

## HODNOTENIE VPLYVU PODZEMNEJ VODY NA RAST A OBJEMOVÚ PRODUKCIU TOPOĽA 'PANNONIA' V INTENZÍVNYCH KULTÚRACH NA VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINE

### INFLUENCE OF GROUNDWATER ON GROWTH AND VOLUME PRODUCTION OF POPLAR 'PANNONIA' IN INTENSIVE CULTURES IN THE EASTERN SLOVAK LOWLAND

ŠTEFAN KOHÁN

#### ABSTRACT

This article presents results based on assessment of growth and volume production of poplar 'Pannonia' on 5-year series of research plots on mean heavy clay soil in intensive cultures lying in the non-flooded alluvia of the Latorice river. Series of research plots involves two partial plots, plot I and plot II. Due to level of groundwater in the depth of 3.0 – 3.5 m during spring plot I represents half-dry site for breeding water-demanding Euroamerican poplars, whilst plot II where level of groundwater is in depth of 1.5 – 1.8 m during spring is half-moisture and suitable for poplar breeding. Evaluation of results shows that favourable level of groundwater on plot II has positive effect both on height and diameter growth and volume production of observed poplar 'Pannonia'. On the plot II mean height reached 13.1 m, mean diameter 15.5 cm and Derbholz supply 36,250 m<sup>3</sup> per ha; according to tree it is 50,270 m<sup>3</sup> per ha, whilst on plot I values of mean height were 10.1 m, mean diameter 11.6 cm and Derbholz supply 13,125 m<sup>3</sup>. Proportional comparison of these data shows that on plot II mean height reached of 29.7 %, mean diameter of 33.6 %, and Derbholz supply of 176.1 % higher values than on plot I. The similar results were proved in comparison of average annual increments and volume of mean stem. These results must be taken only as preliminary due to low age of trees and will be needed to be completed and specified.

**Kľúčové slová:** topoľ 'Pannonia', pestovanie v intenzívnej kultúre pri rozličnej hladiny podzemnej vody, rast a objemová produkcia, Východoslovenská nížina

**Key words:** poplar, breeding in intensive culture with different groundwater level, growth and volume production, Eastern Slovak lowland

#### ÚVOD

Úspešná realizácia intenzívnych technológií pri pestovaní šľachtených topoľov predpokladá aj voľbu vhodných klonov pre dané stanovište. V ekologických podmienkach Slovenska rozlišujeme intenzívne pestovanie topoľov v lignikultúrach, ktoré sa zakladajú v rubných sponoch, v intenzívnych kultúrach založených v stredných sponoch a v špeciálnych kultúrach na urýchlenú produkciu vlákniny, ktoré sa zakladajú v hustých sponoch. Hlavné zásady pre intenzívne pestovanie topoľov boli rozpracované a overené v Taliansku, kde najmä pestovaním výkonných klonov, ako 'I-214', 'I-154', 'I-273' a ďalších sa dosiahli pozoruhodné výsledky, a to najmä zvyšovaním drevnej produkcie (PICCAROLO 1952, GIORDANO 1956, VENTRE 1981 a iní). V krajinách západnej Európy, ako napr. vo Francúzsku, v Holandsku, SRN a inde sa pri intenzívnom pestovaní okrem talianskych klonov dobre osvedčili aj klony balzamových a interamerických topoľov (POURTET 1969, STERN 1972, MANN 1972, WEISGERBER 1984 a ďalší). V ďalších krajinách Európy, ako napr. v štátoch bývalej Juhoslávie, v Poľsku, v Českej republike a inde sa tiež intenzívne venovali tejto problematike a dosiahli pozoruhodné výsledky (HEJMANOWSKI 1975, KNĚŽEVIČ 1980, MOTTL 1967, ČIŽEK et al. 1992 a iní).

Uplatnením intenzívnych technológií pestovania topoľov dosiahli v susednom Maďarsku podstatné zvýšenie drevnej suroviny, kde v súčasnosti používajú na pestovanie 18 rajonizovaných klonov topoľov (HAKUPA, SIMON 1985, FUHRER et al. 2003 a mnohí ďalší).

V ekologických podmienkach Maďarska sa dobre osvedčil aj klon 'Pannonia', ktorý bol vyšľachtený v Maďarsku. Je to samičí topoľ, vytvára rovné kmene a úzku korunu, vyznačuje sa dobrým zdravotným stavom a poskytuje vysokú objemovú produkciu (TÓTH, ERDŐS 1988).

Rast, objemovú produkciu a zdravotný stav topoľov na Slovensku hodnotili viacerí autori a vypracovali aj rajonizáciu vhodných klonov (CIFRA-KRÉBES 1973, VOJTUŠ 1978, VARGA 1990, 2004, KOHÁN et al. 1981, KOHÁN 1998, 1999, 2001, 2003). Problematike intenzívneho pestovania topoľa 'Pannonia' sa venoval doteraz KOHÁN (2004).

#### MATERIÁL A METODIKA

Sledovaná a hodnotená séria trvalých výskumných plôch sa založila na bývalej poľnohospodárskej pôde, ktorá bola už niekoľko rokov nevyužitá, v dôsledku čoho bola zarastená nežiadúcim trávnatým porastom. Z uvedeného logicky vyplýva, že pozemok neposkytoval žiaden materiálny úžitok, ba v značnej miere prispel k zhoršeniu prírodného a životného prostredia. Pred založením série trvalých výskumných plôch na bývalom poľnohospodárskom pozemku sa vykonala celoplošná mechanická príprava pôdy, ktorá pozostávala z hlbkej orby a povrchovej úpravy pôdy diskovaním. Na výsadbu sa použili dobre vyvinuté a zdravé jednorôčné sadenice topoľového klonu 'Pannonia' na jednorôčnom korení. Výsadba topoľov sa uskutočnila v pravidelnom štvorcovom spone 4 x 4 m,

s počtom stromov 625 ks na hektár, s rastovou plochou 16 m<sup>2</sup> na jeden strom, teda vo forme intenzívnej topoľovej kultúry. Sériu výskumných plôch tvoria dve čiastkové plochy, ktoré sa založili, ako je to uvedené, úplne rovnakým spôsobom a sú označené číslami I a II. Obidve čiastkové plochy vykazujú rovnaké pôdne vlastnosti, ale čo je veľmi významné, rozlišujú sa rozdielnou hladinou podzemnej vody. Charakteristika a hodnotenie ekologických pomerov sú podrobne rozvedené v nasledujúcej kapitole.

Na polosuchej čiastkovej ploche I s nižšou hladinou podzemnej vody (v hĺbke okolo 3,0 a 3,5 m), ako aj na čiastkovej ploche II, teda polovlhkej (s priaznivou hladinou podzemnej vody v hĺbke 1,5 – 1,8 m) sa vykonalo biometrické meranie všetkých jedincov. Počet nameraných topoľov na čiastkovej ploche I činil 65 ks na čiastkovej ploche II tiež 65 ks.

