na priestorové rozloženie špecifického odtoku (v pramenných oblastiach je väčší) je objemová diferenciacia ešte väčšia. Ani tento profil teda nie je dostatočne reprezentatívny na analýzu a priame hodnotenie vodnej bilancie nádrže.

Okrem toho bol profil založený až v roku 1967 a údaje z neho majú zníženú kvalitatívnu triedu spoľahlivosti – najmä údaje z prvých rokov pozorovaní sú dosť problematické. Preto nebolo možné určiť kvantitatívne charakteristiky odtoku v tomto profile pre štandardné referenčné obdobie 1961-2000. Tieto boli odvodené až pre nasledujúce 40-ročie 1971-2010, ale aj toto obdobie možno považovať za reprezentatívne a rozdiely oproti charakteristikám štandardného referenčného obdobia sú prakticky zanedbateľné.

Podstatne vážnejší problém z hľadiska vodnej bilancie predstavuje znížená spoľahlivosť (presnosť) údajov z profilu Stropkov. V najvyššej triede kvality hydrologických údajov sa všeobecne uvažuje s presnosťou  $\pm 10\%$  a táto sa považuje za veľmi dobrú. Menej známa je však skutočnosť, ako sa táto tolerancia (neurčitosť) premieta do dlhodobej vodnej bilancie nádrží. Napr. na Veľkej Domaši, pri priemernom prítoku rádovo 7,5 m<sup>3</sup>/s, predstavuje rozdiel 10 % hodnotu 23,65 mil.m<sup>3</sup> za rok! Táto objemová diferenciacia zodpovedá pri hladine na úrovni 160 m Bpv rozdielu 2,15 m a na úrovni 155 m Bpv rozdielu až 2,87 m.

Analogicky, z hľadiska miery nadlepšenia odtoku, to pri hodnote 5,0 m<sup>3</sup>/s predstavuje interval od 4,5 do 5,5 m<sup>3</sup>/s – čo je prakticky (ako ukazujú výsledky VH-riešenia) rozdiel medzi plnou nádržou a katastrofou! Preto treba venovať tejto otázke mimoriadnu pozornosť.

Vzhľadom na niektoré podstatné zmeny v odtokovom režime Ondavy, zistené pri analýze trendov odtoku (opísané osobitne ďalej), sme vykonali aj orientačnú analýzu klimatických pomerov vo forme analýzy trendov vývoja základných klimatických prvkov, ako sú zrážky a teploty ovzdušia. V tomto prípade sme vychádzali len z priemerných mesačných hodnôt, resp. mesačných úhrnov zrážok, ktoré boli prevzaté z rôznych periodických a účelových publikácií SHMÚ (napr. ročenky alebo zborníky prác). Prevažne ide o údaje zo stanice Stropkov, ktorá je (na daný účel) dostatočne reprezentatívna pre hornú časť povodia Ondavy.

## 2.2 Vodohospodárske podklady riešenia a identifikácia prítokov do nádrže

Základným prvkom vodohospodárskeho riešenia nádrží sú popri vodných stavoch a odtoku ešte prítoky do nádrže. Tieto sa však len zriedka merajú alebo pozorujú priamo, čo je dané ako zložitou morfológiou nádrží, tak aj technickými podmienkami pozorovacích profilov.

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. Z MP boli prevzaté aj údaje o požadovaných odberoch pod nádržou, resp. hodnotách odtoku z nádrže.

Pri odvodzovaní prítoku z medzipovodia, resp. celkového prítoku do nádrže možno použiť dva základné postupy – buď metódy tzv. hydrologickej analógie, alebo odvodenie z údajov o vodných stavoch v nádrži a odtoku z nej pomocou rovnice objemov nádrže. Všeobecne je presnejší a spoľahlivejší výpočet z rovnice objemov – podmienkou je však úplnosť a presnosť meraní základných prevádzkových veličín. Rovnicu objemov možno definovať v tvare

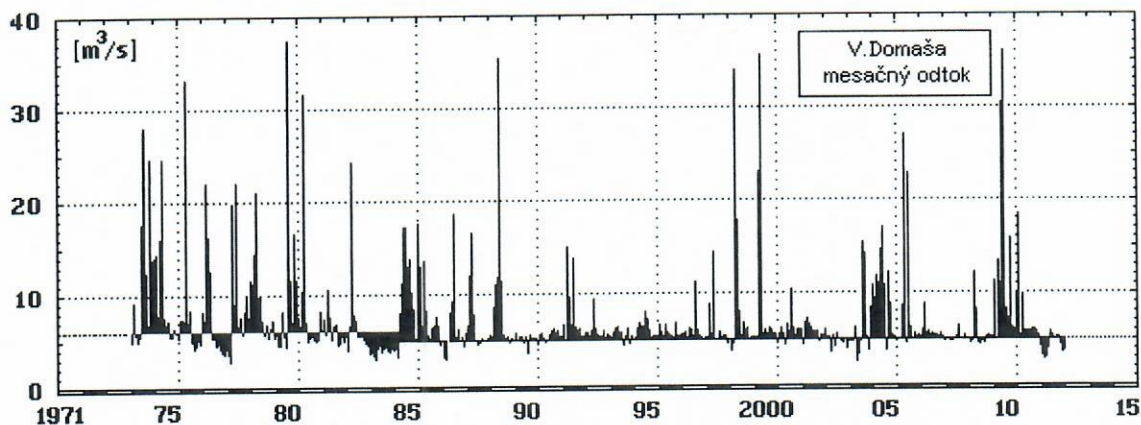
$$Q_p = Q_o + dV / dT + Q_s$$

kde  $Q_p$  je prítok,  $Q_o$  je odtok z nádrže,  $dV/dT$  je zmena objemu v časovom intervale (odvodená z vodných stavov cez čiaru objemov nádrže) a  $Q_s$  sú bilančné straty výparom a priesakom.

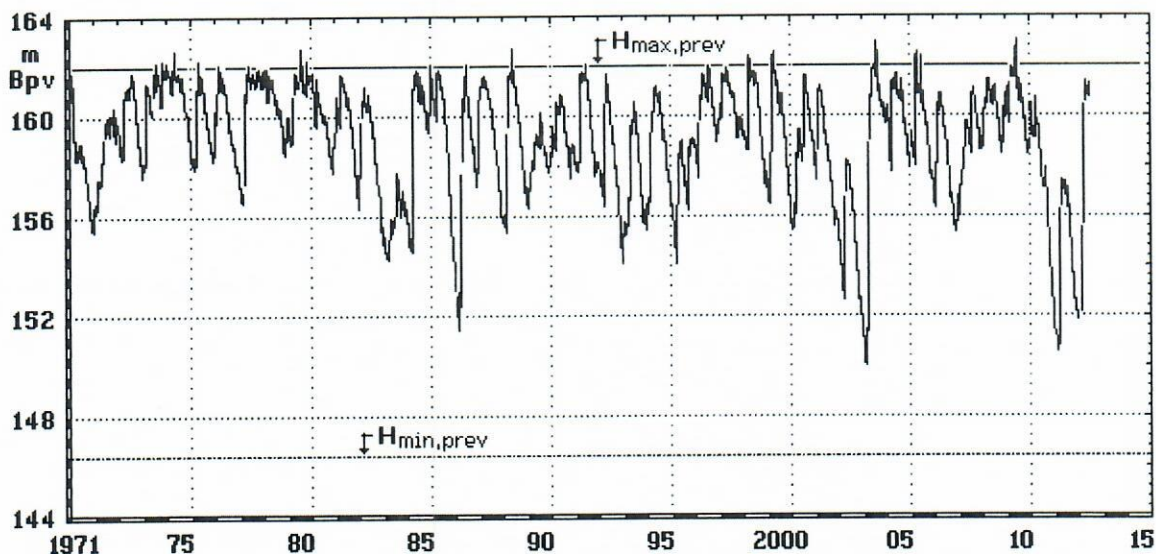
Na aplikáciu tejto metódy sme však nemali k dispozícii úplné a presné prevádzkové údaje. Od SVP sme síce dostali kompletne údaje o vodných stavoch, ale nie o odtoku z nádrže v celom riešenom období – čo teoreticky znamená riešenie jednej rovnice s dvoma neznámymi – a teda nekonečný počet možných riešení. Odtok z nádrže sa totiž explicitne zaznamenáva len v čase povodňovej aktivity (ďalej PA). V bežnej prevádzke sa predpokladá, že odtok je konštantný a na úrovni nadlepšeného prítoku, určeného v MP. Podľa výsledkov podrobnejšej analýzy (ktorá mimochodom nebola uvedená v špecifikácii prác, ale ukázala sa ako nevyhnutná) sa však zistilo, že tento predpoklad sa veľmi podstatne odlišuje od reality. Navyše sa pri revízii podkladov ukázalo, že niektoré údaje SVP o odtoku z nádrže sú v rozpore s údajmi o prevádzke podpriehradovej VE – najmä v kritickom období 2011-2012 sa hodnoty SVP javili systematicky o 10 až 15 % nižšie (!), ako hodnoty odtoku cez VE.

Naproti tomu, ako bolo uvedené v článku 2.1, ani aplikácia hydrologickej analógie podľa údajov z profilu Stropkov nie je dostatočne spoľahlivá. Navyše sa pri tomto postupe prenáša do odvodzovaných údajov aj prípadná deviácia (chyba) zdrojových údajov, pričom sa ešte kvadraticky zvyšuje s koeficientom extrapolácie – v danom prípade teda môže dosiahnuť 20 až 25 %, čo je prakticky nevyhovujúca presnosť. Preto sa počas riešenia kombinovali obe metódy, ich výsledky sa porovnávali a postupne rektifikovali.

Orientačný prehľad vývoja odtoku z nádrže poskytuje graf na obr. 2.1 a prehľad vývoja hladín v nádrži graf na obr. 2.2. Tieto podklady patria už do II.etapy riešenia, kde budú aj podrobnejšie vysvetlené a komentované. No vzhľadom na to, že sú kľúčové aj pre analýzu prítokov do nádrže a jej celkovej vodnej bilancie, ktorá je predmetom tejto etapy riešenia, uvádzame ich aj v tejto správe.



Obr. 2.1 – prehľad vývoja priemerných mesačných odtokov z nádrže Veľká Domaša



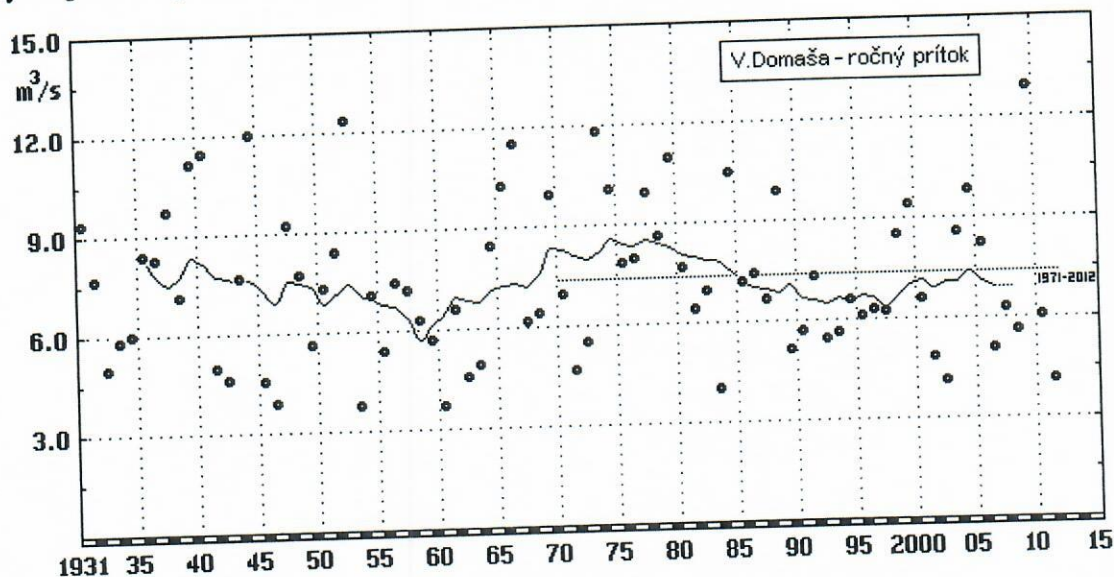
Obr. 2.2 – prehľad vývoja hladín v nádrži Veľká Domaša v rokoch 1971-2013

Hodnoty prítokov v grafe na obr. 2.1 sú zakreslené vzhľadom na úroveň “štandardného” odtoku podľa MP – do roku 1984 to bolo  $5,85 \text{ m}^3/\text{s}$ , neskôr bola úroveň nadlepšenia znížená na súčasných  $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . No ako vidno z grafu, takýto odtok sa vyskytuje len zriedka. Skutočný odtok je buď výrazne väčší (v období dažďov), alebo menší (úsporný režim). Vyplýva to z už spomenutej extrémnej entropie prítokov do nádrže, ktorá kauzálne podmieňuje tzv. vynútené manipulácie – čo sú takmer všetky, resp. aspoň jedna každý mesiac.

Vo väčšine prípadov sa nadmerné odtoky nezaznamenávajú, lebo spravidla neprekračujú kritické hodnoty na vyhlásenie PA. Napr. 1° PA sa podľa MP vyhlasuje buď pri prekročení max. prevádzkovej hladiny 162 m Bpv, alebo pri odtoku  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ak teda menšia povodňová vlna pritečie do nádrže so subkritickým stavom hladiny a prepúšťa sa preventívne prítokom napr.  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  (ale niekoľko dní), do záznamu v povodňovom denníku sa nedostane, hoci objem odtoku môže byť o niekoľko desiatok mil. $\text{m}^3$  väčší ako štandardný.

Z grafu na obr. 2.1 je tiež zrejmé, v akých extrémnych odtokových podmienkach nádrž pracuje – inak by k takým častým a výrazným excesom nedochádzalo. Odtok sa totiž zvyšuje nad štandardnú hodnotu  $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$  len v prípadoch, keď reálne hrozí vyhlásenie PA. Taktiež si treba uvedomiť, že tieto zvýšené hodnoty predstavujú tzv. jalový, t.j. vodohospodársky alebo energeticky nevyužitelný odtok. Z toho vyplýva, že nádrž by pracovala oveľa účinnejšie pri nižších prevádzkových hladinách, kedy by mohla viac využívať svoj akumulčný potenciál aj na retenciu veľkých vôd – a neskôr by nebolo potrebné zavádzať úsporný režim odtoku.

Trend vývoja priemerných ročných prítokov do nádrže je znázornený na obr. 2.3 a to celý disponibilný súbor informácií o prítokoch od roku 1931 až do súčasnosti.



Obr. 2.3 – trend vývoja priemerných ročných prítokov do nádrže Veľká Domaša

Časový rad priemerných ročných prítokov na obr.2.3 bol zostavený kombináciou údajov odvodených z priamej analýzy prítokov do nádrže v rokoch 1967-2012 a údajov z profilu Trepec v rokoch 1931-65. Vzhľadom na to, že pôvodný profil Trepec sa nachádzal prakticky takmer v priehradovom profile, možno takto zostavený rad považovať za homogénny a teda použiteľný na dlhodobú analýzu trendu vývoja prítokov do nádrže.

Súvislá čiara v grafe predstavuje intervalový odhad trendu metódou 11-ročných klzavých priemerov, ktorý výstižne ilustruje oscilačný charakter trendu (tzv. sekulárne oscilácie) s rádovo 40-ročnou periódou, pričom v súčasnosti sa nachádzame zhruba na konci tohto cyklu a malo by nasledovať vodnejšie obdobie – ak sa zachová doterajší charakter procesu, ktorý však môže narušiť tzv. antropická klimatická zmena. Podľa starších údajov z profilu Trepec pred rokom 1965 však možno konštatovať, že v minulosti sa tu, ešte pred výstavbou VD Veľká Domaša, vyskytovali aj „horšie“ situácie ako v ostatných rokoch. Napr. na počiatku 60-tych rokov a v povojnovom období. Otázne je, prečo neboli zohľadnené v pôvodnom projektovom zámere, v rámci ktorého bola stanovená miera nadlepšenia až na  $5,85 \text{ m}^3/\text{s}$ , hoci dnes nádrž takmer „neutiahne“ ani  $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Odpoveďou môže byť napr. výpar z veľkej vodnej plochy, o ktorom sa ešte zmienime neskôr v samostatnom článku.

