

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 39, No. 5, 1993

OBSAH - CONTENTS

S e r e d a O., M a c h a r á č e k M.: Objektivní kontrola relativní vitality sazenic listnatých dřevin — Objective checks of the relative vitality of broadleaved plants	169
Č e r m á k J., M a t y s s e k R., K u č e r a J.: Příčiny odumírání vyspělých buků na těžkých půdách po náhlém proředění porostu — A cause of a rapid die-back of large beech trees on heavy-textured soils after substantial opening of the canopy	175
M i k e š P., P o s p í š í l J.: Množení tetraploidní osiky <i>in vitro</i> — <i>In vitro</i> propagation of tetraploid European aspen	184
P i v e c J.: Porovnání skutečné evapotranspirace lužního lesa na jihu Moravy šest a 15 let po pravidelných záplavách — A comparison of actual evapotranspiration of a floodplain forest in the South of Moravia in six and 15 years after regular floods	187
U r b a n J.: Vyzobávání hálek pilatky <i>Euura laeta</i> Zadd. et Brischke a <i>Euura mucronata</i> Htg. (<i>Symphyta</i> , <i>Tenthredinidae</i>) ptáky — Pecking galls of the sawfly <i>Euura laeta</i> Zadd. et Brischke and <i>Euura mucronata</i> Htg. (<i>Symphyta</i> , <i>Tenthredinidae</i>) by birds	192
J a k u b i s M.: Posudzovanie ustálenosti bystrín v oblasti Školského lesného podniku Technickej univerzity vo Zvolene — Evaluation of torrent stability in the area of the Training Forest Enterprise of the Technical University at Zvolen	202
J a n e č e k A., N o v o t n ý M.: Systémové řešení alokace investic v lesních ekosystémech pod zatížením cizorodými látkami — A system solution to investment allocations in forest ecosystems with heterogeneous substance load	208
INFORMACE	
Seminár o vplyve meniacich sa podmienok prostredia na produkciu lesných drevín	216

Redakční rada - Managing Editorial Board

Doc. Ing. Vladimír Chalupeš, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří Bartunek, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Ján Ilavský, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef Konôpka, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan Koubek, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír Krečmer, CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav Lochman, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Šmelko, DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskoč, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Chlebečková (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 80 stran (psané obřádku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvozdanská 5-7, 149 00 Praha 4.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

LESNICTVÍ - FORESTRY is distributed by PNS (the First Periodicals Distribution Service). Information on subscription available and subscription orders are accepted in every PNS office, and by the Administrace centralizovaného tisku (Distribution Service of Centralized Press), Hvozdanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly, Czech Republic.

OBJEKTIVNÍ KONTROLA RELATIVNÍ VITALITY SAZENIC LISTNATÝCH DŘEVIN

O. Sereda¹, M. Macharáček²

¹Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

²Školní lesní podnik LF VŠZ Brno, 664 01 Bílovice nad Svitavou

Na základě zkušeností s objektivním nedestruktivním testováním vitality prostokofenných sazenic a semenáčků jehličnatých dřevin elektronickými způsoby se uvádí obdobný postup pro třídění listnatého sadebního materiálu. Pomocí testu Y a I byly hodnoceny sazenice dubu, buku a jeřábu a uvádějí se číselné hodnoty testů pro výsadbu na extrémních lokalitách. Doporučuje se třídění pouze do dvou skupin, a to pro extrémní stanoviště a příznivé stanoviště. Kromě testovacích přístrojů, které autoři užívali, z nichž se jeden model již průmyslově vyrábí, je možné po patřičné úpravě snímacích hrotů měřit ujmavost i různými kondirometry, pokud pracují se střídavým proudem sinusového průběhu. Dokazuje se, že způsob objektivního nedestruktivního testování vitality a třídění sazenic na jeho základě může snížit ztráty při zalesňování imisních holin náhradními listnatci na asi 23 %.

zalesňování; listnaté sazenice; relativní vitalita; ujmavost; ztráty

Příspěvky Macharáček, Sereda (1984) a Sereda, Macharáček (1990a, 1990c) obsahují zevrubné informace o objektivním testování ujmavosti semenáčků a sazenic jehličnatých dřevin použitím některých elektrických způsobů pro kontrolu míry vodního potenciálu jejich pletiv. Metoda je podle dosažených praktických výsledků užitečným přínosem pro zefektivnění zalesňovacích prací, kdy předchozí kontrolou je připraven zaručeně kvalitní materiál, který je kromě toho ještě rozřazen podle stupně své relativní vitality pro různé náročná stanoviště.