Na obidvoch sledovaných čiastkových plochách sa od ich založenia každoročne sústavne vykonala celoplošná mechanická kultivácia pôdy diskovaním, a to každoročne dvakrát vo vegetačnom období vo dvoch na seba kolmých smeroch. Okrem toho sa v prvých dvoch rokoch uskutočnilo aj individuálne ošetrovanie topoľov ručným okopávaním. V rámci biotechnických opatrení sa v prvých troch rokoch systematicky uskutočňovala úprava korún topoľov a raz, vo štvrtom roku aj ich oklesňovanie. S ohľadom na to, že hodnotenie rastu, objemovej produkcie a zdravotného stavu vykonáme v 5. roku, teda pomerne v mladom veku topoľov, prebiehajúce zásahy sa doteraz neuskutočnili.

Prvé biometrické meranie topoľov sa vykonalo po ukončení vegetačného obdobia v piatom veku topoľov, a to na všetkých jedincoch obidvoch čiastkových plôch. Výšky sa merali s presnosťou na 0,5 m, hrúbky (vo výške 1,3 m) s presnosťou na 0,5 cm, a to dva razy na seba kolmých smeroch. V rámci spracovania materiálu sa zisťovali hlavné taxačné veličiny a to stredná výška a stredná hrúbka, kruhová základňa, zásoba na 1 hektár, ako aj priemerné prírastky. Objemová produkcia sa vypočítala podľa objemových tabuliek (MECKO et al. 1993) a uvádza sa jednak objemom hrubým, jednak objemom stromovým.

Význam hodnotenia tejto série výskumných plôch topoľa 'Pannonia' spočíva v tom, že doteraz nebola v tejto oblasti Východoslovenskej nížiny žiadna intenzívna kultúra topoľa 'Pannonia', kde by boli jednotlivé čiastkové plochy rozličným spôsobom ovplyvnené hladinou podzemnej vody. Na základe praktických skúseností a vedeckých poznatkov, ktoré sa získali najmä v zahraničí, je reálny predpoklad, že po overení rastových vlastností a objemovej produkcie sledovaného a hodnoteného topoľa 'Pannonia' bude možné spoľahlivo zistiť vplyv rozličnej hladiny podzemnej vody na vývoj sledovaného topoľa a pestovať ho na stanovištiach s optimálnou hladinou podzemnej vody. S ohľadom na nízky vek sledovaného topoľa na jednotlivých čiastkových plochách, stručne hodnotené výsledky výskumu pokladáme zatiaľ iba za predbežné, ktoré bude potrebné ďalším sledovaním doplniť a spresniť. Pred hodnotením predbežných výsledkov výskumu je však žiadúce, aby sme aspoň stručne opísali a charakterizovali ekologické podmienky v oblasti série výskumných plôch. Ide tu predovšetkým o klimatické, pôdne a hydrologické pomery v záujmovej oblasti hodnotenej série výskumných plôch, ktoré leží v oblasti Medzibodrožia na Východoslovenskej nížine. Pre úplnosť je treba ešte uviesť, že súčasné ekologické, najmä však pôdne a hydrologické pomery boli v záujmovej oblasti miestami značne ovplyvnené vodohospodárskou úpravou ako aj inými technickými opatreniami.

## OPIS A HODNOTENIE EKOLOGICKÝCH PODMIENOK

Hodnotený výskumný objekt „Pod kláštorom“ leží v katastrálnom území Leles v okrese Trebišov, na nezaplavovaných alúviách Latorice v oblasti Medzibodrožia na Východoslovenskej nížine. Celé územie patrí do povodia Bodrogu, ktorý vzniká zo sútoku Latorice a Ondavy a vlieva sa na území Maďarska do Tisy. Na mieste, kde Bodrog opúšťa naše územie, je najnižší bod Slovenska, a to 96 m n. m. Podstatnú časť územia tvoria aluviálne náplavy, ktoré boli pred vybudovaním ochranných hrádzi v rámci vodohospodárskej úpravy Východoslovenskej nížiny sústavne zaplavované. Výskumný objekt leží v nadmorskej výške 107 m.

Celá táto oblasť je klimaticky charakterizovaná ako teplá, mierne suchá s chladnou zimou a pomerne dlhým snežným žiarením. Dlhoročná priemerná teplota vzduchu, zistená na meteorologickej stanici Somotor, dosahuje 9,4 °C, vo vegetačnom období 16,5 °C. Vegetačné obdobie trvá v priemere 200 - 220 dní, kým priemerný počet letných dní dosahuje 67,2. Keďže snežné žiarenie trvá ročne priemerne 1 916 hodín, záujmová oblasť je charakterizovaná dostatočným množstvom snežnej energie, čo vytvára vhodné podmienky aj na úspešné pestovanie topoľa 'Pannonia', ktorý je náročný na svetlo a na teplo. Úhrn ročných zrážok predstavuje v priemere 597 mm, z čoho na vegetačné obdobie pripadá 362 mm. Letné zrážky sú však často búrkového pôvodu a takto ich vegetácia nemôže vždy v plnej miere využívať. Prevládajúcim je severný vietor, ktorý v ročnom priemere môže dosiahnuť až 41 %. Okrem uvedených skutočností ročný výpar z pôdy môže predstavovať až 450 mm. S ohľadom na zlepšenie vlhovej bilancie pôdy význam intenzívnych spôsobov pestovania topoľov je v záujmovej oblasti plne odôvodnené.

Pôdnym typom je tu hnedá glejová pôda. Zrnitostne je pôda stredne ťažká, hlinitá, je stredne humózna a vykazuje mierne kyslú reakciu. Obsah dôležitých prístupných živín, najmä pokiaľ ide o obsah MgO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ako aj K<sub>2</sub>O je v celom profile postačujúci.

Obidve čiastkové plochy, označené číslami I a II, ležia pri mŕtvom ramene Tica, ktorá pred vodohospodárskou úpravou Východoslovenskej nížiny, najmä v jarnom období, bola z rieky Bodrog sústavne zaplavovaná. Keďže medzi Bodrogom a mŕtvym ramenom Tica sa vybuodovala hrádza, od tej doby je mŕtve rameno zásobované iba dažďovou vodou. Pôdne vlastnosti v zmysle uvedených kritérií sú na obidvoch čiastkových plochách I a II v podstate rovnaké. Podstatný rozdiel je však medzi nimi, pokiaľ sa týka výšky hladiny podzemnej vody. Keďže čiastková plocha I je od koryta mŕtveho ramena na väčšiu vzdialenosť a je vyššie položená, je na tejto ploche hladina podzemnej vody podstatne nižšia než na ploche II, ktorá sa nachádza v bezprostrednej blízkosti mŕtveho ramena, na podstatne nižšie položenej lokalite.