Na základe výsledkov analýzy prítoku do nádrže možno konštatovať tri fakty:

- prítoky do nádrže za ostatných 25 rokov výrazne poklesli, o viac ako  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , čo predstavuje pokles o 10 % oproti 80-ročnej strednej hodnote  $7,37 \text{ m}^3/\text{s}$
- trend nie je monotónny, ako sa často prezentuje v rôznych scenároch klimatických zmien a nie je ani výnimočný – podobná situácia sa už vyskytla
- až 1/3 jednotlivých ročných hodnôt je nižšia ako  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , t.j. ako pôvodné nadlepšenie.



V súvislosti s poklesom prietokov za ostatných 25 rokov treba poznamenať, že prítoky do nádrže síce poklesli o 20 % oproti hodnotám z konca 70-tych rokov, ale tieto boli opačným extrémom. Pri všeobecnom "katastrofickom" hodnotení poklesu prietokov sa teda prejavuje v značnej miere aj typický psychologický efekt – zvykli sme si skrátka na vysokú úroveň nadpriemerného stavu a preto sa nám situácia javí dramatickejšia, ako v skutočnosti je. To však nič nemení na fakte, že v súčasnosti sú prietoky naozaj kriticky nízke a často ani ročné priemery nedosahujú úroveň projektovaného nadlepšenia odtoku. Dokonca ani rekordne vodný rok 2010 nestačil vykompenzovať deficit podpriemernej úrovne posledného 10-ročia. Z toho ďalej zákonite a logicky vyplýva, že v tejto situácii nemožno očakávať ani vysoké vodné stavy v nádrži, ale naopak treba čo najviac využívať jej celkový objemový potenciál – veď práve preto bola postavená.

Z výsledkov analýzy okrem toho jednoznačne vyplýva, že pôvodné nadlepšenie na prietok  $5,85 \text{ m}^3/\text{s}$  bolo výrazne nadhodnotené a nádrž ani teoreticky nebola nikdy schopná takéto nadlepšenie dlhodobo zabezpečiť – najmä nie v takých extrémnych odtokových podmienkach, aké sú na Ondave. Fakt, že v 70-tych rokoch sa to náhodou podarilo, nás len uvrhol do falošných ilúzií, z ktorých sa ťažko vytriezvieva. Nádrž však bola už pôvodne koncipovaná na viacročné vyrovnanie odtoku, rádovo až na 3-ročný cyklus prevádzky. Treba preto realisticky počítat' s tým, že aj pri nižšom nadlepšení bude v priemere raz za tri roky poloprázdna.

V súvislosti s vodohospodárskou bilanciou nádrží a chybným pôvodným projektovým odhadom možného nadlepšenia treba osobitne upozorniť na niektoré metodické aspekty VH-riešení. V čase, keď sa nádrž projektovala, neboli technicky k dispozícii ani elektronické kalkulačky, totôž nie počítače. VH-riešenia sa teda spracovávali zjednodušenou metodikou, na báze priemerných ročných, v najlepšom prípade priemerných mesačných prietokov – čo sa všeobecne považovalo za dostatočné. Treba si však uvedomiť, že v takýchto intervaloch sa „strácajú“ vynútené jalové odtoky počas povodňových situácií – o čom svedčí aj uvedený prehľad skutočných priemerných mesačných odtokov z nádrže na obr. 2.1, ktorý často aj niekoľkonásobne presahuje návrhový odtok (nadlepšenie). Priemerná mesačná hodnota totiž „zahladí“ krátkodobé (2-3 denné) excesy a v bilancii nádrže sa jalovo vytečený objem počas väčšej vody započítava ako zachytený v nádrži, hoci v skutočnosti tam už nie je. Tým vzniká systematická deviácia objemu, ktorá vedie k nadhodnoteniu odhadu možného nadlepšenia.

Z uvedeného dôvodu je nutné počítat' VH-bilancie v dennom intervale, t.j. na báze aspoň priemerných denných prietokov – v extrémnych situáciách, ako napr. pri 100-ročnej veľkej vode v júni 2010, ani to nestačí, lebo odtok cez BP sa radikálne mení každú hodinu! Dnes už síce pri aplikácii VT takéto riešenie nepredstavuje zásadný technicko-metodický problém, ale len z hľadiska výpočtov ako takých. Treba si uvedomiť (najmä pri zadávaní takýchto úloh a termínov ich riešenia), že z hľadiska časovej náročnosti je rozhodujúca príprava podkladov, t.j. vstupných dát. V tomto smere „rýchly procesor“ riešenie veľmi podstatne nezrýchli – príprava a najmä dôkladná revízia podkladov je interaktívna činnosť, vyžadujúca individuálny prístup zo strany riešiteľa. V opačnom prípade môžu aj dnes vzniknúť podobne chybné bilančné odhady ako v minulosti a celé takéto riešenie je potom nielen zbytočné, ale môže viesť aj k chybným záverom a rozhodnutiam. Neradno zabúdať na staré príslovie, že cesta do pekla je dláždená rýchlymi a lacnými riešeniami.

Ďalšiu časť problému objektívnej bilancie predstavuje kvalita podkladov, t.j. presnosť a reprezentatívnosť použitých hydrologických údajov. Ako bolo uvedené už v článku 2.1, tieto podklady vykazujú značnú mieru neurčitosti. Všeobecne, najmä zo strany SHMÚ, sa predpokladá, že eventuálne odchýlky  $\pm 10 \%$  sa v dlhších intervaloch eliminujú. To ale platí len pre náhodné odchýlky, nie systematické, ktoré vznikajú napr. vychýlením mernej krivky, podľa ktorej sa určujú prietoky z pozorovaní vodných stavov aj niekoľko mesiacov!

### 2.3 Revízia podkladov riešenia a kontrola časopriestorovej integrity prietokov

Z vyššie uvedených dôvodov, týkajúcich sa presnosti a spoľahlivosti riešenia, boli všetky použité hydrologické a vodohospodárske podklady v rámci riešenia revidované. Hydrologické podklady boli analyzované z hľadiska časopriestorovej kontinuity. To znamená, že boli synchronne porovnávané údaje z rôznych, priestorovo nadväzujúcich profilov – napr. formou: (Ladomírka-Svidník + Ondava-Svidník) verzus Ondava-Stropkov verzus Ondava-Miňovce. Táto metóda umožňuje identifikovať nielen ojedinelé, nadmerne vybočujúce hodnoty v jednotlivých profiloch, ale najmä systematické odchýlky v časových postupnostiach, ktoré môžu významným spôsobom ovplyvniť objemovú bilanciu nádrže, ako aj ostatné parametre VH-riešenia.

Vodohospodárske podklady boli revidované jednak podľa objemovej rovnice nádrže, uvedenej v článku 2.2 a tiež porovnaním s inými zdrojmi, napr. údajmi o prevádzke turbín VE Veľká Domaša. V tejto súvislosti treba upozorniť, že boli zistené viaceré významné diferencie medzi hodnotami odtoku cez VE a odtoku cez hať Malá Domaša podľa záznamov SVP. Tieto vykazujú systematické odchýlky až  $\pm 15\%$  v rokoch 2011 a 2012, prevyšujúce objem vyrovnávacej nádrže Malá Domaša. Pritom uvádzané odtoky haťou sú väčšinou nižšie, ako odtoky cez VE. To indikuje, že v kritickom období sa zrejme vypúšťalo z nádrže viac, ako sa uvádza v záznamoch SVP, kde sa eviduje nominálna, nie skutočná hodnota odtoku. Touto otázkou sa budeme podrobne zaoberať v II. etape riešenia, venovanej technickým aspektom prevádzky vodného diela.

Taktiež boli zistené niektoré menej významné disproporcie medzi údajmi o prietokoch v Stropkove podľa záznamov SVP a SHMÚ – v tomto prípade boli zrejme použité rôzne merné krivky na prepočet z vodných stavov.

K revízii VH-podkladov o činnosti VD Veľká Domaša treba ešte poznamenať, že tieto boli naposledy komplexne revidované ešte v roku 1984 (!) v rámci riešenia výskumnej úlohy „Prehodnotenie objemov nádrží VD PBaH – 2. Veľká Domaša“ [Kálnová, Benický 1984]. To znamená, že prevádzka nádrže nebola vyhodnotená takmer 30 rokov. Čiastkové vyhodnotenie sme síce robili aj v roku 2009 [Hucko a kol. 2010], ale len ad-hoc so špecifickým zameraním, nie komplexne. Ak by sa vyhodnotenie prevádzky nádrží robilo pravidelne a systematicky (ako sa aj má), mohli byť niektoré problémy identifikované skôr a mohlo sa im predísť.

Pri analýze časopriestorovej integrity hydrologických údajov boli okrem iného zistené aj určité anomálie v odtokovom režime Ondavy nad Stropkovom v letných, resp. málovodných obdobiach, ktoré nepriamo indikujú výskyt relevantných antropických efektov v územnej odtokovej bilancii. Jedná sa o „stratu“ cca  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  oproti stavu úmernému okolitým tokom (Topľa, Oľka, Ladomírka). Podrobnejšia a dôkladnejšia analýza tohto úkazu však presahovala rámec zadania riešenej úlohy. Je to na škodu veci, nakoľko aj to môže byť jeden z dôvodov zníženia hydrického potenciálu nádrže Veľká Domaša.

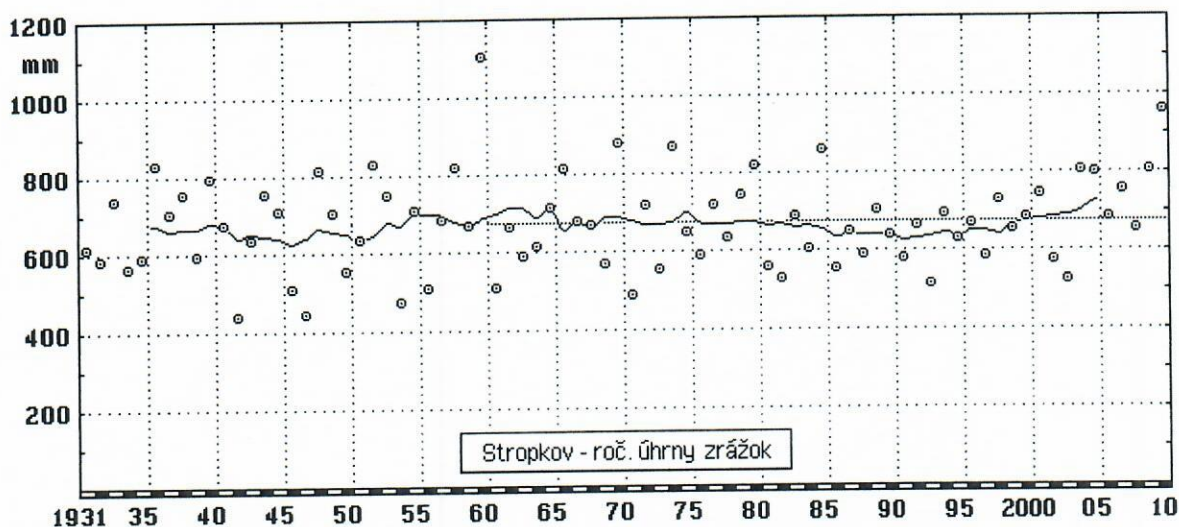
K uvedenej strate prietoku sa však treba zmieniť o jej možných príčinách. V podstate sú tri a pravdepodobne sa na nej viac či menej podieľajú všetky:

- zvýšenie územného výparu vplyvom zvýšenia teplôt (ale prečo nie aj inde v okolí?)
- vyčerpanie aluviálnych zásob vody v povodí a tým znížená dotácia nízkych prietokov
- odčerpávanie vodného potenciálu v rámci všeobecného užívania vody (neregistrované rozptýlené odbery – tieto sú naviac tým väčšie, čím je suchšie)

Podobný efekt sme v posledných rokoch zistili aj na Hornáde v oblasti Spišskej kotliny a na Hrone v oblasti Zvolenskej a Žiarskej kotliny – teda v oblastiach rozsiahlych alúvií. V povodí Hrona tieto straty dosahujú relatívne k ploche povodia podstatne vyššie hodnoty - na Hrone je to rádovo  $2,0 \text{ l/s}$  z  $\text{km}^2$ , kým na Ondave “len”  $0,4 \text{ l/s}$ . V každom prípade však ide o zarážajúci trend straty vodnosti tokov, ktorému treba venovať väčšiu pozornosť.

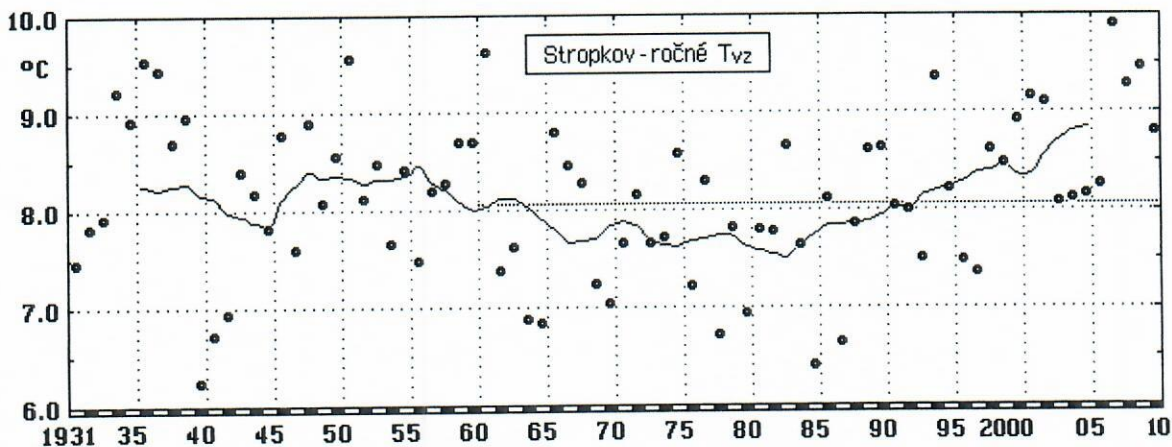
## 2.4 Klimatické pomery v povodí Ondavy

V kontexte s predchádzajúcou časťou riešenia, najmä v súvislosti so zisteným poklesom prietokov Ondavy po roku 1985, sme vykonali aj orientačnú analýzu trendov základných klimatických prvkov, t.j. zrážok a teplôt vzduchu, ako potenciálnych príčinných faktorov zisteného poklesu prietokov. Najzaujímavejšie výsledky so stručným komentárom uvádzame na obr. 2.4 a 2.5. Údaje sú spracované do grafov analogicky ako ročné prítoky do nádrže na obr. 2.3 – bodovo sú vyznačené jednotlivé ročné priemery (úhrny), súvislou čiarou trend vo forme 11-ročných klzavých priemerov a bodkované dlhodobá stredná hodnota. Vzhľadom na nedostatok času a prostriedkov boli spracované klimatické údaje len do roku 2010.