Podľa výšky hladiny podzemnej vody pri uvedených vlastnostiach pôdy nížinné stanovišťa rozlišujeme na základe dlhodobých skúseností na vlhké, polovlhké, čerstvé, polosuché, suché a výnimočne aj veľmi suché. Náročné euroamerické topole sa však môžu úspešne pestovať predovšetkým na polovlhkých (hladina podzemnej vody v jarnom období v hĺbke 150 - 180 cm), na čerstvých (podzemná voda v jarnom období v hĺbke okolo 2 m), na polosuchých (podzemná voda v jarnom období v hĺbke 3,0 - 3,5 m) a výnimočne, v prípade sucho znášajúcich klonov, na suchých (podzemná voda v jarnom období v hĺbke pod 3,5 m) stanovištiach za predpokladu, že sa cca do hĺbky 100 cm nevyskytujú nepriaznivo pôsobiace pôdne vrstvy. Na základe uvedenej hladiny podzemnej vody môžeme čiastkovú

Tab. 1.

Prehľad rastových údajov topoľa 'Pannonia' vo veku 5 rokov v intenzívnej kultúre  
Survey of growth data of poplar 'Pannonia' at the age of 5 years in intensive culture

Čiastková plocha/Partial plot		I	II
Spon/Spacing		4 x 4	4 x 4
Hladina podzemnej vody/Groundwater level		3,0 – 3,5	1,5 – 1,8
Charakteristika pôdy podľa vlhkových pomerov/Soil characteristic according to water conditions	m	polosuchá/half-dry	polovlhká/half-moisture
	m		
Stredná výška/Mean height	m	10,1	13,1
	%	100,0	129,7
Priemerný prírastok výškový/Average height increment	m	2,0	2,6
Stredná hrúbka/Mean diameter	cm	11,6	15,5
	%	100,0	133,6
Priemerný prírastok hrúbkový/Average diameter increment	cm	2,3	3,1
Kruhovú základňu/D.B.H.	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	6,875	12,187
	%	100,0	174,8
Priemerný prírastok na kruhovej základni/Average increment for D.B.H.	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	1,375	2,437
Kruhovú základňu stredného kmeňa/D.B.H. of mean stem	m <sup>2</sup>	0,011	0,019

plochu I charakterizovať ako polosuchú (podzemná voda v jarnom období v hĺbke okolo 3,0 - 3,5 m), kým čiastkovú plochu II ako polovlhkú (podzemná voda v jarnom období v hĺbke 150 - 180 cm) ako polovlhkú.

## HODNOTENIE VÝSLEDKOV VÝSKUMU A DISKUSIA

Hodnotenie rastu a objemovej produkcie topoľa 'Pannonia' nám umožní predbežne posúdiť vplyv hladiny podzemnej vody na výkonnosť pestovania sledovaného topoľa v intenzívnych kultúrach. Prehľad o strednej výške, strednej hrúbke, ďalej o kruhovej základni a objemovej produkcii na 1 hektár, ako aj o priemerných ročných prírastkoch sledovaného topoľa 'Pannonia' na jednotlivých čiastkových plochách vo veku 5 rokov sa podáva v príslušných tabuľkách. V týchto tabuľkách sa uvádzajú jednak absolútne hodnoty, jednak percentuálne porovnanie údajov. Pri percentuálnom porovnaní sa za 100 % pokladá vždy príslušná hodnota sledovaného topoľa 'Pannonia' na čiastkovej ploche I na polosuchom stanovišti, čiže s hladinou podzemnej vody v jarnom období v hĺbke 3,0 - 3,5 m.

Z výsledkov nášho hodnotenia v tabuľke 1 vyplýva, že výška hladiny podzemnej vody mala podstatne priaznivý vplyv na výškový rast sledovaného topoľa 'Pannonia'. Jeho stredná výška na čiastkovej výskumnej ploche I, ktorá reprezentuje polosuché stanovište, sa dosiahla 10,1 m, kým na čiastkovej ploche II, ktorá reprezentuje polovlhké, v podstate optimálne stanovište na pestovanie šľachtených topoľov, 13,1 m, čo je o 3,0 m väčšia stredná výška než na ploche I. Ak percentuálnu hodnotu strednej výšky na ploche I pokladáme za 100 %, potom percentuálna hodnota na ploche II dosahuje 129,7 %, teda o 29,7 % vyššia než na ploche I. Podobné výsledky sme dostali aj z porovnania priemerného ročného prírastku, ktorý na ploche I dosiahol hodnotu 2,0, kým na ploche II 2,6 m. Tieto výsledky jasne dokazujú priaznivý vplyv výšky hladiny podzemnej vody na výškový rast sledovaného topoľa 'Pannonia' na polovlhkom stanovišti hodnoteného objektu.

Ako vyplýva z tabuľky 1, ešte výraznejšie sa prejavoval priaznivý vplyv hladiny podzemnej vody na polovlhkom stanovišti na hrúbko-

vý rast sledovaného topoľa 'Pannonia'. Je to dôležité najmä preto, lebo konečným cieľom v daných podmienkach je vypestovať cenné, hrubé sortimenty. Z tabuľky vidno, že sledovaný topoľ vykazuje na ploche II na polovlhkom stanovišti podstatne väčšiu strednú hrúbku, a to 15,5 cm, teda o 33,6 % väčšia než na ploche I na polosuchom stanovišti, kde stredná hrúbka topoľa 'Pannonia' je 11,6 cm. Podobne aj priemerný ročný hrúbkový prírastok bol na ploche II väčší, kde dosiahol hodnotu 3,1 cm, kým na ploche I iba 2,3 cm. Tieto výsledky sú pozoruhodné najmä preto, lebo svedčia o náročnosti topoľa 'Pannonia' na dobré zásobovanie pôdy s podzemnou vodou. Zároveň však treba zdôrazniť, že aj pri hodnotení vplyvu hladiny podzemnej vody na hrúbkový rast sledovaného topoľa 'Pannonia' s ohľadom na nízky vek topoľa môžeme výsledky pokladať zatiaľ iba za predbežné. Tieto výsledky ďalším sledovaním a hodnotením bude treba doplniť a upresniť.

Údaje o kruhovej základni na 1 hektár, o pomernom ročnom prírastku na nej, ako aj o kruhovej základni stredného kmeňa poskytujú tabuľka 1. Z výsledkov hodnotenia vidno, že najväčšia kruhovú základňu, ako aj najväčší priemerný ročný prírastok na nej sa tiež dosiahli na ploche II na polovlhkom stanovišti s priaznivou hladinou podzemnej vody, kde tieto hodnoty činili 12,187 m<sup>2</sup>, resp. 2,437 m<sup>2</sup> na 1 hektár. Naproti tomu na ploche I na polosuchom stanovišti s nedostatočným zásobovaním podzemnou vodou boli tieto hodnoty 6,875 m<sup>2</sup>, resp. 1,375 m<sup>2</sup> na 1 hektár. Ak tieto hodnoty na ploche I pokladáme za 100 %, potom percentuálna hodnota týchto údajov na ploche II na polovlhkom stanovišti s priaznivou hladinou podzemnej vody činí 174,8 %, čo znamená o 74,8 % vyššiu hodnotu než na ploche I na polosuchom stanovišti. Zväčšenie kruhovej základne stredného kmeňa, ktorá na ploche I dosiahla hodnotu 0,011 m<sup>2</sup>, kým na ploche II 0,019 m<sup>2</sup>, súvisí predovšetkým s väčšou strednou hrúbkou na ploche II.

Prehľad o zásobe, ďalej o priemernom ročnom objemovom prírastku, ako aj o objeme stredného kmeňa nájdeme v tabuľke 2. Tieto údaje sa uvádzajú jednak objemom hrubiny, jednak objemom stromovým, a to bez kôry. Hodnotenie dosiahnutých výsledkov ukázalo, že na objemovú produkciu, ako aj na priemerný ročný objemový prírastok veľmi priaznivo vplývala dostupná hladina podzemnej

**Tab. 2.**

Prehľad objemovej produkcie topola 'Pannonia' vo veku 5 rokov v intenzívnej kultúre  
 Survey of volume production of poplar 'Pannonia' at the age of 5 years in intensive culture

Čiastková plocha/Partial plot		I	II
Spon/Spacing	m	4 x 4	4 x 4
Hladina podzemnej vody/Groundwater level	m	3,0 – 3,5	1,5 – 1,8
Charakteristika pôdy podľa vlhových pomerov/Soil characteristic according to water conditions		polosuchá/half-dry	polovlhká/half-moisture
Objem hrubiny/Derbholz volume		13,125	36,250
Zásoba/Supply	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	100,0	276,190
	%	2,625	7,250
Priemerný prírastok objemový/Average volume increment	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	0,021	0,058
Objem stredného kmeňa/Volume of mean stem	m <sup>3</sup>		
Objem stromový/Tree volume		23,125	50,270
Zásoba/Supply	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	100,0	217,384
	%	4,625	10,054
Priemerný prírastok objemový/Average volume increment	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>		
Objem stredného kmeňa/Volume of mean stem	m <sup>3</sup>	0,037	0,080

vody na čiastkovej ploche II, ktorá sa charakterizuje ako polovlhké stanovište. Naproti tomu tak objemová produkcia, ako aj priemerný ročný objemový prírastok boli negatívne ovplyvnené nižšou hladinou podzemnej vody na ploche I, kde sa stanovište charakterizovalo ako polosuché. Na ploche I sa totiž zistila zásoba podľa objemu hrubiny vo výške 13,125 m<sup>3</sup> na 1 hektár, čomu zodpovedá priemerný ročný objemový prírastok 2,625 m<sup>3</sup> na 1 hektár, kým na ploche II s dostupnou hladinou podzemnej vody sa podľa objemu hrubiny dosiahla zásoba 36,250 m<sup>3</sup> a priemerný ročný objemový prírastok 7,250 m<sup>3</sup> na 1 hektár. Ak zásobu a priemerný ročný objemový prírastok podľa objemu hrubiny pokladáme na ploche I za 100 %, potom ich percentuálna hodnota na ploche II dosahuje 276,190 %, teda o 176,190 % vyššiu hodnotu než na ploche I. Podobne značné rozdiely sme zistili medzi dvomi hodnotenými plochami podľa objemu stromu, keďže na ploche I sa dosiahla zásoba 23,125 m<sup>3</sup> a priemerný ročný objemový prírastok 4,625 m<sup>3</sup> na 1 hektár, kým na ploche II boli tieto hodnoty 50,270 m<sup>3</sup>, resp. 10,054 m<sup>3</sup> na 1 hektár, čo v percentuálnom porovnaní znamená zväčšenie o 117,384 %. Podobne aj objem stredného kmeňa, či už podľa hrubiny alebo stromu, bol väčší na ploche II než na ploche I.

Pre zistenie vplyvu hladiny podzemnej vody na výškový a hrúbkový rast, ako aj na objemovú produkciu sledovaného topola 'Pannonia' sme vykonali aj štatistické spracovanie získaného materiálu Vplyv rozličnej hladiny podzemnej vody na strednú výšku, na strednú hrúbku, ako aj na objem stredného kmeňa sme overili testovaním na strednú výšku, na strednú hrúbku, ako aj na objem stredného kmeňa topoľov. Ako to vyplýva z výsledkov testovania, rozdiely vo výškovom a hrúbkovom raste, ako aj v objemovej produkcii, sú štatisticky významné. So zreteľom na zvolenú 5% hladinu významnosti môžeme s 95% istotou tvrdiť, že lepší výškový a hrúbkový rast, ako aj vyššia objemová produkcia na čiastkovej ploche II, ktorá sa označuje ako stanovište polovlhké (s hladinou podzemnej vody v hĺbke 1,50 až 1,80 m) sú dôsledkom priaznivej hladiny podzemnej vody. Takto je aj štatisticky dokázané, že úspešné pestovanie topola 'Pannonia' je plne odôvodnené na stanovištiach s priaznivou hladinou podzemnej vody.

V podobných stanovištných podmienkach Maďarska, a to na polovlhom pôdnom prostredí priaznivo ovplyvnenom podzemnou

vodou, tiež pri intenzívnom spôsobe pestovania overili HALUPA, TÓTH (1988) rastové údaje topola 'Pannonia'. Z výsledkov ich ohodnotenia vyplýva, že vo veku 7 rokov dosiahol topoľ 'Pannonia' na uvedenom stanovišti iba o 1 cm väčší priemerný ročný výškový prírastok než na našej výskumnej ploche II, kým priemerný ročný hrúbkový prírastok bol iba o 0,3 cm väčší ako u nás. Zistené rozdiely sú teda minimálne a prakticky zanedbateľné a mohli byť spôsobené mierne lepšími klimatickými podmienkami. Z porovnania týchto výsledkov môžeme konštatovať, že topoľ 'Pannonia' dosahuje pri intenzívnom pestovaní pri priaznivom ovplyvnení podzemnou vodou aj v našich podmienkach dobré výsledky.