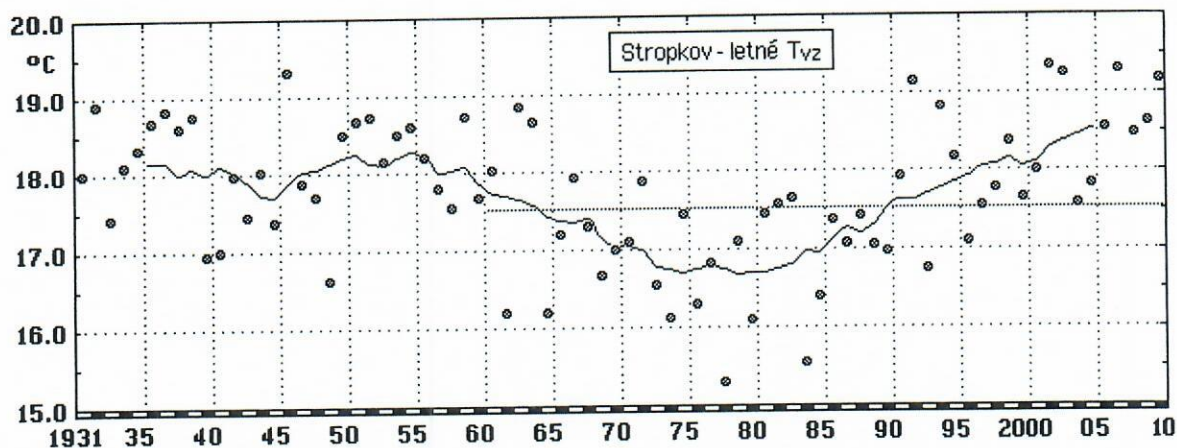
Obr. 2.4 – trend ročných úhrnov zrážok v Stropkove v období 1931-2010

Na režime zrážok je pozoruhodné, že tento nevykazuje takmer žiadne, resp. len veľmi slabé sekulárne oscilácie a ani identifikovateľný dlhodobý trend. Zrážkový režim možno teda hodnotiť ako veľmi vyrovnaný a stabilný. Z toho tiež vyplýva, že zistený pokles prietokov Ondavy v ostatnom čase nie je rozhodujúcim spôsobom podmienený fluktuáciou zrážok. Treba však poznamenať, že nebolo podrobnejšie analyzované sezónne rozdelenie zrážok, ani entropia ich extrémov (tzv. roztváranie nožníc), ktoré sa môžu za určitých okolností podieľať na znížení efektívneho objemu odtoku, napr. zvýšením podielu objemu veľkých vôd.



Obr. 2.5 – trend priemerných ročných teplôt vzduchu v Stropkove

Podstatne odlišné sú výsledky trendovej analýzy teplôt vzduchu. Tu možno pozorovať veľmi tesnú nepriamu úmeru medzi teplotami vzduchu a prietokmi – oscilácia je takmer synchronná, ale odchýlky sú opačné. Navyše v poslednom 10-ročí je zvýšený výskyt horných extrémov, dokonca všetky roky sú nadpriemerné a aj trendová čiara dosahuje rekordnú hodnotu  $0,8^{\circ}\text{C}$  nad priemerom 50-ročia 1961-2010. Z toho je zrejmé, že zákonite muselo dôjsť aj k zvýšeniu územného výparu a tým ku zníženiu odtoku z povodia. Okrem toho sa to samozrejme prejavilo aj zvýšením výparu z nádrže samotnej. Údaje z rokov 2011 a 2012 síce neboli spracované, ale evidentne boli tiež nadpriemerné, takže trend rozhodne neklesal.



Obr. 2.6 – trend priemerných letných teplôt vzduchu (jún-august) v Stropkove

Analogický, resp. takmer rovnaký trend vykazujú aj priemerné letné teploty, ktoré sú rozhodujúce z hľadiska intenzity výparu. V tomto prípade je trendová hodnota 10-ročia 2001-2010 až o  $1^{\circ}\text{C}$  vyššia ako stredná hodnota 50-ročia 1961-2010 a od roku 1980 priemerná teplota stúpala až o  $2^{\circ}\text{C}$ . Podiel teplôt nad  $19^{\circ}\text{C}$  v poslednom 20-ročí je dokonca 5:1 oproti zvyšným 60-tim rokom, hoci v starších dobách bol tiež pomerne častý výskyt teplôt tesne pod touto hranicou a aj vtedy sa to prejavilo znížením prietokov v 50-tych rokoch (obr. 2.3). To zrejme súvisí aj s výskytom troch najvýznamnejších depresí objemu nádrže v tomto 20-ročí, ako znázorňuje priebeh hladín na obr. 2.2.

Tým sa dostávame ku kľúčovému klimatickému prvku vodnej bilancie, nielen územnej ale aj bilancie nádrží, ktorým je výpar. Pri hospodárení s vodou v nádržiach predstavuje výpar vlastne čosi podobné, ako DPH v národnom hospodárstve. Je to v podstate prirodzená daň za to, že môžeme prerozdeľovať odtok a vodné zdroje podľa našich spoločenských potrieb. Na rozdiel od národného hospodárstva však príroda nemá problém s vymožitelnosťou tejto dane a žiadny parlament na svete tento zákon nezmení, ani keby sa spísala milión petícií.

## 2.5 Výpar a jeho vplyv na objemový režim nádrží

Z vedecko-technického hľadiska je výpar mimoriadne problematickým prvkom vodnej bilancie, ale z praktického aj mimoriadne dôležitým prvkom. Výpar je typicky synergický proces, ktorý podmieňuje množstvo rôznych činiteľov, z ktorých niektoré sú nemerateľné, resp. nevypočítateľné a navyše sa ešte navzájom ovplyvňujú spätnou väzbou. Je to najmä teplota vzduchu, teplota vody, vlhkosť prízemnej vrstvy vzduchu, tlak a rýchlosť vetra.

Najproblematickejšou veličinou je rýchlosť vetra, ktorá je extrémne premenlivá v čase aj priestore a hoci sa dá merať, väčšinou údaje nie sú reprezentatívne. Napr. rýchlosť vetra pri prevádzkovej budove SVP na priehrade vôbec nezodpovedá rýchlosti uprostred nádrže, len o 1 km ďalej a mení sa z hodiny na hodinu – takže ani nemá zmysel ju merať.

No práve vietor má na výpar veľmi podstatný vplyv. Pri rýchlosti vetra 2 m/s, čo je vlastne len rýchlosť rezkej chôdze, môže výpar dosahovať až 2-násobne vyššie hodnoty, ako pri bezvetří. S výparom, vlhkosťou vzduchu a vetrom je to podobné ako s vozidlami MHD. Ak je pri dverách autobusu tlačienica, dnu sa už nedostane nikto, ani keby bolo uprostred prázdno. Aj tu platí známe: „postupujte ďalej do voza“. Pri výpare z vodnej plochy je „pri dverách“, t.j. vo vrstve vzduchu nad hladinou vždy „tlačienica“, lebo táto vrstva je permanentne nasycovaná vodou z nádrže. Ale stačí slabý vánok, aby nasýtenú vrstvu vytlačil a nahradil ju nenasýtenou. Pri bezvetří je situácia opačná, lebo nasýtená vrstva tu pôsobí ako zátka. Problém výparu z veľkých vodných nádrží je v tom, že otvorené, rovné a široké priestory bez prekážok sú pre vietor ideálnym prostredím, takže bezvetrie tu nastáva len výnimočne – spravidla ráno pred svitaním.

Vo vodohospodárskej praxi sa výpar často zanedbáva, alebo sa nahradzuje nejakou fixnou, často neadekvátne nízkou hodnotou, podľa informácií z pozemných klimatologických staníc. Výpar z vodných plôch je však často výrazne odlišný, ako bolo načrtnuté v predchádzajúcom odstavci. Pozemné stanice sú väčšinou „odclonené“ z dôvodu stabilizácie meraní ostatných prvkov a majú aj inú dynamiku prízemnej vrstvy vzduchu nad zavegetovaným terénom. Žiaľ, týmto spôsobom sa vyhodnocuje výpar z nádrží aj pri spracovaní Štátnej vodohospodárskej bilancie – čo je autorizovaný úradný dokument, spracovávaný pod štátnym dohľadom. Takže sú v ňom úplné „hausnumerá“, ktoré nemajú ani hodnotu papiera, na ktorom sú napísané.

Ďalším rozdielom medzi výparom z vodných plôch a bežným pozemným je, že v zimnom období sa na pozemných staniciach výpar nemeria z dôvodu ochrany zariadenia pred ľadom, pričom väčšina staníc končí pozorovania už koncom septembra. Neskôr sa už výpar považuje za zanedbateľný. Voda má však pomerne značnú teplotnú zotrvačnosť a vo veľkých nádržiach aj dynamickú teplotnú stratifikáciu. Ešte koncom októbra má často teplotu okolo 10°C a aj po nástupe mrazov sa jej teplota znižuje pomalšie – vychladené horné vrstvy klesajú nadol a sú nahradené teplejšou vodou zo stredných hĺbkových zón. Výpar, ktorý je ovplyvnený okrem iných činiteľov aj teplotou vody v povrchovej vrstve, potom klesá oveľa pomalšie ako nad prirodzeným a vychladnutým zemským povrchom. Lapidárne o tom svedčia husté októbrové, novembrové a často ešte aj decembrové hmly nad nádržami a v ich okolí – čo je v podstate zhmotnený a zviditeľnený výpar. Ten, ktorý podľa SHMÚ v decembri úradne neexistuje.

Ďalším dôvodom zanedbávania výparu vo VH-bilanciách je, že ak počítame s výparom explicitne, potom treba počítať aj zrážky na vodnú plochu, ktoré sú spravidla (v dlhodobom priemere) vyššie ako výpar. Napr. na Veľkej Domaši je 50-ročný priemer ročného úhrnu zrážok rádovo 665 mm (v Stropkove 672 mm) a analogický úhrn výparu rádovo 650 mm, takže výpar je dlhodobo plne kompenzovaný zrážkami a ešte aj čosi zostane navyše.

To však neplatí vždy. Napr. v letných mesiacoch (aj dlhodobo) je úhrn zrážok menej ako 270 mm (jún-august) a úhrn výparu podľa Šermera rádovo 400 mm, teda až o 50 % väčší ako zrážky. V suchých a teplých obdobiach sa potom situácia radikálne obracia – výpar ešte viac narastá a zrážky klesajú niekedy až k nulovým hodnotám.

Väčšina našich poznatkov o výpare z vodných plôch pochádza ešte z 50-tych a 60-tych rokov XX.storočia, kedy boli na Oravskej priehrade a na Slnecných jazerách pri Senci zakotvené tzv. výparomerné plte, na ktorých skúmal Dr. Šermer z VÚVH výpar priamo v reálnych podmienkach otvorených vodných plôch. Po jeho odchode z aktívnej činnosti síce agendu vo VÚVH prevzal Dr. Pavel Petrovič, ale už len v bežnej „pozemnej“ forme. Plte boli ako finančne príliš náročné v rámci úsporných opatrení zrušené (už vtedy, nielen dnes) a tak od tých čias o výpare z vodných nádrží objektívne nič nevieme. Okrem „z prsta vycucaných“ údajov v správach ŠVHB.

V rámci riešenia predloženej štúdie bol na odhad výparu aplikovaný Šermerov vzťah

$$H_{V(d)} = 10^{(0,0452 T - 0,204)}$$

kde T je priemerná mesačná teplota vzduchu a  $H_{V(d)}$  je výpar v mm/deň [Šermer 1961]. Nič lepšie v súčasnosti nie je k dispozícii a zrejme už ani nikdy nebude. Napriek tomu, že niektorí experti považujú tento vzťah za nadhodnocujúci (vysoký výpar), hodnoty z neho odvodené a použité v riešení sa v celkovej objemovej bilancii nádrže v podstate potvrdili. K názoru spomínaných expertov treba poznamenať, že títo zrejme vychádzajú z analógie pozorovaní na pozemných staniaciach, kde je výpar skutočne podstatne menší. Príčina týchto diferencií bola vysvetlená vo vyššie uvedených poznámkach k problematike.

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 <sup>3</sup>
Q-eqv	0,128	0,176	0,240	0,328	0,448	0,612	0,837	1,144	m <sup>3</sup> /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 km<sup>2</sup> a Q-eqv vyjadruje prepočet príslušného objemu na prietokový ekvivalent. To znamená, ako keby bol o hodnotu výparu zvýšený odtok z nádrže. Pri nižšej úrovni hladiny v nádrži je menšia aj plocha, z ktorej sa výpar uskutočňuje a teda aj výpar ako taký. Napr. na úrovni hladiny 160,50 m Bpv sú plocha a výpar o 10 % menšie.

Z poslednej poznámky ku vzťahu medzi výškou hladiny a intenzitou výparu je zrejme, že násilné zvyšovanie hladiny v nádrži môže byť z tohto hľadiska kontraproduktívne – čo sa „ušetrí“ znížením priameho odtoku (na úkor ostatných užívateľov nádrže) s cieľom zvýšenia hladiny, to sa napokon aj tak vyparí a bez úžitku. Ako už bolo uvedené na začiatku tohto článku, tento prírodný zákon žiadny parlament ani žiadne vládne rozhodnutie nikdy nezmení. Ten je daný oveľa vyššou mocou.

Ako vyplýva z údajov v poslednom riadku tab.1, nejde tu vôbec o zanedbateľné hodnoty. Už pri teplotách okolo 18 °C, čo sú v podstate priemerné júlové a augustové teploty, dosahuje strata výparom 12,5 % úrovne súčasného nadlepšeného odtoku. Netreba však zúfať nad touto hodnotou DPH – je ešte stále o 1/3 nižšia, ako nám vyrubuje parlament.

Na margo zvýšenia priemerných letných teplôt vzduchu v poslednom 10-ročí o 1 °C nad dlhodobý normál, prezentovaného v článku 2.4, z hodnôt v tab.1 vyplýva, že aj to podmienilo zvýšenie výparu zhruba o 10 % nad normál. Oveľa vážnejšie však je, že sa to nestalo len v priestore nádrže, ale v celom povodí Ondavy na ploche nie 13, ale viac ako 800 km<sup>2</sup>!

Na upresnenie uvedených relácií teplôt v tab.1 so skutočnosťou treba ešte uviesť, že najvyššie priemerné mesačné teploty od roku 1981 boli v Stropkove dosiahnuté v júli 1994 (21,2 °C) a v júli 2002 (20,9 °C). Teploty nad 20 °C boli dosiahnuté viackrát a teploty nad 18 °C sú v letných mesiacoch vcelku bežné. Príslušné hodnoty výparu sú zväčša kompenzované zrážkami, ak nie úplne, tak aspoň na 50 % - ale ak nezaprší, môže to vyčerpať nádrž až o 1,5 mil.m<sup>3</sup> za mesiac.

Okrem toho je z hodnôt Q-eqv zrejme, že v niektorých menej vodných mesiacoch, ako napr. v septembri 2011, môže výpar „vychlastať“ z nádrže celý prietok Ondavy v Stropkove – čo sa aj stalo a nielen v uvedenom mesiaci, ale viackrát.

### 3. PREVÁDZKA NÁDRŽE VEĽKÁ DOMAŠA

Vodné dielo Veľká Domaša bolo uvedené do prevádzky v roku 1967. Nachádza sa v údolí Ondavy južne od Stropkova a jeho hlavným účelom je nadlepšovanie prietokov Ondavy pre potreby odberov v oblasti Východoslovenskej nížiny a na riedenie znečistenia odpadovými vodami z chemických závodov v povodí. Rovnako dôležitá, ak nie aj významnejšia, je jeho retenčná funkcia pri znižovaní a zachytávaní povodňových prietokov.

Nádrž má celkovú kapacitu (vrátane retenčného priestoru) 174,20 mil.m<sup>3</sup>, z čoho 20,19 mil.m<sup>3</sup> predstavuje retenčný priestor nad kótou 162,00 m n.m. Bpv a 17,052 mil.m<sup>3</sup> tvorí stály neovládateľný priestor pod kótou 146,20 m n.m. Bpv. Zásobný priestor nádrže má 135,95 mil.m<sup>3</sup>. Uvedené hodnoty zodpovedajú posledným meraniam VÚVH z roku 2009.

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 dopĺňa. Navyše sa nachádza vo flyšovom prostredí s mimoriadne veľkou variabilitou odtoku, takže vzhľadom k typickým objemom povodňových vln je jej retenčná charakteristika  $\beta_r$  len priemerná.

Nádrž bola pôvodne navrhnutá na nadlepšovanie prietokov Ondavy na hodnotu 5,85 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s.

Dlhodobý priemerný prietok Ondavy v Stropkove, ktorá je dominantným prítokom nádrže, je 5,74 m<sup>3</sup>/s (obdobie 1971-2010) a priemerná hodnota prítoku do nádrže v rovnakom období bola 7,383 m<sup>3</sup>/s. Z toho vyplýva relačný pomer 1,285, ktorý vyjadruje percentuálny prírastok prietoku z medzipovodia medzi Stropkovom a priehradou Veľká Domaša. Hneď však treba upozorniť, že hodnota relačného pomeru výrazne sezónne a čiastočne aj dlhobojšie osciluje v rozsahu od 1,05 až do 1,6, pričom sa ani nedajú jednoznačne určiť typické situácie, pri ktorých výrazne vybočuje od priemeru. V mimoriadne suchých obdobiach dokonca klesá až pod hraničnú hodnotu 1, čo súvisí s prejavmi výparu (čl. 2.5) a niektorými antropickými vplyvmi v povodí, ako napr. odbery vody (čl. 2.3). Prakticky to znamená, že do nádrže sa nedostane ani to, čo pretieklo Stropkovom.

Súčasne treba poznamenať, že uvedené hodnoty prietokov boli značne „vylepšené“ počas povodní v roku 2010, ktorý bol viac ako 2-násobne vodnejší oproti normálu. Bilanciu nádrže to však podstatne nezlepšilo, lebo prevažná časť týchto prietokov pretiekla tzv. „jalovo“ cez bezpečnostný priepad. To tiež vysvetľuje, prečo nádrž sotva zvláda nadlepšenie 4.9 m<sup>3</sup>/s, hoci tento predstavuje len 66 % prítoku. Zhruba 10 % sa vyparí a zvyšok pretečie bez doplnenia zásob v rámci vynútených manipulácií počas veľkých vôd. Veľmi názorne to ilustruje graf na obr. 2.1, z ktorého je zrejmé, aké časté a aké veľké sú vynútené nadlimitné odtoky.

Ako vyplynulo z predchádzajúcej časti riešenia, prietoky Ondavy sa po roku 1985 znížili o 10-12 % oproti dlhodobému priemeru a až o 20 % oproti stavu zo 70-tych rokov minulého storočia, ktoré boli nadpriemerne vodné. V súčasnosti, resp. od roku 1985, je priemerný prítok do nádrže len 6,5 m<sup>3</sup>/s, čo rozhodne nestačí na udržanie pôvodného nadlepšenia. K tomu ešte výrazne prispieva aj podstatné zvýšenie výparu z nádrže, podmienené výrazným vzostupom priemerných letných teplôt vzduchu (obr. 2.6 a čl. 2.5).

Na základe uvedených skutočností možno konštatovať, že v pôvodnom projekte, resp. investičnom zámere, boli značne nadhodnotené prítoky do nádrže a naopak podhodnotené straty výparom, čo viedlo k určeniu nereálnej hodnoty nadlepšovania. Okrem toho sa ukazuje, že pri súčasnej úrovni režimu prietokov môže byť značne problematické aj udržanie zníženej hodnoty nadlepšenia na  $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$  – a to aj bez ohľadu na ďalšie požiadavky k hladinovému režimu nádrže.

V tejto súvislosti treba tiež zdôrazniť, že priemerný prietok ako aritmetický priemer je všeobecne objemová veličina, ktorá je dominantne generovaná vysokým objemom jarných vôd. V letných sezónach je priemerný prítok len  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$  a aj z toho ešte predstavuje značnú časť objem veľkých vôd.

Vzhľadom na extrémálny charakter odtokového režimu a ďalšie aspekty, uvedené vyššie, treba považovať kolísanie hladín v nádrži v rozpätí medzi kótami 156 až 162 za celkom bežné a typické. Možno dokonca konštatovať, že objemový potenciál nádrže sa väčšinou využíva len na 50-65 %. Dokonca ani v mimoriadne vodných 70-tych rokoch sa nie každý rok udržala hladina nad kótou 159,50, ktorá sa požaduje na rekreačné využitie nádrže a naproti tomu ani v roku 2012 nebola nádrž úplne vyčerpaná. Medzi kótou 151,0 m Bpv a minimálnou prev. hladinou 146,2 m Bpv ešte zostalo  $28,2 \text{ mil.m}^3$ , čo predstavuje rádovo 20 % zásobného objemu. Ak si uvedomíme, že tu išlo zhruba o 50-ročnú fluktuáciu prítoku, potom to len potvrdzuje, že nádrž statočne a dostatočne plní požiadavky, ktoré sa od nej očakávali v rámci investičného zámeru v hlavných strategických funkciách.

Nádrž je kapacitne dimenzovaná na 3-ročný cyklus vyrovnávania odtoku a v tomto zmysle nezlyhala ani v rokoch 1983-84, 2002-04 a 2011-2012, ktoré naopak len potvrdzujú jej opodstatnenosť. Ale ak taká situácia predsa nastane, čo je celkom normálne a očakávateľné, okamžite sa "bije na poplach". Kto vie, aké problémy (aj epidemického charakteru) sa mohli vyskytnúť napr. vo Vranove nad Topľou, keby tam zopár mesiacov Ondavou nič neprítieklo? Akosi rýchlo sa zabudlo na 80-te roky, keď tu hrozila epidémia cholery.

Ak máme posudzovať hladinový a objemový režim nádrže Veľká Domaša, treba si naprv pripomenúť jej základné funkcie a objasniť ich význam. Odborníkom je to síce dávno jasné, ale do povedomia verejnosti sa to ešte nedostalo a poniektorím to treba neustále opakovať.

Hlavné a prevažne strategické funkcie vodného diela<sup>(1)</sup> Veľká Domaša možno stručne a výstižne zhrnúť do týchto bodov:

- energetika
- ochrana
- zásobovanie

Úmyselne tu nie sú uvedené ďalšie dve pridružené funkcie, t.j. rybárstvo a rekreácia. Preto pridružené, že stále majú len sekundárny a terciálny charakter – veď aj v národohospodárskej terminológii sa služby a obchod stále označujú ako terciálna sféra, lebo bez primárnej, t.j. výroby, by vôbec nemohli existovať. Žiadny investor nepostaví taký veľký rybník alebo také veľké kúpalisko jednúčelne – bola by to ekonomická samovražda. V prípade takého veľkého vodného diela ako je Domaša nejde rádovo o tisíce eur v rozpočte terciálnej sféry, ale o milióny v rozpočte štátu a ostatných oprávnených užívateľov. Nesmieme zabúdať najmä na to, že energetika je spoluinvestorom, spoluvlastníkom a spoluprevádzkovateľom tohto VD.

<sup>(1)</sup> terminologická pozn.: Domaša nie je len stavba, ako si to myslia naši jazykovedci, ale komplex viacerých stavieb a technologických zariadení, pre ktorý je už od čias c.k. monarchie 250 rokov zavedený odborný termín „Wasserwerk“, t.j. voda + dielňa = vodné dielo – aj to je ďalší príklad neodborného prístupu k odborným záležitostiam, v tomto prípade terminológii.



### 3.1 Energetika

Neoddeliteľnou súčasťou takmer každého významného slovenského VD je podpriehradová vodná elektrárňa (ďalej VE). To je dané tým, že väčšina týchto diel bola postavená v časoch industrializácie Slovenska, t.j. v 50-tych a 60-tych rokoch XX.storočia, keď prudko narastala spotreba elektrickej energie a Slovensko doslova zápasilo o každý jeden MW inštalovaného výkonu. Z tohto dôvodu je žiaľ aj každé VD koncipované tak, že turbíny VE sú súčasne aj základným prepúšťacím objektom priehrady a preto sú aj neoddeliteľnou a nezrušiteľnou súčasťou VD. Napokon – to ani dnes nikto, až na zopár výnimiek, nechce.

Podpriehradová VE Veľká Domaša má reálny inštalovaný výkon 12,4 MW pri hĺtnosti turbín  $2 \times 25 \text{ m}^3/\text{s}$ , s priemernou dobou špičkovej prevádzky 2,5 hod/deň. To predstavuje priemernú výrobu rádovo 30 MWh denne, t.j. 11 GWh ročne.

Je pravda, že v súčasnosti, keď máme na Slovensku viac ako 2500 MW inštalovaného výkonu a existuje aj paneurópska energetická sieť, VE Veľká Domaša už nemá taký zásadný strategický význam, ako v minulosti. Napriek tomu má za určitých okolností stále dôležitú úlohu v celkovom energetickom systéme.

Okrem toho treba zvlášť zdôrazniť, že VE V.Domaša, ako napokon každá podpriehradová VE má tzv. špičkovú prevádzku a z tohto dôvodu má osobitnú a ničím iným nenahraditeľnú pozíciu v energetickom systéme.

Vyplyva to zo skutočnosti (ďalší zákon vyššej moci), že elektrická energia sa priamo, vo svojej finálnej forme, nedá skladovať. Možno jej vyrobiť len toľko, koľko sa práve spotrebuje a keď medzi výrobou a spotrebou vznikne rozdiel, kompenzuje sa to kolísaním napätia. To poznáme aj z domácnosti – ak stúpne napätie nad 240 V, „buchnú poistky“, ak klesne pod 200 V, zhasnú svetlá, chladničky, televízory, počítače... Ale keď „buchnú poistky“ v celej energetickej sieti, neskončí to „čiernou hodinkou“ s prípadným neplánovaným sexom, ale nastane tzv. black-out s ďalekosiahlymi následkami na celú spoločnosť, vrátane primárnej národohospodárskej sféry, t.j. výroby. Väčšina znalcov v oblasti energetiky sa stotožňuje v názore, resp. obavách, že to, čo sa už viackrát stalo v USA a Kanade, sa neodvratne stane aj u nás – je to len otázka času, kedy k tomu dôjde.

Práve preto existujú vodné elektrárne, ktoré v priehradných nádržiach skladujú „palivo“, v tomto prípade vodu, ktorú môžu veľmi rýchlo znova premeniť na elektrinu. Len pre lepšiu názornosť: jadrová elektrárňa sa „štartuje“ rádovo 2 dni – v Černobyle to skúsili rýchlejšie a všetci žiaľ vieme, ako to dopadlo. Klasická tepelná elektrárňa sa fázuje 4-6 hodín – najprv treba rozkúriť kotle, uvariť vodu a natlakovať paru. A moderné ekologické fotovoltaické? Stačí jeden mráček a zhasnú ako sfúknutá sviečka. Vodná elektrárňa sa prifázuje za 5 minút!

Z uvedeného dôvodu majú VE nenahraditeľnú pozíciu ako strážcovia stability systému – a to najmä na regionálnej úrovni, keď treba konať naozaj neodkladne, z čoho vyplývajú aj ich špecifické práva z hľadiska prevádzky nádrží vodných diel.

Tak ako majú podpriehradové VE svoje špecifické práva, majú aj špecifické problémy. Napr. počas povodní – mohlo by sa zdať, že z povodní sa môže energetika tešiť, lebo má spústu „paliva“ zadarmo. Opak je ale pravdou – povodne sú spravidla všade (aspoň v rámci Slovenska), všetky elektrárne bežia naplno (dokonca musia, ako vyplýva z ich postavenia ako primárneho prepúšťacieho objektu), napätie v sieti stúpa a nadbytočnú elektrinu niet kam „odhodit“. S tým súvisia aj určité ekonomické straty, lebo takáto prebytočná energia nemá na trhu takmer žiadnu hodnotu, kým špičková je 3 až 5-násobne drahšia, ako štandardná.

Pre VE je preto najvýhodnejšie, ak sa podarí povodňovú vlnu zachytiť v nádrži a použiť ju neskôr, keď znova dosiahne svoju vyššiu energetickú hodnotu. To ale nie je možné, keď je nádrž pred príchodom povodňovej vlny plná. Preto je aj z hľadiska energetického využitia,

nielen z hľadiska protipovodňovej ochrany vhodnejšie, ak si prevádzka VD ponecháva určitú rezervu v zásobnom priestore, t.j. odstup od maximálnej prevádzkovej hladiny.

Na nádrži Veľká Domaša je takouto optimálnou „vyčkávacou“ hladinou úroveň okolo kóty 160,50 m Bpv, t.j. cca 1 až 1,5 m pod prevádzkovým maximom. Táto úroveň predstavuje rezervu 18,8 mil.m<sup>3</sup>, čo stačí na zachytenie bežných povodňových vln s nízkou N-ročnosťou a pri väčších povodniach poskytuje čas a priestor na prípravu kritických fáz manipulácie.

V tejto súvislosti treba ešte upozorniť, že u nás aj medzi odborníkmi dlho prevládala mylná predstava, že max. prev. hladina je „povinná“ a že sa musí udržiavať vždy, keď sa to dá. Žiaľ, túto pomýlenú interpretáciu manipulačných poriadkov (ďalej MP) si osvojili aj niektorí terciálni užívatelia nádrží. Skutočnosť je taká, že max. prev. hladina je limit – nie príkaz. Je to podobné, ako obmedzenie rýchlosti v dopravnom zákone, hoci to sa tiež v praxi interpretuje veľmi svojsky. V obci môžeme ísť aj pomalšie ako 50 km/hod, ale nesmieme ísť rýchlejšie – a rozumný vodič v komplikovanej situácii naozaj radšej spomalí.

Z výnimočného postavenia VE vyplývajú aj určité práva na výnimočné alebo „atypické“ manipulácie. Napr. aj v období medzi povodňami v roku 2010 a kritickým vyprázdnením nádrže v roku 2012 (ale ešte pri relatívne vysokom stave) elektrárňou vypúšťala niekoľko dní viac, ako zodpovedá zaručenému odtoku 4,9 m<sup>3</sup>/s – čo je mimochodom podľa MP tiež limit (nesmie sa vypúšťať menej, ale viac sa môže). Treba však uviesť, že na to má právo a na príkaz centrálného energetického dispečingu to môže urobiť aj bez súhlasu orgánov štátnej správy alebo SVP a bez vysvetlenia. Možno dostali len nejakú zvlášť lukratívnu ponuku, no možno bolo naozaj nutné nahradiť výpadok nejakého iného zdroja v systéme.

### 3.2 Protipovodňová ochrana

Protipovodňová ochrana je ďalšou nenahraditeľnou a skutočne strategickou funkciou VD Veľká Domaša, ktorá má za určitých okolností až medzinárodný význam a súvisí s niektorými bilaterálnymi dohodami o hraničných vodách s Maďarskou republikou počas veľkých vôd na Bodrogu. Ale aj bez tohto zvláštneho kontextu ide o mimoriadne dôležitú a trvalo aktuálnu spoločenskú úlohu. Zvlášť dnes, keď hodnota majetku v spádovej oblasti od čias výstavby nádrže viac ako 10-násobne stúpla a prípadné povodňové škody sa rátajú v miliónoch eur.

Problematikou významu a činnosti nádrže v systéme protipovodňovej ochrany sa budeme podrobne zaoberať až v II. etape riešenia, nakoľko spracovanie tejto témy vyžadovalo prípravu veľkého množstva špecifických a veľmi podrobných podkladov o režime veľkých vôd na Ondave. Preto tu len heslovite uvedieme podstatu ochrannej funkcie nádrže.

Nádrž Veľká Domaša v súčasnosti, resp. podľa posledných meraní z roku 2009 disponuje retenčným priestorom s objemom 20,19 mil.m<sup>3</sup> medzi kótou prahu bezpečnostného priepadu (BP) 162,00 m Bpv a maximálnou retenčnou hladinou 163,60 m Bpv. Tento priestor sa však neustále zmenšuje zanášaním nádrže na hornom konci vzdutia. Napr. medzi poslednými dvomi zameraniami v rokoch 1992 a 2009 sa zmenšil o 0,91 mil.m<sup>3</sup> a po veľkých vodách v roku 2010 už pravdepodobne nemá ani celých 20 mil.m<sup>3</sup>. Problém je v tom, že dominantný prísun sedimentov prebieha práve počas veľkých vôd a tieto sa usadzujú bezprostredne po vtoku do nádrže, kde prudko klesá rýchlosť prúdenia – t.j. na konci vzdutia, ktoré je súčasťou retenčného priestoru.

Ďalej treba upozorniť, že v čase výstavby nádrže v tzv. budovateľských rokoch prevládala iná vodohospodárska doktrína, ako dnes. Podľa nej, v zmysle hesla „ani kvapka na zmar“, sa preferovala maximalizácia zásobných priestorov, ktoré sa ako jediné považovali za užitočné. Význam retenčného priestoru sa podceňoval a jeho návrhový objem sa obmedzoval len na ochranu priehrady ako takej, t.j. aby nedošlo k jej preliatiu a prípadnej deštrukcii. S ochranou spádovej oblasti toku pod priehradou sa neuvažovalo – veď v tých časoch napokon ani veľmi nebolo čo chrániť. Išlo väčšinou o inundačné nezastavané oblasti, prakticky bezcenné.