## ZÁVER

V práci sa hodnotí výškový a hrúbkový rast, ako aj objemová produkcia topola 'Pannonia' na 5ročnej sérii výskumných plôch na stredne ťažkých hlinitých pôdach na nezaplavovaných alúviách Latorice v oblasti Medzibrodžia na Východoslovenskej nížine pri intenzívnom spôsobe pestovania. Táto séria výskumných plôch pozostáva z dvoch čiastkových. Čiastková plocha I sa charakterizuje ako polosuchá s hladinou podzemnej vody v hĺbke okolo 3,0 - 3,5 m v jarnom období, s menej priaznivými podmienkami na pestovanie klonov topoľov, kým čiastková plocha II ako polovlhká s podzemnou vodou v hĺbke 150 - 180 cm a vhodná na pestovanie topoľov.

Z výsledkov hodnotenia vyplýva, že priaznivá hĺbka hladiny podzemnej vody na ploche II mala pozitívny vplyv na výškový a hrúbkový rast, ako aj na objemovú produkciu sledovaného topola, ktorý dosiahol o 29,7 % lepší výškový rast, o 33,6 % lepší hrúbkový rast, o 176,190 % lepšiu zásobu podľa hrubiny na tejto ploche ako na ploche I, na polosuchom stanovišti. Podobne aj priemerné ročné prírastky (výškový, hrúbkový a objemový) boli podstatne lepšie na ploche II s priaznivou hladinou podzemnej vody.

S ohľadom na nízky vek topola 'Pannonia' na hodnotenej sérii výskumných plôch výsledky nášho výskumu pokladáme za predbežné, ktoré ďalším sledovaním a hodnotením bude potrebné sústavne doplniť, ako aj upresniť.

## LITERATÚRA

- CIFRA, J., KRÉBS, G. Das Wachstum der Pappeln in der Versuchslignikulturen in der Slowakei. Acta Instituti Forestalis Zvolenensis, 1973, roč. 4, s. 121-138.
- ČÍŽEK, V. et al. Dílčí výsledky dlouhodobého ověřování sortimentů sekce *Aigeiros* v oblasti Jihomoravských úvalů. Zprávy lesnického výzkumu, 1992, roč. 37, č. 4., s. 23-27.
- FÜHRER, E. et al. Últetvényszerű fatermesztés. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 2003. 210 s.
- GIORDANO, G. Les cultures d'arbres a croissance rapide comme complément et integration de la production ligneuse de goret. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1965, vol. 116, no. 3, s. 159-170.
- HALUPA, L., SIMON, M. Az 'I-214' nyár. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1985. 131 s.
- HALUPA, L., TÓTH B. A nyár termesztése és hasznosítása. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1988. 274 s.
- HEJMANOWSKI, S. Uprawa topoli. Warszawa: RWRIL, 1975. 352 s.
- KNĚŽEVIČ, I. Plantáže energie. Topola, 1980, roč. 24, s. 38-40.
- KOHÁN, Š. et al. Intenzívne spôsoby pestovania topoľov na Slovensku. Bratislava: Príroda, 1981. 119 s.
- KOHÁN, Š. Produkčné charakteristiky topoľov skupiny *Aigeiros* v ekologických podmienkach Medzibodrožia na východnom Slovensku. Lesnictví-Forestry, 1998, roč. 44, č. 2, s. 58-64
- KOHÁN, Š. Evaluation of growth characteristics of some poplars clones of heavy textured soils of the East Slovakian Lowland. J. For. Sci., 1999, vol. 45, no. 3, s. 97-103.
- KOHÁN, Š. Význam sponov pri intenzívnom pestovaní topoľa 'I-214', v ekologických podmienkach Medzibodrožia na Slovensku. Zprávy lesnického výzkumu, 2001, roč. 46, č. 2, s. 99-102.
- KOHÁN, Š. Hodnotenie výskumu vlastností niektorých novovyšľachtených topoľov na Východoslovenskej nížine. Zprávy lesnického výzkumu, 2003, roč. 48, č. 2/3, s. 65-70.
- KOHÁN, Š. Výskum rastu a objemovej produkcie topoľa 'Pannonia' pri intenzívnych spôsoboch pestovania v podmienkach Medzibodrožia. Lesnícky časopis, 2004, roč. 50, č. 1, s. 53-61.
- MANN, H. Anbau und Pflege der Pappel. Übersicht, 1972, vol. 23, no. 9, s. 699-703.
- MOTTL, J. Influence of agrotechniques on the growth of poplars. Comm. Inst. For. Czechosl., 1967, vol. 5, s. 73-86.
- MECKO, J. et al. Objemové tabuľky topoľových klonov. Zvolen: LVÚ, 1993. 90 s.
- PICCAROLO, G. Il Pioppo. Roma: REDA, 1952. 130 s.
- POURTET, J. Progres en populiculture. Revue Forestiere Française. No. Spécial sylviculture 1969, vol. 21, s. 485-488.
- STERN, P. Poplar growing et spacing. Quart. J. For., 1972, vol. 66, no. 2, s. 230-235.
- TOTH, B., ERDÖS, L. Nyár fajtaismertető. Budapest: ÁGOS, 1988. 63 s.
- VARGA, L. Nové klony topoľov. Les, 1990, roč. 46, č. 5, s. 12-13.
- VARGA, L. Nová rajonizácia topoľov a stromových vrb na Slovensku. Les, 2004, roč. 60, č. 11/12, s. 22-23.
- VENTRE, A. Associazionismo in Pioppicoltura. Arboricoltura da Legno, 1981, vol. 24, no. 7, s. 2-3.
- VOJTUŠ, M. Results of research on the ecologic breadth of some of Euro-American poplars in Slovakia. Acta Instituti Forestalis Zvolenensis, 1978, vol. 5, no. 5, s. 29-42.
- WEISGERBER, H. Klonvergleichsprüfungen bei Schwarz und Balsampappel im Kurzumtrieb. Holzzucht, 1984, vol. 37, no. 3/4, s. 20-24.

## INFLUENCE OF GROUNDWATER ON GROWTH AND VOLUME PRODUCTION OF POPLAR 'PANNONIA' IN INTENSIVE CULTURES IN THE EASTERN SLOVAK LOWLAND

### SUMMARY

The contribution presents results from assessment of growth and volume production of poplar 'Pannonia' on 5-year series of research plots. This series is situated onto non-flooded alluvia of the Latorice river, in vicinity of the dead arm of the Tica river in the cadastral territory Leles, region Trebišov, area Medzibodrožia in the Eastern Slovak lowland. The research plots involve two partial plots, plot I and plot II. Partial plot I is in the higher elevation, with level of groundwater in the depth of about 3.0 – 3.5 m during spring, characterized like half-dry site less suitable for breeding of water-demanding Euroamerican poplars. Partial plot II lies in the vicinity of the dead arm in the lower locality with groundwater level in the depth of 1.5 – 1.8 m during spring, i. e. on half-moisture site. These preliminary results prove that the latter mentioned site is optimal for breeding these poplars in the region.

Table 1 presents survey of height and diameter growth as well as of ring base of the observed poplar 'Pannonia'. It is obvious that favourable groundwater level on plot II had positive effect on height and diameter growth of observed poplar and on d.b.h. as well; mean height reached 13.1 m, mean diameter 15.5 cm and d.b.h. 12,187 m<sup>2</sup> per 1 ha whilst these values on the plot I, on half-dry site, were 10.1 m for mean height, 11.6 cm for mean diameter and 6,875 m<sup>2</sup> for ring base per 1 ha.

Table 2 dealing with volume production shows that Derbholz supply on the plot II was 36,250 m<sup>3</sup>, according to tree volume 50,270 m<sup>3</sup> per 1 ha, and only 13,125 m<sup>3</sup> in Derbholz and 23,125 m<sup>3</sup> per 1 ha in tree volume on plot I. Similar results were got from comparison of average annual increments which proved positive influence of groundwater level on growth and volume production of observed poplar 'Pannonia'.

The presented results are considered as preliminary due to low age of the observed poplar. Further assessment will be necessary to complete and confirm the observations.

Recenzováno

---

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. ŠTEFAN KOHÁN, CSC.  
Tyršovo nám. 9, 04000 Košice, Slovensko

## PRAVDĚPODOBNOTI NEJMENŠÍCH PRŮTOKŮ VE DVOU BESKYDSKÝCH EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍCH VYHODNOCENÉ HYDROLOGICKÝM MODELEM LOWFESTIM

PROBABILITIES OF MINIMAL DISCHARGES FROM TWO EXPERIMENTAL WATERSHEDS IN THE BESKYDY MTS. EVALUATED BY THE HYDROLOGICAL MODEL LOWFESTIM

MILAN BÍBA<sup>1)</sup>, WOJCIECH JAKUBOWSKI<sup>2)</sup>, MILAN JAŘABÁČ<sup>1)</sup>, ZUZANA OCEÁNSKÁ<sup>1)</sup>, ZDENĚK VÍCHA<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady, <sup>2)</sup>Katedra matematiky AR - Wrocław, Poland

### ABSTRACT

Earlier we presented the data of low-flows registered on the small and fully forested experimental watersheds outflowing in measuring troughs, in the Beskydy Mts., the Czech Republic, (BÍBA et al. 2005), but using no statistic methods. Now we publish these data evaluated by the statistic model Lowfestim (Low flow estimation), compiled by JAKUBOWSKI, RADCZUK (2003). This model, based on ZELENHASIĆ and SALVAI analysis (1987) for estimating unknown distributions of low flow indices (drought amounts and durations), is described. We have found how to calculate correctly water regime of minimal flows in two experimental watersheds by the Lowfestim model. This model assessed that the data of minimal discharges measured in both watersheds are non-homogenous that is caused more by natural impulses than by accelerated renewal of forests damaged by polluted air.

**Klíčová slova:** experimentální povodí, zrychlená obnova lesa, znečištěné ovzduší, minimální průtoky, hydrologický model Lowfestim  
**Keywords:** experimental watersheds, accelerated forest renewal, polluted air, minimal discharges, hydrological model Lowfestim

### ÚVOD

Stav a vývoj počasí v uplynulých letech podněcuje vyhodnocovat patrné změny v jeho působení na vodní režim lesů. Hydro-meteorologie nyní nevyklučuje oteplování ovzduší Země projevující se i čtenějším opakováním, většími intenzitami a vydatnostmi dešťů. Proto by mělo být předpokládáno ubývání vodních zásob v malých povodích s prameništěm toků především v suchých ročních obdobích. Zda takové změny stavu prostředí již existují, je nutné měřeními prokázat. Z padesátiletých měření a vyhodnocování srážek a odtoků v beskydských, velmi malých, experimentálních povodích se zjišťuje, že kritická sucha tam nebyla tak početná, jak se dříve předpokládalo. Je účelné se zaměřit na rozdíly mezi jednotlivými povodími, protože například VÁLEK (1977) vyhodnocoval minima v malých lesnatých povodích Kýchová a Zděchov. Velké rozdíly minimálních průtoků mezi nimi byly zdůvodněny odlišnou lesnatostí v obou zkoumaných povodích, ač jistě byly ovlivněny i jinými parametry.

Dále je důležité vyhodnocovat nejmenší průtoky statisticky. Ukazuje se, že ani padesátileté soubory dat ještě plně nevyhovují pro statistické výpočty. Proto jsou nezbytná další měření. Manuální sestavy řad nejmenších průtoků jsou časově náročné, a proto je nutné tato data vyhodnocovat výpočetními modely. Použili jsme statistický model Lowfestim (JAKUBOWSKI 2005) k ověření, zda bude vhodný pro hydrologii v nejmenších lesnatých povodích, pro určení pravděpodobnosti opakování a trvání sucha, nedostatků objemů odtoků vody, pro změny působení lesů na srážkově-odtokový proces jako důsledek experimentálně zrychlených porostních obnov. Z toho plyne, že původní záměr lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydách musí být operativně upravován podle dnešních výsledků i nových možností získávání a vyhodnocování naměřených dat.



Obr. 1. Letecký pohled na povodí Červík (nahore) a Malá Ráztoka (dole) v roce 2005. Foto: Ing. J. VONDRA  
The aerial view of Červík (above) and Malá Ráztoka (below) watersheds in 2005. Photo: Ing. J. VONDRA

## METODIKA VÝZKUMU V EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍCH

Stručné charakteristiky obou experimentálních povodí, metod měření meteorologických a hydrologických prvků, vyhodnocování minimálních průtoků v Červíku (CE - 1,85 km<sup>2</sup>) a v Malé Ráztoce (MR - 2,075 km<sup>2</sup>) byly podrobněji popsány (CHLEBEK, JAŘABÁČ 1995, BÍBA et al. 2005, BÍBA et al. 2006). Připomínáme, že tento lesnicko-hydrologický výzkum v Beskydách byl a je prováděn nepřerušeně od počátku hydrologického roku 1954; nejprve s dvanáctiletou kalibrací souvisejících prvků počasí i vodní bilance v lesním prostředí, jejich vztahů a změn, ale bez lesnicko-hospodářských prací, a následně se zrychlenou porostní obnovou, která dosud nebyla dokončena.