Uvedená doktrína síce dostala prvé vážne trhliny už po zlyhaní retenčnej funkcie Oravskej priehrady v rokoch 1958 a 1970, ale to sa ešte považovalo za lokálny problém, nie systémový. Definitívne zanikla až po veľkých vodách na konci 90-tych rokov, keď už povodňové škody dosiahli fatálne rozmery. Dnes, keď sa v inundáciách už nestavajú len diaľnice, ale často a napriek protestom vodohospodárov aj obytné sídliská a hypermarkety alebo „priemyselné parky“, neustále silnie tlak verejnosti na posilnenie prvkov protipovodňovej ochrany.

Výnimkou v tomto smere nie je ani Veľká Domaša. Paradoxné, ale pre túto medializovanú spoločnosť aj typické je, že tá istá anonymná „verejnosť“, ktorá požaduje posilnenie prvkov protipovodňovej ochrany, súčasne žiada aj zvyšovanie hladín v nádržiach na rekreačné účely, hoci tieto dve požiadavky sú priam v antagonistickej rozpore.

Z tohto hľadiska sa aj pôvodná veľkosť retenčného priestoru nádrže Veľká Domaša javí ako nedostatočná, čo ešte znásobuje skutočnosť, že priestor sa znižuje, ale objem veľkých vôd narastá. To je tiež ďalší dôvod (okrem energetiky – čl. 3.1), prečo treba udržiavať aj z bezpečnostných dôvodov určitý odstup od max. prev. hladiny, ktorý poskytne doplnkový priestor pre retenciu povodňových vln v rámci zásobného priestoru.

Kritickým prvkom VD Veľká Domaša je bezpečnostný prípad, ktorý je nehradený, s pevnou priepadovou hranou. Akonáhle hladina v nádrži stúpne nad úroveň tejto hrany, dostáva sa prevádzka VD do stavu vynútenej a nekontrolovateľnej manipulácie, kedy stráca možnosť akýmkoľvek spôsobom regulovať odtok z nádrže. Kým je hladina pod touto úrovňou, má síce obmedzené, ale aspoň nejaké možnosti regulovať odtok (do cca 175 m<sup>3</sup>/s) cez VE alebo dnový výpust. Typickým príkladom takéhoto zlyhania retenčnej funkcie bola situácia v máji a júni 2010, kedy prevádzka (taktiež pod predchádzajúcim tlakom verejnosti na zvýšenie hladiny) nedodrжала zásady bezpečnostnej stratégie (pozor – porušila len úzus, nie MP), nepredvypustila včas nádrž a tá o pár dní „vykypela“.

Nepriamym, ale zákonitým dôsledkom toho bolo dlhodobé preťaženie hrádzi Ondavy pod Domašou nadmernými prietokmi, ktoré napokon nevydržali a došlo k deštrukcii, spojenej s rozsiahlymi záplavami. Netrúfam si na tomto mieste tvrdiť, že to bolo jedinou príčinou uvedenej katastrofy a že inak by k prietrži nedošlo. Zvýšenie retenčnej účinnosti nádrže by však podstatne toto riziko znížilo.

Paradoxné je, že následkom tohto zlyhania bol obrat názoru „verejnosti“ o 180° a urgentná požiadavka na zníženie hladiny – ale ako vždy až „ex-post“. A prevádzka VD opäť vyhovela a „vycúvala“ s hladinou, čím sa pripravila o niekoľko mil.m<sup>3</sup> zásob pred suchým rokom 2012.

Vodohospodárske procesy v nádržiach veľkých VD sú dlhodobé synergické procesy, ktoré majú často charakter reťazovej reakcie. To nie sú korúhvičky na kostolnej veži, ktoré možno kedykoľvek obracať podľa toho, odkiaľ práve zafúkal vietor neobdobných názorov verejnosti. Nádrže majú určitý cyklus prevádzky, ktorý je vymedzený na jednej strane prirodzenými odtokovými pomermi a na druhej strane technickými a prevádzkovými podmienkami, resp. parametrami nádrže. Regulovanie odtoku preto musí mať určitú koncepciu a stratégiu a tieto nemožno meniť „za pochodu“ uprostred cyklu. Aj tu platí pravidlo majstrov bridžu, ktoré hovorí: „aj keď urobíš chybu, musíš v nej dôsledne pokračovať“. Inak vznikne chaos s oveľa horšími následkami.

Z horeuvedených poznámok je zrejmé, že súčasná retenčná funkcia nádrže je nedostatočná a rozhodne treba zvýšiť jej účinnosť. Otázkou akým spôsobom a do akej miery, sa budeme zaoberať v II. etape riešenia, po dôkladnejšom rozbere režimu veľkých vôd. Už teraz je však jasné, že to nemožno dosiahnuť zvyšovaním prevádzkovej hladiny alebo udržiavaním plnej nádrže. Ak sa dlhšie udrží súčasný trend teploty vzduchu, alebo nebudaj ešte narastie, zvýši sa tým aj akumulčný potenciál atmosféry, t.j. jej schopnosť nasáť viac vlhkosti – ktorá potom zákonite musí niekde spadnúť. To znamená zväčšenie objemu následných povodňových vln a ďalší pokles retenčnej účinnosti nádrže aj pri zachovaní jej doterajších parametrov.

### 3.3 Zásobovanie vodou a regulovanie prietokov Ondavy pod nádržou

Tretou v poradí, ale rovnako dôležitou funkciou nádrže ako obe už uvedené, je regulovanie prietokov Ondavy pod nádržou pre potreby zásobovania priemyslu, najmä v okolí Vranova nad Topľou. Ide o tzv. kompenzačné nadlepšovanie, čo je vlastne doplňovanie prirodzených prietokov na požadovanú úroveň odberov, pri zachovaní minimálneho biologického prietoku po uskutočnení týchto odberov. Z toho je zrejmé, že ide aj o ekologickú funkciu, stanovenú a vymedzenú Zákonom o vodách.

Nezanedbateľný je aj sociálny aspekt tejto funkcie. V tejto oblasti sú dva pomerne veľké chemické podniky – Bukocel Vranov a Chemko Strážske, ktoré odoberajú vodu z Ondavy pri Kučíne na technologické účely. Najmä v Chemku Strážske je súčasťou výrobného procesu tzv. kontinuálne odlievanie, pri ktorom má prerušenie výroby mimoriadne vážne následky. Prerušenie alebo obmedzenie dodávok vody pre tieto podniky môže znamenať prerušenie výroby a tým aj druhotné porušenie ich dohôd s odberateľmi. V podmienkach súčasnej hospodárskej krízy to môže v krajnom prípade znamenať aj konkurz a stratu práce pre niekoľko sto zamestnancov týchto podnikov v regióne s už aj tak vysokou nezamestnanosťou.

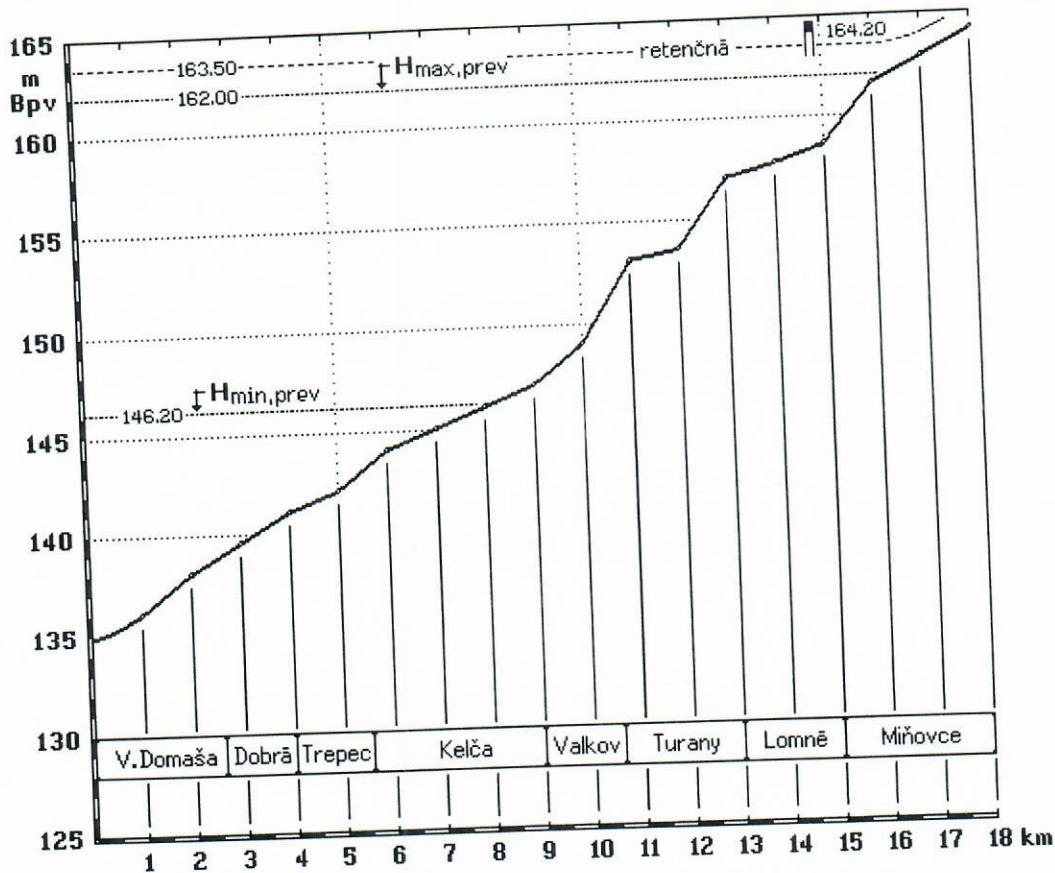
S činnosťou uvedených podnikov úzko súvisí aj ďalšia ekologická funkcia VD, ktorou je riadenie odpadových vôd týchto podnikov a znižovanie koncentrácie znečistenia v Ondave, čo taktiež súvisí za určitých nepriaznivých okolností s medzinárodnými dohodami o hraničných vodách v kategórii čistoty vôd. V tejto súvislosti treba pripomenúť, že podľa výsledkov našej štúdie [Hucko a kol. 2010] je súčasný stav koncentrácie znečistenia Ondavy v niektorých parametroch pri nízkych prietokoch na kritickej úrovni.

V pôvodnom investičnom zámere VD Veľká Domaša bolo aj zásobovanie VSN vodou na závlahy a to v rozsahu rádovo  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Táto položka už v súčasnosti nie je aktuálna, ale bola zahrnutá do pôvodného nadlepšenia  $5,85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tým, že nadlepšenie už bolo znížené práve o hodnotu týchto odberov, v celkovej bilancii nádrže sa nič nemení, takže ani túto potenciálnu „rezervu“ už nemožno použiť na ďalšie podstatné zníženie nadlepšenia. Vzhľadom na súčasnú úroveň skutočných odberov z vyššie spomínaných podnikov možno uvažovať len o znížení nadlepšenia maximálne o  $250 \text{ l/s}$ , t.j. na úroveň  $4,65 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Určitú možnosť zníženia odtoku z nádrže poskytuje modifikácia kompenzačného systému nadlepšovania, pri ktorej možno do určitej miery využiť potenciál tokov zaúst'ujúcich do Ondavy pod priehradou – Oľky a Ondávky. Už v pôvodnom projekte sa totiž uvažovalo s nadlepšením k profilu Kučín, nie bezprostredne pod nádržou. To je však logisticky pomerne náročné a odtokový režim Oľky a Ondávky je ešte extrémnejší ako režim Ondavy. Dlhodobosíce majú tieto toky potenciál viac ako  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  (príloha 2), ale v kritických málovodných obdobiach ich prietoky klesajú rádovo na úroveň  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ , čo je prakticky nevyužiteľné. Touto možnosťou sa budeme podrobnejšie zaoberať až v III. etape riešenia.

### 3.4 Morfológia nádrže Veľká Domaša

Problémy, ktoré spôsobuje hladinový režim nádrže obyvateľom okolitých obcí podmieňuje najmä trochu „nešťastná“ morfológia nádrže. Nádrž sa nachádza v úzkom a dlhom údolí s pomerne nízkym pozdĺžnym sklonom dna cca  $0,1 \%$ . Pri celkovej dĺžke  $16 \text{ km}$  a spáde  $16 \text{ m}$  to znamená, že pri poklese hladiny o každý  $1 \text{ m}$  voda „vycúva“ od horného konca nádrže pri Lomnom hneď o celý  $1 \text{ km}$ . Názorne to ilustruje pozdĺžny profil nádrže na obr. 3.1.



Obr. 3.1 – Pozdĺžny profil nádrže Veľká Domaša

Najhorší dôsledok to má pre obce Lomné a Turany nad Ondavou, nakoľko kolísanie hladín medzi kótami 162 a 157 m Bpv je vcelku bežné a môže k nemu dochádzať prakticky každý rok – je to zóna sezónneho vyrovnania objemov.

Túto skutočnosť projektanti a investor nádrže nedomysleli, čo bolo v tých časoch taktiež vcelku bežné. Až na Liptovskej Mare (1975) sa po prvý raz riešila aj otázka zabahnenia horného konca vzdutia a s tým spojených negatívnych vedľajších účinkov kolísania hladiny na okolité prostredie. Na Domaši síce projektant ochránil Turany pred prípadnými účinkami veľkých vôd bočnou hrádzou, ale na riešenie opačnej situácie sa akosi „pozabudlo“.

V prípade výraznejších fluktuácií prítoku, ako napr. v rokoch 2003-2004 a 2011-2012, čo je ale tiež očakávateľné, môže hladina klesnúť až pod 152 m Bpv a to znamená „vycúvanie“ vody až o 6 km (!), čiže až do priestoru veľkého rekreačného strediska Valkov.

Túto skutočnosť nedomyslel nielen investor VD, ale aj investori príslušných rekreačných zariadení, ktorí nevychádzali z exaktných technických podkladov, ale nechali sa „učičkať“ priaznivou hydrologickou situáciou na počiatku 70-tych rokov, kedy bola nádrž stále plná. No možno aj počítali s tým, že v priemere raz za 20 rokov sa tu jednoducho rekreovať nebude. Tak či onak, ide tu o lokálny problém, ktorý treba riešiť individuálne a nie na úkor podstatne dôležitejších funkcií vodného diela.

Z hľadiska uvedených negatívnych efektov morfológie nádrže možno za kritickú hladinu považovať stav zhruba okolo kóty 154,00 m Bpv, pri ktorom sa horný okraj zátopy priblíži k stredisku Valkov, ale v jeho bezprostrednom okolí sa ešte voda udrží, takže k nežiadúcim estetickým a ekologickým efektom nedôjde. Z toho budeme vychádzať v II. etape riešenia pri určení kritického nadlepšenia z hľadiska hladinového režimu nádrže.

#### 4. SÚHRN A ZÁVERY

Hlavným cieľom a predmetom tejto časti riešenia je vyhodnotenie doterajšej prevádzky nádrže z hľadiska odtokových pomerov Ondavy a ich vplyvu na hladinový režim nádrže, t.j. akým spôsobom a do akej miery sa do hladinového režimu môžu premietnuť zistené zmeny odtokových pomerov. Riešenie bolo zamerané najmä na identifikáciu súčasného hydrického potenciálu povodia (výdatnosti zdrojov) vo vzťahu k možnostiam jeho využitia pri regulovaní odtoku nádržou. Súčasťou riešenia bola aj príprava, spracovanie a revízia hydrologických a vodohospodárskych podkladov – ako pre predloženú analýzu, tak aj na riešenie ďalších etáp projektu.

V rámci riešenia I.etapy projektu sme dospeli k nasledujúcim poznatkom:

1. Odtokové pomery v povodí Ondavy nad nádržou sa v posledných rokoch naozaj výrazne zmenili a priemerné prítoky do nádrže poklesli od roku 1982 približne o 10 % oproti priemeru obdobia 1971-2010, resp. až o 20 % od úrovne na prelome 70-tych a 80-tych rokov minulého storočia. Dlhodobý (40-ročný) priemerný prítok do nádrže je  $7,383 \text{ m}^3/\text{s}$ , priemerný prítok v období 2001-2010 (10-ročný) je  $7,20 \text{ m}^3/\text{s}$ . To je síce ešte stále dosť, ale súčasne vzrástla aj entropia odtoku (rozkolísanosť), takže napr. v rokoch 2003-2004 a 2011-2012 to bolo menej ako  $4,50 \text{ m}^3/\text{s}$ , čo je menej ako súčasná, už znížená úroveň nadlepšenia odtoku  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$ . Naproti tomu v „povodňovom“ roku 2010 bol prítok až  $12,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , ale väčšinou pretiekol nádržou bez úžitku, resp. ešte s povodňovými škodami. To je hlavná, ale nie jediná príčina nepriaznivého vývoja hladín v uvedených rokoch.
2. Hlavnou príčinou poklesu prítokov do nádrže, ako aj vzrastu entropie odtoku z povodia, je zvýšenie priemerných ročných, no najmä letných teplôt ovzdušia v priemere až o  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  oproti 40-ročnému normálu. To podmieňuje zvýšenie územného výparu a zníženie odtoku aj pri pomerne stabilnom dlhodobom režime zrážok, t.j. nezmenenej úrovni zrážok. Okrem územného výparu to zvyšuje aj podiel výparu v bilancií nádrže, ktorý dosahuje v letných obdobiach viac ako  $400 \text{ mm}$  – čo predstavuje prietokový ekvivalent odtoku z nádrže až  $0,750 \text{ m}^3/\text{s}$ , t.j. akoby zvýšenie odtoku o 12,5 %.
3. Druhotnou príčinou zníženia prítokov do nádrže môžu byť rozptýlené komunálne odbery vody v povodí Ondavy nad nádržou (prípadne aj z nádrže samotnej), spadajúce podľa Zákona o vodách do sféry všeobecného užívania vôd – čiže legálne, ale neregistrované. Tieto dosahujú rádovo  $0,250 \text{ m}^3/\text{s}$  v priemere a v suchých obdobiach narastajú až na  $0,400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tým sa celkový bilančný deficit ešte prehľbuje.
4. Z hľadiska narastania entropie odtoku je kritické, že stále väčšia časť prítokov prechádza nádržou bez toho, aby zlepšili jej objemovú bilanciú. Z tohto hľadiska možno uviesť napr. vývoj na jar v roku 2013. Pred príchodom jarných vôd v januári bola nádrž v stave kritického vyprázdnenia na úrovni  $151,50 \text{ m Bpv}$  a to ešte v úspornom režime. Koncom marca už bola plná (prírastok rádovo  $100 \text{ mil.m}^3$  za 2 mesiace) a začiatkom apríla sa už musel zvýšiť odtok na polovičný výkon VE, t.j.  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tento objem síce neprešiel úplne „jalovo“, nakoľko bol energeticky využiteľný, ale k navýšeniu zásob už neprispel. Podobná situácia sa vyskytla aj v roku 2005, čiže nejde o výnimočný prípad. Mimochodom – na jar 2013 sa nominálny odtok  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$  takmer vôbec nevyskytol a vypúšťanie „preskočilo“ z úsporného režimu  $3,50 \text{ m}^3/\text{s}$  za pár dní rovno na „odľahčovací“  $24,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .
5. Ďalšou významnou príčinou, ktorá sa spolupodieľala na kritickom vývoji hladín v rokoch 2011-2012, bola skutočnosť, že z nádrže sa v roku 2011 vypúšťal až o 10 % vyšší odtok, teda nie  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$ , ale často až  $5,50 \text{ m}^3/\text{s}$ . To súvisí s technologickou problematikou nastavovania riadiaceho systému prevádzky MVE Malá Domaša, ktorá od decembra 2010 zabezpečuje finálnu fázu vypúšťania nadlepšeného odtoku z vyrovnávacej nádrže.

Na základe vyššie uvedených poznatkov sme dospeli k nasledujúcim záverom:

1. Nie je nevyhnutné znižovať úroveň nadlepšenia odtoku zo súčasnej hodnoty  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$  – napr. pri dôslednom dodržiavaní tohto odtoku v rokoch 2011-2012 (v zmysle bodu 5) by sa „ušetrilo“ zhruba až  $3,5 \text{ m}$  (!), takže hladina by neklesla pod úroveň  $154,00 \text{ m Bpv}$ . Ide však o technický a technologicko-legislatívny problém, súvisiaci s denným a týždenným kolísaním hladiny vo vyrovnávacej nádrži – presne sa to nastaviť nedá, pričom hodnota  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$  je legislatívny limit podľa MP a zákona. Touto otázkou sa budeme podrobnejšie zaoberať v nasledujúcich etapách riešenia s detailným rozborom hladinového režimu nádrže a technických podmienok prevádzky.
2. Udržiavanie vyšších hladín je z hľadiska objemovej bilancie kontraproduktívne – čím vyššie je hladina, tým vyšší je aj výpar, takže čo sa ušetrí násilným „škrtením“ odtoku, to sa napokon aj tak vyparí. Okrem toho sa tým zvyšuje aj podiel nevyužiteľného prítoku a znižuje účinnosť retencie.
3. Treba naopak posilniť retenciu, ktorá sa v súčasných podmienkach zvyšovania entropie odtoku permanentne (nepriamo) oslabuje. Pri súčasnej úrovni teplôt má atmosféra vyšší potenciál vlhkosti, čo podmieňuje zväčšovanie intenzity a výdatnosti dažďov, najmä prívalových a tým aj častejší výskyt povodňových situácií. Touto otázkou sa budeme podrobnejšie zaoberať v III. etape riešenia.
4. Možno uvažovať o prípadnom znížení nadlepšenia na priemernú úroveň  $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$  a to buď rovnomerne, alebo s alternatívnym nadlepšovaním  $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$  v pracovných dňoch a  $4,40 \text{ m}^3/\text{s}$  počas sviatkov a dní pracovného pokoja – to ale závisí od režimu odberov pod nádržou. Podobne možno uvažovať s plne kompenzačným režimom nadlepšovania, t.j. znižovaním odtoku v obdobiach zvýšených prirodzených prietokov. Ďalšie znižovanie nadlepšenia pod  $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$  rozhodne neodporúčam ako jednoznačne neúčinné.

VD Veľká Domaša je multifunkčný komplex zariadení, ktorý plní okrem svojej hlavnej zásobnej funkcie aj viacero ďalších, nemenej významných funkcií, pričom treba z hľadiska hladinového režimu dodržiavať aj niektoré technologické limity prevádzky. V prvom rade je to bezpečnosť samotnej priehrady. Hoci nádrž má na tento účel osobitne vymedzený retenčný priestor nad kótou  $162,00 \text{ m Bpv}$ , vzhľadom na už uvedený extrémny charakter režimu prietokov sa neodporúča (z bezpečnostných dôvodov) plniť ju permanentne až na samú hranicu zásobného priestoru. Bezpečnejšie je udržiavať preventívne ešte určitú rezervu  $1$  až  $1,5 \text{ m}$ , aby sa pri náhlom a neočakávanom nábehu povodňovej vlny nádrž nedostala do tzv. vynútenej manipulácie, pri ktorej už udalosti nadobúdajú vlastnú dynamiku a prevádzka nemá priestor na voľbu optimálneho postupu riadenia odtoku, nakoľko bezpečnostný priestor nemá ovládacie zariadenie.

Pri celkovom hodnotení hladinového režimu nádrže treba zohľadniť všetky vyššie uvedené aspekty, vrátane časového aspektu. Niektoré manipulačné rozhodnutia sa totiž môžu javiť odlišne z pohľadu „ex-post“, keď už vieme, čo sa stalo a inak z pohľadu reálneho času, keď dispečer alebo prevádzkovateľ VD ešte nevie, čo sa stane – ale musí sa rozhodnúť, čo urobí. Preto je dôležité stanoviť aj určité zásady optimálnej stratégie a dôsledne ich dodržiavať, najmä nepodliehať nátlaku neodbornej verejnosti a médií, ktorý vedie len k chaosu a tým aj chybným rozhodnutiam, ktoré sa ukážu až po dlhšom čase.

Problém ustupovania hladiny a zabahnenia priestoru horného konca nádrže treba riešiť lokálne technicky a nie systémovo, udržiavaním vysokej hladiny alebo dokonca zmenou účelu vodného diela – kolísaniu hladín sa tým nijako nezabráni a spôsobí to viac škôd ako úžitku.

## 5. LITERATÚRA

DUB, O. – NĚMEC, J. a kol.: Hydrologie. Technický průvodce 34. SNTL, Praha 1969.

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 VS Veľká Domaša. SVP, š.p. – OZ Košice.

ŠERMER, A.: Experimentálne vzorce pre stanovenie strát vody výparom z vodných nádrží. Vodní hospodářství, č.12, 1961.

## 6. PRÍLOHY

1. Morfológia povodia Ondavy s vyznačením pozorovacích profilov
2. Územná odtoková bilancia povodia Ondavy – rozpis priemerných mesačných prietokov v jednotlivých pozorovacích a bilančných profiloch v období 2001-2010 (5 tabuliek) – príloha je spracovaná v MS Excel, súbor „pr2biond.xls“.

## 7. OBSAH

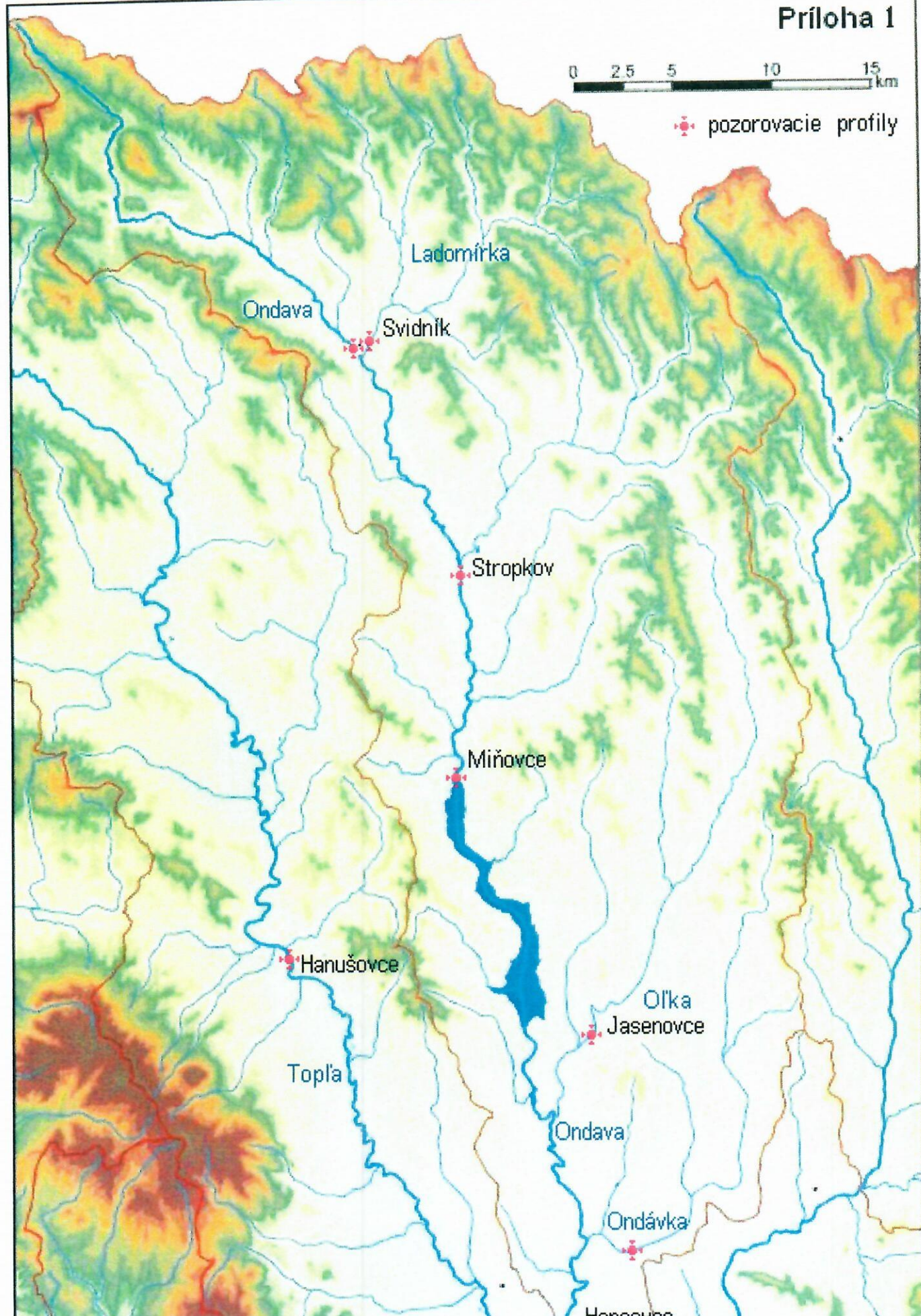
1.	ÚVOD	1
2.	ODTOKOVÉ POMERY V POVODÍ ONDAVY	2
2.1	Hydrologické a klimatologické podklady riešenia	2
2.2	Vodohospodárske podklady riešenia a identifikácia prítokov do nádrže	4
2.3	Revízia podkladov riešenia a kontrola časopriestorovej integrity prietokov	8
2.4	Klimatické pomery v povodí Ondavy	9
2.5	Výpar a jeho vplyv na objemový režim nádrží	10
3.	PREVÁDZKA NÁDRŽE VEĽKÁ DOMAŠA	13
3.1	Energetika	15
3.2	Protipovodňová ochrana	16
3.3	Zásobovanie vodou a regulovanie prietokov Ondavy pod nádržou	18
3.4	Morfológia nádrže Veľká Domaša	18
4.	SÚHRN A ZÁVERY	20
5.	LITERATÚRA	22
6.	PRÍLOHY	22
7.	OBSAH	22



# Príloha 1



••• pozorovacie profily



Pril.2	Územná odtoková bilancia povodia Ondavy - súhrn									2001-10
	Ladom	oSvid	dq^str	str:sp	OndStr	dq^dom	pritok	d'akum	odtok	Qp:str
01-10	2.085	1.771	1.737	1.451	5.593	1.608	7.200	0.034	7.167	1.287
areas	1.847	1.675	2.262	1.642	5.784	2.488	8.272		8.272	1.430
qspec	11.29	10.57	7.68		9.67	6.46	8.70			
[01]	1.922	1.856	1.338	1.354	5.116	1.365	6.481	0.504	5.977	1.267
[02]	1.343	1.163	1.233	1.492	3.739	1.077	4.816	-1.085	5.901	1.288
[03]	0.999	0.975	1.092	1.553	3.066	1.085	4.151	-0.912	5.063	1.354
[04]	2.261	2.041	2.318	1.539	6.620	1.839	8.459	2.394	6.065	1.278
[05]	3.088	1.919	2.774	1.554	7.781	2.084	9.865	-0.460	10.325	1.268
[06]	2.432	2.117	1.866	1.410	6.415	1.803	8.218	-0.521	8.739	1.281
[07]	1.583	1.422	0.980	1.326	3.985	1.137	5.122	-0.636	5.758	1.285
[08]	1.989	1.969	1.133	1.286	5.091	1.276	6.367	1.214	5.153	1.251
[09]	1.758	1.605	1.636	1.486	4.999	0.633	5.632	-0.132	5.764	1.127
[10]	3.471	2.641	3.003	1.491	9.115	3.776	12.891	-0.029	12.920	1.414
	odtok	olka	ond'ka	dq.pod	kucin	dq:o&o	topla	top+ok	medzip	OnHorc
01-10	7.167	1.534	0.869	0.344	9.913	0.143	8.301	18.214	3.187	21.400
areas	8.272	1.740	1.173	1.370	12.555	0.470	10.500	23.055	5.803	28.858
qspec		8.81	7.41	2.51	7.90		7.91	7.90	5.49	7.42
[01]	5.977	1.460	0.886	0.038	8.361	0.016	8.124	16.485	2.841	19.326
[02]	5.901	1.057	0.560	0.222	7.740	0.137	5.761	13.501	2.212	15.713
[03]	5.063	0.944	0.486	0.200	6.693	0.140	4.715	11.408	2.166	13.574
[04]	6.065	1.899	1.304	0.411	9.679	0.128	7.052	16.731	2.520	19.251
[05]	10.325	2.227	1.252	0.803	14.607	0.231	12.623	27.230	3.024	30.254
[06]	8.739	1.815	0.897	0.860	12.311	0.317	9.356	21.667	2.869	24.536
[07]	5.758	1.194	0.449	-0.169	7.232	-0.103	4.948	12.180	1.886	14.066
[08]	5.153	1.474	0.652	0.190	7.469	0.089	8.047	15.516	3.309	18.825
[09]	5.764	0.859	0.638	0.416	7.677	0.278	7.821	15.498	2.799	18.297
[10]	12.920	2.408	1.566	0.466	17.360	0.117	14.560	31.920	8.240	40.160