Podrobnější studia srážkově-odtokového procesu v obou povodích pokračují. Kromě komplexního hodnocení vodních prvků je nyní třeba zaměřit více pozornosti na jejich extrémy a změny v kratších obdobích roků. Mezi ně významně řadíme sucha. Deskriptivní posouzení minim v CE a MR již bylo uveřejněno (BÍBA et al. 2005). Nyní je následováno statistickým rozбором dat modelem Lowfestim (JAKUBOWSKI, RADZUK 2003, JAKUBOWSKI 2005) s výpočty pravděpodobnosti trvání nejmenších průtoků a objemů nedostatků odtoků pro posouzení, zda a jak byly ovlivněny lesnicko-hospodářskými pracemi nebo i jinými vlivy v beskydském prostředí. Muselo být určeno, zda pro rozborů používat náhodné (stochastické) nebo pravděpodobnostní (deterministické) metody. Klima v ČR je typicky sezonní a hodně rozkolísané; a tomu jsou podobné i hydrologické charakteristiky zkoumaných povodí. Vědecký popis metod výzkumu nejmenších průtoků byl dříve uveřejněn (TALLAKSEN, VAN LANEN 2004). Nejmenšími byly označeny průtoky nepřevyšující práh  $Q_g$  určený v procentech (v ČR m-denní hodnotou) z ročních, kratších nebo delších souborů průměrných denních průtoků. Vyhodnocení dat z povodí CE a MR modelem Lowfestim bylo omezeno na pravděpodobnost trvání nejmenších průtoků (počty dnů) a objemů nedostatku vody (v m<sup>3</sup>) průtoků rovných nebo menších než mezní  $Q_g$ .

### Určení nejmenších průtoků $Q_{min}$

OZGA, ZIELIŃSKA a BRZEZIŃSKI (1997) označili nejmenšími průtoky ve dnech, v nichž byly rovné nebo menší než mezní průtok  $Q_g$ . Jeho hodnota musí být určena ze souborů průměrných denních průtoků za analyzovaná období. V publikaci (TALLAKSEN, VAN LANEN 2004) bylo doporučeno, že mezní průtok  $Q_g$  má mít hodnotu  $Q_{70\%}$  z křivky průtoků ročních nebo v jiných obdobích. V Beskydách jsme zjistili, že hodnoty  $Q_{70\%}$  převedené na průtoky  $Q_m$ -denní kolísaly v CE mezi 297 až 326 dny a v MR mezi 243 až 272 dny z křivek trvání. Nejmenší průtoky  $Q_{min}$  mají tyto dvě přírodní charakteristiky:

- trvání  $T_\tau$  - počty dnů s průtokem rovným nebo menším než mezní průtok  $Q_g$ ,
- objem nedostatku vody  $D_\tau$  při průtoku  $Q$  rovném nebo menším než  $Q_g$

$$D_\tau = \int_{t_p}^{t_k} (Q_g - Q) dt,$$

kde  $t_p$  je počátkem a  $t_k$  koncem trvání  $\tau$ -tých nejmenších průtoků za období. Obě charakteristiky lze však stanovit i jinými metodami (JAKUBOWSKI 2005).

V příspěvku o minimálních odtocích (BÍBA et al. 2005) byly vybrány jako meze m-denní průtoky v povodích CE a MR z křivek prů-

měrných denních průtoků z období jejich měření, a to  $Q_{365d}$  a  $Q_{330d}$ . Měřitko bylo proti  $Q_{70\%}$  v důsledku jejich počtu a rozptýlů dnů přísnější, ale tyto soubory nebyly modelem Lowfestim statisticky zpracovatelnými.

V dobách s nejmenšími průtoky působí nejistotu řešitelům výpočty z naměřených dat: buď období s nejmenšími průtoky krátce trvájí nebo mají malý sumární objem nedostatků průtočných množství. Proto (ZELENHASIĆ, SALVAI 1987) dříve určili podmínky:

- minimální trvání mezi sousedícími obdobími nejmenších průtoků musí být 3 dny,
- minimální trvání nejmenších průtoků 5 dnů,
- minimální velikost nedostatkového objemu (m<sup>3</sup>) v hodnoceném úseku času; jsou vyloučeny objemy menší než  $\alpha D_{max}$  s  $\alpha = 0,005$  a  $D_{max}$  s největším objemem za období.

První podmínka vylučuje netypické jevy, druhá nejistá pozorování, protože platí:

- dva časově blízké nejmenší průtoky být plnicí první podmínku musí být sloučeny;
- data neplnicí druhou a třetí podmínku musí být z rozborů vyloučena.

Po zjednodušení vzorce pro nejmenší průtok podle ZELENHASIĆE a SALVAIE (1987) byl odvozen vztah

$$H(x) = P(E = 0) + \sum_{k=1}^{\infty} G^k(x) P(E = k),$$

v němž  $H_1$  je charakteristikou nejmenšího průtoky s pravděpodobností  $P$  z počtu nejmenších zkoumaných průtoků  $E$  v časovém intervalu  $(0, T)$ .  $G(x)$  charakterizuje nejmenší průtok ve stejném časovém intervalu. Má-li se úroveň nejmenšího průtoky vyjádřit tak, aby  $P(E = 0)$  se blížilo k 0, lze přijmout, že  $H_1 = G(x)$ . To odpovídá standardnímu pojetí – jde o jednotlivý jev v hodnoceném období pro ocenění pravděpodobnosti nejmenších průtoků, což působí nesnáze v rozhodnutích o nezbytné délce souboru dat.

Pro pravděpodobnost počtu dnů s nejmenšími průtoky  $E$  v intervalu  $(0, t)$  bylo v rozboru použito rozdělení Poissona s parametrem  $\lambda$  (střední hodnota počtu výskytu jevů po časovou jednotku) ve vztahu

$$P(E_t = n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda}, \quad n = 0, 1, 2, \dots,$$

Druhá náhodná proměnná  $Q_g$  – pravděpodobnost objemů nedostatků odtoků v m<sup>3</sup> pod mezním průtokem byla podrobena výpočtům podle Pearsona, Weibulla, Johnsona logaritmováním a dvojitým exponováním a je nejlépe vyjádřena vztahem Generalizovaný Pareto tvaru

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[ 1 - \kappa \frac{x-s}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\kappa}-1}, \quad x > s,$$

kde  $\alpha$  je stupeň významnosti a  $\kappa, s$  jsou neznámé parametry, které byly doplněny dvěma způsoby: ke známým byly dva zbývající odhadnuty metodou minimální pravděpodobnosti samostatně pro každé z rozdělení. Systém parametrů je optimálním, když minimalizuje toto kritérium. Správnost byla testována s pomocí  $\chi^2$ . Rozdělení  $E$  a  $H(x)$  s nejmenší hodnotou podle Pearsona  $\chi^2$  byla vybrána pro určení maximálního nedostatku odtoku (trvání). Byly vypočítány hodnoty kritéria Akaika pro rozdělení odvozená touto metodou.





Obr. 2.