Pril.2	Územná odtoková bilancia povodia Ondavy - legenda	plocha v km2
Ladom	Ladomírka: Svidník	184.70
oSvid	Ondava: Svidník	167.50
dq^str	medzipovodie Svidník - Stropkov	226.20
str:sp	pomer prietokov v Stropkove k súčtu Ladomírky a Ondavy vo Svidníku	
OndStr	Ondava: Stropkov	578.40
dq^dom	medzipovodie Stropkov - Veľká Domaša (priehrada)	248.80
pritok	pritok do nádrže	827.20
d'akum	prietokový ekvivalent akumulácie v nádrži (Qp-Qo)	
odtok	odtok z nádrže	
Qp:str	relačný referenčný pomer prítoku k prietoku v Stropkove	
olka	Olka: Jasenovce (pozor - nie ústie, ale profil SHMÚ)	174.00
ond'ka	Ondávka: Tovarnianska Polianka	117.30
dq.pod	medzipovodie Ondavy od priehrady po Hencovce, vrátane Olky pod ppf	137.00
kucin	prietoky podľa SHMÚ v profile Hencovce, resp. odberný pf Kučín	1255.50
dq:o&o	pomer prítoku z medzipovodia k súčtu prietokov Olky a Ondávky	
topla	Topľa: Hanušovce - pozorovací profil SHMÚ	1050.00
top+ok	súčet prietokov Tople v Hanušovciach a Ondavy v Kučíne	2305.50
medzip	medzipovodie Ondavy nad Horovcami - vrátane Tople od ppf po sútok	580.30
OnHorc	Ondava: Horovce	2885.80
01-10	súhrnný priemerný prítok 10-ročia 2001-2010	
[##]	priemerné ročné prietoky -!- v hydrologických rokoch	
areas	plochy povodia v stovkách km2	
qspec	špecifický odtok z plochy 1 km2 v litroch/sek	
	všetky údaje v tabuľkách sú priemerné mesačné prietoky v m3/s	

Pril.2-1

## Územná odtoková bilancia povodia Ondavy po Velkú Domašu

2001-05

	Ladom	oSvid	dq^str	str:sp	OndStr	dq^dom	pritok	d^akum	odtok	Qp:str
nov'00	0.422	0.359	0.109	1.140	0.890	0.356	1.246	-4.354	5.600	1.400
dec'00	0.427	0.362	0.237	1.300	1.026	0.462	1.488	-3.146	4.634	1.450
jan'01	1.330	1.287	1.046	1.400	3.663	1.465	5.128	-0.690	5.818	1.400
feb'01	2.485	2.287	1.828	1.383	6.600	2.310	8.910	2.430	6.480	1.350
mar'01	4.221	4.010	2.135	1.259	10.366	2.234	12.600	7.736	4.864	1.216
apr'01	2.422	2.311	2.005	1.424	6.738	2.022	8.760	4.127	4.633	1.300
maj'01	0.746	0.712	0.696	1.477	2.154	0.711	2.865	-3.711	6.576	1.330
jun'01	1.960	1.871	1.211	1.316	5.042	1.008	6.050	0.670	5.380	1.200
jul'01	6.785	6.920	5.238	1.382	18.943	3.789	22.732	12.732	10.000	1.200
aug'01	0.766	0.738	0.638	1.424	2.142	0.643	2.785	-3.457	6.242	1.300
sep'01	0.806	0.777	0.483	1.305	2.066	0.517	2.583	-2.813	5.396	1.250
okt'01	0.680	0.616	0.422	1.326	1.718	0.550	2.268	-3.784	6.052	1.320
nov'01	1.008	0.900	1.146	1.601	3.054	1.113	4.167	-1.763	5.930	1.364
dec'01	0.498	0.400	0.445	1.496	1.343	0.507	1.850	-4.080	5.930	1.378
jan'02	1.823	1.619	2.121	1.616	5.563	1.452	7.015	2.612	4.403	1.261
feb'02	5.444	4.703	4.927	1.486	15.074	3.108	18.182	11.421	6.761	1.206
mar'02	2.108	1.819	1.514	1.386	5.441	1.616	7.057	-0.227	7.284	1.297
apr'02	1.017	0.878	0.697	1.368	2.592	0.871	3.463	-3.097	6.560	1.336
maj'02	0.407	0.346	0.387	1.514	1.140	0.467	1.607	-4.503	6.110	1.410
jun'02	1.011	0.873	1.006	1.534	2.890	1.043	3.933	-2.004	5.937	1.361
jul'02	0.892	0.776	0.895	1.537	2.563	0.857	3.420	-2.406	5.826	1.334
aug'02	0.659	0.569	0.578	1.471	1.806	0.742	2.548	-3.213	5.761	1.411
sep'02	0.280	0.242	0.245	1.469	0.767	0.366	1.133	-3.734	4.867	1.477
okt'02	1.296	1.115	1.139	1.472	3.550	0.948	4.498	-1.018	5.516	1.267
nov'02	1.130	1.055	1.218	1.557	3.403	1.337	4.740	-0.753	5.493	1.393
dec'02	0.818	0.706	0.674	1.442	2.198	0.862	3.060	-2.846	5.906	1.392
jan'03	0.559	0.566	0.428	1.380	1.553	0.682	2.235	-3.117	5.352	1.439
feb'03	0.337	0.324	0.373	1.564	1.034	0.517	1.551	-3.656	5.207	1.500
mar'03	4.003	3.960	5.230	1.657	13.193	4.063	17.256	13.304	3.952	1.308
apr'03	2.556	2.531	2.582	1.508	7.669	2.565	10.234	4.561	5.673	1.334
maj'03	0.927	0.918	0.935	1.507	2.780	0.887	3.667	-0.623	4.290	1.319
jun'03	0.416	0.411	0.430	1.520	1.257	0.523	1.780	-3.617	5.397	1.416
jul'03	0.452	0.448	0.457	1.508	1.357	0.603	1.960	-3.182	5.142	1.444
aug'03	0.105	0.102	0.071	1.343	0.278	0.149	0.427	-4.360	4.787	1.536
sep'03	0.225	0.223	0.226	1.504	0.674	0.326	1.000	-3.690	4.690	1.484
okt'03	0.410	0.406	0.416	1.510	1.232	0.460	1.692	-3.227	4.919	1.373
nov'03	0.479	0.474	0.484	1.508	1.437	0.641	2.078	-2.072	4.150	1.446
dec'03	0.603	0.597	0.610	1.508	1.810	0.580	2.390	-2.394	4.784	1.320
jan'04	0.522	0.489	0.540	1.534	1.551	0.525	2.076	-2.789	4.865	1.338
feb'04	1.414	1.342	4.309	2.563	7.065	1.675	8.740	3.981	4.759	1.237
mar'04	8.170	7.800	8.485	1.531	24.455	6.318	30.773	25.438	5.335	1.258
apr'04	2.778	2.640	2.458	1.454	7.876	2.386	10.262	7.802	2.460	1.303
maj'04	2.956	2.650	0.997	1.178	6.603	1.707	8.310	5.133	3.177	1.259
jun'04	1.362	1.280	1.109	1.420	3.751	1.334	5.085	0.295	4.790	1.356
jul'04	5.487	4.082	5.322	1.556	14.891	2.579	17.470	3.531	13.939	1.173
aug'04	1.750	1.644	1.923	1.567	5.317	2.286	7.603	-7.542	15.145	1.430
sep'04	0.628	0.590	0.690	1.567	1.908	1.104	3.012	-2.241	5.253	1.579
okt'04	0.804	0.756	0.884	1.567	2.444	0.856	3.300	-0.490	3.790	1.350
nov'04	1.746	1.641	1.919	1.567	5.306	1.167	6.473	-1.909	8.382	1.220
dec'04	2.427	2.281	2.669	1.567	7.377	2.361	9.738	-0.866	10.604	1.320
jan'05	2.858	1.788	2.743	1.590	7.389	1.847	9.236	-0.172	9.408	1.250
feb'05	0.867	0.792	0.800	1.482	2.459	0.885	3.344	-8.394	11.738	1.360
mar'05	8.758	3.355	7.445	1.615	19.558	4.302	23.860	13.355	10.505	1.220
apr'05	6.133	2.847	2.547	1.284	11.527	2.305	13.832	-0.283	14.115	1.200
maj'05	4.756	3.753	5.556	1.653	14.065	3.515	17.580	0.642	16.938	1.250
jun'05	2.917	1.976	2.361	1.483	7.254	1.886	9.140	-1.743	10.883	1.260
jul'05	1.079	0.768	1.217	1.659	3.064	1.379	4.443	0.363	4.080	1.450
aug'05	3.983	2.588	3.501	1.533	10.072	3.528	13.600	0.320	13.280	1.350
sep'05	0.680	0.564	1.278	2.027	2.522	0.908	3.430	-5.394	8.824	1.360
okt'05	0.610	0.546	0.959	1.830	2.115	0.740	2.855	-2.456	5.311	1.350
[01]	1.922	1.856	1.338	1.354	5.116	1.365	6.481	0.504	5.977	1.267
[02]	1.343	1.163	1.233	1.492	3.739	1.077	4.816	-1.085	5.901	1.288
[03]	0.999	0.975	1.092	1.553	3.066	1.085	4.151	-0.912	5.063	1.354
[04]	2.261	2.041	2.318	1.539	6.620	1.839	8.459	2.394	6.065	1.278
[05]	3.088	1.919	2.774	1.554	7.781	2.084	9.865	-0.460	10.325	1.268

Pril.2-2

## Územná odtoková bilancia povodia Ondavy po Veľkú Domašu

2006-10

	Ladom	oSvid	dq^str	str:sp	OndStr	dq^dom	pritok	d^akum	odtok	Qp:str
nov'05	0.313	0.388	0.530	1.756	1.231	0.615	1.846	-3.335	5.181	1.500
dec'05	1.715	1.334	1.648	1.541	4.697	1.315	6.012	1.129	4.883	1.280
jan'06	1.764	1.300	1.455	1.475	4.519	1.131	5.650	0.613	5.037	1.250
feb'06	1.227	0.520	0.687	1.393	2.434	0.730	3.164	-2.016	5.180	1.300
mar'06	8.890	8.166	4.626	1.271	21.682	5.418	27.100	18.540	8.560	1.250
apr'06	5.446	4.470	5.455	1.550	15.371	4.149	19.520	-7.434	26.954	1.270
maj'06	2.222	1.627	2.041	1.530	5.890	1.650	7.540	2.780	4.760	1.280
jun'06	5.248	4.900	4.266	1.420	14.414	3.892	18.306	-4.371	22.677	1.270
jul'06	0.985	1.389	0.504	1.212	2.878	0.862	3.740	-2.530	6.270	1.300
aug'06	0.711	0.516	0.683	1.557	1.910	0.955	2.865	-2.161	5.026	1.500
sep'06	0.436	0.394	0.315	1.380	1.145	0.573	1.718	-3.920	5.638	1.500
okt'06	0.169	0.300	0.157	1.335	0.626	0.314	0.940	-4.237	5.177	1.502
nov'06	1.303	0.974	1.145	1.503	3.422	1.026	4.448	-1.002	5.450	1.300
dec'06	0.526	0.451	0.354	1.362	1.331	0.453	1.784	-3.344	5.128	1.340
jan'07	3.917	3.188	2.400	1.338	9.505	2.281	11.786	5.834	5.952	1.240
feb'07	5.669	5.057	4.150	1.387	14.876	3.570	18.446	9.556	8.890	1.240
mar'07	3.206	2.291	1.434	1.261	6.931	1.733	8.664	3.114	5.550	1.250
apr'07	0.824	0.857	0.741	1.441	2.422	0.848	3.270	-2.583	5.853	1.350
maj'07	0.463	0.496	0.439	1.458	1.398	0.615	2.013	-3.412	5.425	1.440
jun'07	0.891	1.241	0.293	1.137	2.425	0.873	3.298	-2.287	5.585	1.360
jul'07	0.262	0.257	0.267	1.514	0.786	0.472	1.258	-4.083	5.341	1.601
aug'07	0.216	0.186	0.077	1.192	0.479	0.287	0.766	-4.654	5.420	1.599
sep'07	1.308	1.548	0.463	1.162	3.319	0.929	4.248	-1.034	5.282	1.280
okt'07	0.742	0.834	0.261	1.166	1.837	0.771	2.608	-2.892	5.500	1.420
nov'07	2.196	1.676	0.745	1.192	4.617	1.343	5.960	0.710	5.250	1.291
dec'07	2.260	2.803	0.873	1.172	5.936	1.304	7.240	2.490	4.750	1.220
jan'08	2.384	2.162	1.594	1.351	6.140	1.650	7.790	2.645	5.145	1.269
feb'08	2.307	2.664	1.054	1.212	6.025	1.403	7.428	2.428	5.000	1.233
mar'08	2.563	2.662	1.285	1.246	6.510	1.590	8.100	3.394	4.706	1.244
apr'08	3.156	2.521	2.085	1.367	7.762	1.438	9.200	4.442	4.758	1.185
maj'08	0.881	1.427	0.808	1.350	3.116	0.584	3.700	-1.300	5.000	1.187
jun'08	0.532	0.581	0.649	1.583	1.762	0.578	2.340	-2.785	5.125	1.328
jul'08	4.103	4.898	2.699	1.300	11.700	3.900	15.600	9.188	6.412	1.333
aug'08	1.458	1.023	0.915	1.369	3.396	1.094	4.490	-0.695	5.185	1.322
sep'08	0.913	0.394	0.318	1.243	1.625	0.450	2.075	-3.008	5.083	1.277
okt'08	1.102	0.772	0.541	1.289	2.415	0.009	2.424	-2.979	5.403	1.004
nov'08	0.766	0.392	0.230	1.199	1.388	0.414	1.802	-3.173	4.975	1.298
dec'08	2.472	1.430	1.559	1.400	5.461	1.274	6.735	1.835	4.900	1.233
jan'09	3.176	2.242	2.610	1.482	8.028	1.312	9.340	4.785	4.555	1.163
feb'09	1.839	1.790	1.369	1.377	4.998	1.218	6.216	1.371	4.845	1.244
mar'09	5.555	4.114	6.011	1.622	15.680	0.820	16.500	4.185	12.315	1.052
apr'09	1.763	1.726	2.074	1.594	5.563	0.627	6.190	-1.960	8.150	1.113
maj'09	0.756	0.760	0.508	1.335	2.024	0.160	2.184	-2.484	4.668	1.079
jun'09	1.677	3.470	2.623	1.510	7.770	-0.013	7.757	3.307	4.450	0.998
jul'09	0.535	0.682	0.505	1.415	1.722	0.228	1.950	-2.982	4.932	1.132
aug'09	0.502	0.641	0.561	1.491	1.704	-0.036	1.668	-3.000	4.668	0.979
sep'09	0.291	0.420	0.262	1.368	0.973	0.207	1.180	-4.055	5.235	1.213
okt'09	1.693	1.593	1.247	1.379	4.533	1.402	5.935	0.551	5.384	1.309
nov'09	3.050	2.759	2.003	1.345	7.812	3.216	11.028	5.828	5.200	1.412
dec'09	2.220	1.709	1.954	1.497	5.883	1.747	7.630	2.507	5.123	1.297
jan'10	1.940	1.913	1.974	1.512	5.827	1.307	7.134	-4.039	11.173	1.224
feb'10	2.787	2.731	3.422	1.620	8.940	3.680	12.620	7.632	4.988	1.412
mar'10	5.137	3.446	3.087	1.360	11.670	1.710	13.380	-0.090	13.470	1.147
apr'10	3.543	2.666	2.841	1.458	9.050	2.530	11.580	0.628	10.952	1.280
maj'10	6.674	4.704	6.892	1.606	18.270	13.385	31.655	1.182	30.473	1.733
jun'10	8.795	5.894	7.031	1.479	21.720	10.053	31.773	-4.137	35.910	1.463
jul'10	2.873	2.033	2.390	1.487	7.296	1.578	8.874	0.642	8.232	1.216
aug'10	1.030	1.026	1.132	1.551	3.188	0.940	4.128	-3.164	7.292	1.295
sep'10	2.982	2.215	2.634	1.507	7.831	5.386	13.217	-2.583	15.800	1.688
okt'10	0.696	0.695	0.807	1.580	2.198	-0.033	2.165	-4.003	6.168	0.985
[06]	2.432	2.117	1.866	1.410	6.415	1.803	8.218	-0.521	8.739	1.281
[07]	1.583	1.422	0.980	1.326	3.985	1.137	5.122	-0.636	5.758	1.285
[08]	1.989	1.969	1.133	1.286	5.091	1.276	6.367	1.214	5.153	1.251
[09]	1.758	1.605	1.636	1.486	4.999	0.633	5.632	-0.132	5.764	1.127
[10]	3.471	2.641	3.003	1.491	9.115	3.776	12.891	-0.029	12.920	1.414

Pril.2-3

## Územná odtoková bilancia povodia Ondavy pod Veľkou Domašou

2001-05

	odtok	Olka	ondka	dq.pod	kucin	dq:o&o	Topla	top+ok	medzip	OnHorc
nov'00	5.600	0.336	0.376	0.176	6.488	0.247	2.178	8.666	1.073	9.739
dec'00	4.634	0.460	0.416	0.200	5.710	0.228	1.948	7.658	1.634	9.292
jan'01	5.818	1.171	0.762	0.365	8.116	0.189	4.661	12.777	2.205	14.982
feb'01	6.480	1.381	0.920	0.570	9.351	0.248	5.297	14.648	5.445	20.093
mar'01	4.864	3.537	1.752	-0.308	9.845	-0.058	9.422	19.267	8.520	27.787
apr'01	4.633	2.275	0.982	0.258	8.148	0.079	11.192	19.340	4.376	23.716
maj'01	6.576	0.839	0.368	0.194	7.977	0.161	5.639	13.616	1.906	15.522
jun'01	5.380	1.171	0.503	-0.367	6.687	-0.219	11.226	17.913	2.492	20.405
jul'01	10.000	3.721	3.014	-1.415	15.320	-0.210	24.569	39.889	4.041	43.930
aug'01	6.242	0.792	0.497	0.526	8.057	0.408	9.155	17.212	0.122	17.334
sep'01	5.396	1.052	0.635	0.092	7.175	0.055	6.949	14.124	1.498	15.622
okt'01	6.052	0.746	0.373	0.229	7.400	0.205	4.941	12.341	0.971	13.312
nov'01	5.930	1.389	0.814	0.055	8.188	0.025	4.235	12.423	2.908	15.331
dec'01	5.930	0.649	0.370	0.393	7.342	0.386	2.599	9.941	1.073	11.014
jan'02	4.403	1.675	0.997	0.984	8.059	0.368	6.026	14.085	1.754	15.839
feb'02	6.761	2.427	1.000	0.342	10.530	0.100	13.815	24.345	3.699	28.044
mar'02	7.284	1.319	0.534	-0.241	8.896	-0.130	5.976	14.872	3.562	18.434
apr'02	6.560	0.821	0.336	0.361	8.078	0.312	4.066	12.144	1.201	13.345
maj'02	6.110	0.608	0.674	0.246	7.638	0.192	4.770	12.408	2.060	14.468
jun'02	5.937	0.807	0.461	-0.135	7.070	-0.106	7.611	14.681	2.676	17.357
jul'02	5.826	0.642	0.273	-0.241	6.500	-0.263	6.748	13.248	2.404	15.652
aug'02	5.761	0.691	0.445	0.121	7.018	0.107	5.509	12.527	2.956	15.483
sep'02	4.867	0.474	0.171	0.644	6.156	0.998	2.445	8.601	1.376	9.977
okt'02	5.516	1.289	0.675	0.150	7.630	0.076	5.960	13.590	0.991	14.581
nov'02	5.493	1.060	0.605	-0.168	6.990	-0.101	4.679	11.669	2.790	14.459
dec'02	5.906	0.714	0.587	-0.418	6.789	-0.321	3.621	10.410	2.910	13.320
jan'03	5.352	0.636	0.500	0.060	6.548	0.053	2.817	9.365	0.593	9.958
feb'03	5.207	0.487	0.252	0.063	6.009	0.085	1.958	7.967	2.368	10.335
mar'03	3.952	3.209	1.744	1.415	10.320	0.286	12.330	22.650	8.047	30.697
apr'03	5.673	2.217	0.607	0.662	9.159	0.234	14.544	23.703	4.089	27.792
maj'03	4.290	1.408	0.634	0.668	7.000	0.327	4.820	11.820	0.112	11.932
jun'03	5.397	0.391	0.463	0.437	6.688	0.512	3.901	10.589	1.011	11.600
jul'03	5.142	0.277	0.155	-0.045	5.529	-0.104	3.132	8.661	0.839	9.500
aug'03	4.787	0.125	0.066	-0.089	4.889	-0.466	1.837	6.726	0.891	7.617
sep'03	4.690	0.350	0.104	-0.091	5.053	-0.200	1.491	6.544	0.990	7.534
okt'03	4.919	0.412	0.087	-0.109	5.309	-0.218	1.373	6.682	1.382	8.064
nov'03	4.150	0.659	0.124	-0.267	4.666	-0.341	2.027	6.693	0.691	7.384
dec'03	4.784	0.815	0.096	-0.252	5.443	-0.277	1.687	7.130	1.937	9.067
jan'04	4.865	0.466	0.340	0.301	5.972	0.373	1.386	7.358	0.585	7.943
feb'04	4.759	1.571	1.146	0.293	7.769	0.108	5.086	12.855	2.530	15.385
mar'04	5.335	5.811	4.244	1.930	17.320	0.192	15.232	32.552	13.209	45.761
apr'04	2.460	2.320	1.694	1.640	8.114	0.409	8.536	16.650	3.495	20.145
maj'04	3.177	3.002	2.192	-0.557	7.814	-0.107	6.866	14.680	1.335	16.015
jun'04	4.790	1.041	0.760	0.275	6.866	0.153	5.514	12.380	2.450	14.830
jul'04	13.939	3.891	2.841	0.869	21.540	0.129	21.888	43.428	-5.005	38.423
aug'04	15.145	0.993	0.804	0.188	17.130	0.105	9.783	26.913	6.655	33.568
sep'04	5.253	0.860	0.628	0.023	6.764	0.015	3.315	10.079	1.129	11.208
okt'04	3.790	1.248	0.709	0.483	6.230	0.247	2.889	9.119	1.161	10.280
nov'04	8.382	2.069	1.303	0.486	12.240	0.144	4.560	16.800	0.046	16.846
dec'04	10.604	2.421	1.525	0.840	15.390	0.213	5.499	20.889	6.351	27.240
jan'05	9.408	2.065	1.247	0.050	12.770	0.015	7.246	20.016	2.282	22.298
feb'05	11.738	1.300	1.069	0.933	15.040	0.394	5.059	20.099	2.343	22.442
mar'05	10.505	5.395	2.142	0.728	18.770	0.097	24.390	43.160	6.828	49.988
apr'05	14.115	3.484	1.389	-0.638	18.350	-0.131	18.504	36.854	3.689	40.543
maj'05	16.938	3.619	3.360	2.633	26.550	0.377	24.645	51.195	4.040	55.235
jun'05	10.883	1.373	1.148	0.846	14.250	0.336	16.787	31.037	2.178	33.215
jul'05	4.080	0.946	0.385	1.069	6.480	0.803	7.512	13.992	1.724	15.716
aug'05	13.280	2.311	0.729	1.720	18.040	0.566	24.564	42.604	4.368	46.972
sep'05	8.824	0.799	0.320	0.947	10.890	0.846	6.751	17.641	0.636	18.277
okt'05	5.311	0.815	0.360	-0.015	6.471	-0.013	5.103	11.574	1.551	13.125
[01]	5.977	1.460	0.886	0.038	8.361	0.016	8.124	16.485	2.841	19.326
[02]	5.901	1.057	0.560	0.222	7.740	0.137	5.761	13.501	2.212	15.713
[03]	5.063	0.944	0.486	0.200	6.693	0.140	4.715	11.408	2.166	13.574
[04]	6.065	1.899	1.304	0.411	9.679	0.128	7.052	16.731	2.520	19.251
[05]	10.325	2.227	1.252	0.803	14.607	0.231	12.623	27.230	3.024	30.254

	odtok	Olka	ondka	dq.pod	kucin	dq:o&o	Topla	top+ok	medzip	OnHorc
nov'05	5.181	0.450	0.267	-0.057	5.841	-0.079	2.874	8.715	1.611	10.326
dec'05	4.883	1.164	1.179	0.524	7.750	0.224	5.905	13.655	1.215	14.870
jan'06	5.037	0.827	0.511	0.113	6.488	0.084	6.906	13.394	1.564	14.958
feb'06	5.180	0.977	0.603	-0.021	6.739	-0.013	3.995	10.734	1.193	11.927
mar'06	8.560	7.612	2.257	4.391	22.820	0.445	22.942	45.762	6.943	52.705
apr'06	26.954	3.440	1.445	2.511	34.350	0.514	20.442	54.792	7.185	61.977
maj'06	4.760	2.016	1.400	0.470	8.646	0.138	7.137	15.783	0.751	16.534
jun'06	22.677	2.764	1.356	2.213	29.010	0.537	27.475	56.485	8.433	64.918
jul'06	6.270	0.654	0.452	-0.169	7.207	-0.153	7.437	14.644	2.138	16.782
aug'06	5.026	0.863	0.588	0.259	6.736	0.178	3.621	10.357	1.117	11.474
sep'06	5.638	0.579	0.396	-0.123	6.490	-0.126	1.976	8.466	1.221	9.687
okt'06	5.177	0.356	0.272	0.165	5.970	0.263	1.542	7.512	1.110	8.622
nov'06	5.450	0.832	0.466	-0.210	6.538	-0.162	3.358	9.896	1.066	10.962
dec'06	5.128	0.407	0.251	-0.059	5.727	-0.090	1.711	7.438	0.928	8.366
jan'07	5.952	2.142	1.147	-1.010	8.231	-0.307	6.500	14.731	2.363	17.094
feb'07	8.890	4.586	1.345	0.899	15.720	0.152	12.962	28.682	4.232	32.914
mar'07	5.550	1.570	0.697	-0.400	7.417	-0.176	11.565	18.982	2.830	21.812
apr'07	5.853	0.756	0.450	-0.468	6.591	-0.388	4.488	11.079	1.655	12.734
maj'07	5.425	0.498	0.215	-0.102	6.036	-0.143	2.816	8.852	1.834	10.686
jun'07	5.585	0.673	0.156	-0.431	5.983	-0.520	3.009	8.992	2.177	11.169
jul'07	5.341	0.728	0.154	-0.088	6.135	-0.100	1.613	7.748	1.453	9.201
aug'07	5.420	0.201	0.072	0.104	5.797	0.381	1.679	7.476	1.273	8.749
sep'07	5.282	1.603	0.254	-0.584	6.555	-0.314	5.678	12.233	1.367	13.600
okt'07	5.500	0.634	0.250	0.391	6.775	0.442	4.665	11.440	1.643	13.083
nov'07	5.250	1.067	0.332	0.141	6.790	0.101	6.099	12.889	1.844	14.733
dec'07	4.750	2.095	0.717	0.244	7.806	0.087	7.544	15.350	3.542	18.892
jan'08	5.145	1.870	0.814	0.289	8.118	0.108	6.048	14.166	2.169	16.335
feb'08	5.000	1.461	0.551	0.188	7.200	0.093	7.835	15.035	2.402	17.437
mar'08	4.706	2.347	0.790	0.317	8.160	0.101	10.305	18.465	3.329	21.794
apr'08	4.758	2.190	0.835	0.193	7.976	0.064	8.357	16.333	4.131	20.464
maj'08	5.000	0.744	0.341	0.123	6.208	0.113	5.410	11.618	2.575	14.193
jun'08	5.125	0.586	0.236	0.098	6.045	0.119	2.967	9.012	2.611	11.623
jul'08	6.412	3.713	1.636	0.629	12.390	0.118	24.392	36.782	9.915	46.697
aug'08	5.185	0.720	1.012	0.073	6.990	0.042	7.174	14.164	2.860	17.024
sep'08	5.083	0.405	0.262	0.002	5.752	0.003	4.258	10.010	1.811	11.821
okt'08	5.403	0.440	0.256	-0.031	6.068	-0.045	5.820	11.888	2.276	14.164
nov'08	4.975	0.276	0.252	0.002	5.505	0.004	3.230	8.735	1.355	10.090
dec'08	4.900	0.657	0.502	0.090	6.149	0.078	7.545	13.694	2.626	16.320
jan'09	4.555	1.271	1.685	0.877	8.388	0.297	8.893	17.281	2.207	19.488
feb'09	4.845	0.848	0.635	0.752	7.080	0.507	11.276	18.356	3.524	21.880
mar'09	12.315	3.024	2.134	0.197	17.670	0.038	15.596	33.266	8.006	41.272
apr'09	8.150	1.247	0.832	0.841	11.070	0.405	10.398	21.468	5.166	26.634
maj'09	4.668	0.411	0.233	0.424	5.736	0.658	4.523	10.259	1.696	11.955
jun'09	4.450	0.557	0.398	0.890	6.295	0.932	11.343	17.638	4.572	22.210
jul'09	4.932	0.282	0.130	0.316	5.660	0.767	4.905	10.565	1.620	12.185
aug'09	4.668	0.289	0.144	0.529	5.630	1.222	5.903	11.533	1.477	13.010
sep'09	5.235	0.334	0.210	0.271	6.050	0.498	3.045	9.095	0.721	9.816
okt'09	5.384	1.082	0.475	-0.171	6.770	-0.110	7.425	14.195	0.714	14.909
nov'09	5.200	2.437	1.982	-0.019	9.600	-0.004	12.345	21.945	3.439	25.384
dec'09	5.123	2.007	2.020	0.152	9.302	0.038	7.604	16.906	4.296	21.202
jan'10	11.173	1.571	0.896	1.400	15.040	0.567	8.735	23.775	5.569	29.344
feb'10	4.988	2.742	2.112	1.918	11.760	0.395	9.946	21.706	7.398	29.104
mar'10	13.470	1.820	1.126	1.494	17.910	0.507	14.166	32.076	8.184	40.260
apr'10	10.952	2.233	1.335	0.270	14.790	0.076	13.530	28.320	9.808	38.128
maj'10	30.473	6.680	4.191	-0.174	41.170	-0.016	24.565	65.735	27.515	93.250
jun'10	35.910	4.813	1.985	0.442	43.150	0.065	40.174	83.324	18.746	102.070
jul'10	8.232	1.480	1.065	1.013	11.790	0.398	13.380	25.170	5.090	30.260
aug'10	7.292	0.997	0.886	1.025	10.200	0.544	9.999	20.199	4.901	25.100
sep'10	15.800	1.631	0.894	-2.465	15.860	-0.976	14.950	30.810	2.744	33.554
okt'10	6.168	0.565	0.356	0.573	7.662	0.622	5.597	13.259	1.411	14.670
[06]	8.739	1.815	0.897	0.860	12.311	0.317	9.356	21.667	2.869	24.536
[07]	5.758	1.194	0.449	-0.169	7.232	-0.103	4.948	12.180	1.886	14.066
[08]	5.153	1.474	0.652	0.190	7.469	0.089	8.047	15.516	3.309	18.825
[09]	5.764	0.859	0.638	0.416	7.677	0.278	7.821	15.498	2.799	18.297
[10]	12.920	2.408	1.566	0.466	17.360	0.117	14.560	31.920	8.240	40.160



SLOVENSKÝ  
ÚRAD ŽIVOTOPRÁREŇSTVA  
A OCHRANY ZLOŽIEK ŽP

Číslo úradu: 11  
Kambarská 11  
041 50 Košice 1



Obvodný úrad životopráreňstva a ochrany zložiek žp  
a ochrany životopráreňstva a ochrany zložiek žp  
Nám. mieru 2

041 92 Priešov