Měření nízkých průtoků 50litrovou nádobou (nahore), detail žlabu přízpusobeného pro měření nádobou (dole)  
Measuring of low discharges by 50 litre vessel (above), the detail of trough for measuring (below)

## VÝSLEDKY STATISTICKÉHO ROZBORU NEJMENŠÍCH PRŮTOKŮ

Lesnicko-hydrologickým záměrem řešitelů úkolu bylo prokázat v CE a MR změny pravděpodobností nejmenších průtoků a nedostatkových objemů odtoků v průběhu let 1954 - 2005, a to celoročně i v chladných (XI. - IV.) a teplých (V. - X.) ročních obdobích, prozkoumat rozdíl mezi kalibračním obdobím experimentu (1954 - 1970), zrychlených porostních obnov a s nejvýraznějším působením imisí (1971 - 1988), a také následujících roků s odrůstajícími mlazinami a tyčkovinami včetně poklesu imisí (1989 - 2005).

Předpokládané časové rozdělení průtoků na kalibrační a dvě následující časová období celoročně, v chladných a v teplých částech roku, muselo být změněno pro malé počty dnů sucha statisticky nevyhodnotitelných i pro nestejnorodost řad naměřených dat. Proto byl rozbor vypracován celoročně a jen pro teplá období v rocích výzkumu (1954 - 2005) a rozdělen jen na dva úseky (1954 - 1980 a 1981 - 2005).

Pravděpodobnosti trvání nejmenších průtoků  $Q_t$  a objemů nedostatku vody  $D_t$  byly v povodích CE a MR vyhodnoceny jejich podrobnějšími rozděleními pro  $Q = 0,005$  až  $0,012$  m<sup>3</sup>/s v CE, a  $Q = 0,007$  až  $0,021$  m<sup>3</sup>/s v MR. Rozbory ukázaly, že něk-

teré soubory nebyly pro křivky pravděpodobnosti trvání i nedostatků objemů homogenními.

### Z přehledů vyplynulo:

- CE, 1954 - 2005: soubory dat průtoků  $Q \geq 0,009$  m<sup>3</sup>/s nejsou homogenními, pro pravděpodobnost trvání je třeba použít nižší hodnoty. Pravděpodobnosti nedostatků objemů vody jsou příznivě uspořádány pro všechny průtoky; to platí pro roční i teplá období.
- CE, 1954 - 1980: pro pravděpodobnosti trvání jsou nehomogenními  $Q = 0,010$  a  $0,011$  m<sup>3</sup>/s, menší průtoky vyhovují. Obdobně pro nedostatky objemů odtoků nevyhoví  $Q = 0,012$  m<sup>3</sup>/s, ostatní jsou použitelné v ročním i teplém období.
- CE, 1981 - 2005: pro trvání vyplynulo, že pravděpodobnostem vyhoví nejlépe  $Q = 0,008$  až  $0,012$  m<sup>3</sup>/s, nedostatům objemů  $q = 0,008$  a  $0,009$  m<sup>3</sup>/s.

Je třeba mít v patrnosti, že mezní průtok  $Q_g$  má podle výpočtů ve třech uvedených obdobích souborů průtoků odlišující se m-denní nebo procentní hodnoty.

- MR, 1954 - 2005: pro pravděpodobnost trvání vyhovují  $Q = 0,007$  až  $0,009$  m<sup>3</sup>/s a  $Q > 0,016$  m<sup>3</sup>/s. Pro stanovení pravděpodobnosti nedostatku vody nevyhovují průtoky  $Q = 0,012$  až  $0,015$  m<sup>3</sup>/s, zbývající jsou homogenními. Poloha křivek v ročních a teplých obdobích je správná.
- MR, 1954 - 1980: řady naměřených dat jsou homogenní, jen pro trvání byly problémem průtoky s  $Q < 0,015$  m<sup>3</sup>/s; u nedostatku objemů nebyla vhodná data pro  $Q = 0,016$  m<sup>3</sup>/s.
- MR, 1981 - 2005: obsahuje málo naměřených dat, v teplém období je vhodné jen  $Q > 0,014$  m<sup>3</sup>/s. Pravděpodobnosti trvání i nedostatku objemů jsou správné mimo  $Q = 0,017$  m<sup>3</sup>/s.

S ohledem na nepředpokládanou varianci dat bylo použito v CE  $Q = 0,008$  m<sup>3</sup>/s a v MR  $Q = 0,018$  m<sup>3</sup>/s, a to souborů 1954 - 2005, 1954 - 1980 a 1981 - 2005 celoročně a v teplých obdobích roků. Z jejich vztahů k m-denním průtokům vyplynulo, že v CE odpovídaly vybrané průtoky za celé období  $Q_{311d}$  (85,125 % pravděpodobnosti výskytu), mezi 1954 - 1980  $Q_{297d}$  (81,320 %) a 1981 - 2005  $Q_{326d}$  (89,233 %); obdobně v MR celé období  $Q_{257d}$  (70,330 %), 1954 - 1980  $Q_{243d}$  (66,565 %) a 1981 - 2005  $Q_{272d}$  (74,392 %) z křivek průměrných denních průtoků.

V povodí CE bylo v hydrologických rocích 1954 - 2005 zaznamenáno 113 případů s průměrnými denními průtoky  $Q \leq 0,008$  m<sup>3</sup>/s trvajících od 5 do 95 dnů, v MR ve stejném období 191 případů s průměrnými denními průtoky  $Q \leq 0,018$  m<sup>3</sup>/s trvajících od 5 do 124 dnů. Za pozornost stojí v CE období 22. 9. - 25. 12. 1959, které trvalo 95 dnů s  $Q_{min} = 0,0012$  m<sup>3</sup>/s a s nedostatkovým objemem  $D = 43 450,6$  m<sup>3</sup>; jiné 30. 7. - 30. 10. 1962 trvalo 91 dnů s  $Q_{min} = 0,0016$  m<sup>3</sup>/s a s objemem  $D = 40 396,0$  m<sup>3</sup>. V povodí MR bylo nejvýraznějším obdobím 30. 8. - 26. 12. 1959, které trvalo 119 dnů s  $Q_{min} = 0,0019$  m<sup>3</sup>/s a s nedostatkovým objemem  $D = 134 723, 52$  m<sup>3</sup>; jiné 26. 7. - 26. 11. 1983 trvalo 124 dnů s minimálním průtokem  $Q = 0,0037$  m<sup>3</sup>/s a objemem nedostatku  $D = 122 778, 72$  m<sup>3</sup>. Všechna data z obou povodí jsou uložena u řešitelů úkolu. Pro lesnický provoz jsou důležitější data z teplých období v letech 1954 - 2005, která jsou uvedena v tabulkách 1 a 2.

### Komentář k obrázkům

Na obrázku 1 jsou letecké pohledy na obě experimentální povodí. V povodí CE je patrná v jeho pravé části CE-A (0,88 km<sup>2</sup>) téměř již dokončená porostní obnova, zatímco CE-B (0,85 km<sup>2</sup>) nebylo zrychlenou obnovou dotčeno.