Způsob testování ujmavosti elektrickým měřením ukazatelů vodního potenciálu byl poloprovazně vyzkoušen a dobře se osvědčil. Pro operativní využití metody v terénu byly vyvinuty jednoduché elektronické přístroje, které kontrolu maximálním způsobem urychlují a zjednodušují, takže sazenice mohou třídít i pomocní pracovníci po časově nenáročném zacvičení. O zjednodušených testovacích způsobech byl přednesen referát na konferenci *Elektronické měřicí přístroje pro lesní hospodářství*, která se konala ve dnech 27. - 28. 8. 1990 v Praze (Sereda, 1990b).

V současnosti narůstá zájem o využívání odolnějších listnatých dřevin pro zalesňování stále přibývajících imisních holin. Protože jde o znovuzakládání lesních porostů v extrémně nepříznivém prostředí, je účelné pro zefektivnění práce používat pokud možno spolehlivý materiál, tj. sazenice s vysokým standardem vitality. Těchto skutečností jsme si byli vědomi během výzkumu s jehličnany a proto jsme se již tehdy rozhodli na základě získaných zkušeností využít je pro experimenty se sazenicemi listnatých dřevin. Předkládáme výsledky práce v této oblasti za období 1984 až 1990 ve stručných závěrech.

PRINCIP TESTOVÁNÍ UJMAVOSTI

Vychází se ze stejných zásad, jež byly použity při kontrole sazenic jehličnatých dřevin (Macharáček, Sereda, 1984). Připomeňme velice stručně, že kromě běžně měřitelných a sledovaných vnějších znaků, tj. výšky nadzemní části a jí odpovídající tloušťky kořenového krčku, bohatosti a tvaru kořenového systému i koruny, je zárukou ujmavosti svěžest materiálu daná obsahem vody v nadzemní a zejména v kořenové části.

Svěžest sazenic se posuzuje běžně vizuálně a dbá se na to, aby od vyzvednutí ve školce až po výsadbu nedošlo ke škodlivému snížení vodního potenciálu jejich pletiv. K dalším kvalitativním znakům - zajisté nesnadno kontrolovatelným - patří obsah zásobních látek, kvalita asimilačních orgánů a schopnost jejich adaptability překonáním šoku z přesazení, zdravotní stav a popř. i stav mykorrhizy, tj. souhrnný stav vnitřní biologické kvality.

Na základě dřívějších studií se lze právem domnívat, že celý komplex ukazatelů vitality je možné poměrně spolehlivě kontrolovat měřením elektrických parametrů Y a I pletiv sazenic, jak podrobně uvádí práce Macharáček, Sereda (1984).

Ukazatel Y je indexovým údajem elektrické vodivosti měřené mezi dvěma jemnými hroty vbodnutými na hloubku 1 mm ve vzdálenosti 9 mm do krčku sazenice. $Y = 100 \cdot Z^{-1}$, kde Z je impedance v kiloohmech, takže výsledný rozměr ukazatele je mS. Měří se proudem o nepatrné intenzitě (řádově desítky mikroampér) se sinusovým průběhem o frekvenci 25 až 50 Hz pro potlačení vlivu změn chemismu na objektivnost měření a životní funkce sazenice.

Ukazatel I spočívá v registraci změny jakosti induktivního členu vysokofrekvenčního oscilátoru přiblížením rostlinné části k plošné cívice obvodu. Vodivé (vlhké) pletivo krčku představuje paralelní kapacitu k mezizávitové kapacitě cívký oscilátoru a to zejména změnou dielektrické konstanty blízkého okolí kmitavého obvodu, neboť dielektrická konstanta vody proti vzduchu je 80tinásobná. Změna výkonu rozlaďovaného oscilátoru se projeví poklesem jeho proudu, který se měří v μA . Příslušný proudový údaj byl užít jako míra vodivosti zkoumaného objektu v nepřímé závislosti. Nižší proud odpovídá vyšší elektrolytické vodivosti a tedy i vyššímu vodnímu potenciálu.

Oba ukazatele (Y i I) jsou závislé i na hmotnosti, resp. na fyzických dimenzích sazenice, takže jsou do značné míry indexy komplexními. Míra závislosti obou na hmotnosti u sazenic s turgescentními pletivy $r = \pm 0,84$, u materiálu s nízkou vitalitou je tato závislost prokazatelně mnohem nižší ($r = \pm 0,32$). Tento jev je velmi zajímavý a svědčí o přednosti elektronické kontroly proti např. pouhému měření hmotnosti, se kterým se rovněž experimentovalo.

K testování sazenic listnatých dřevin jsme užili stejného přístrojového vybavení jako pro jehličnany při předchozích pracích. Popis přístrojů najde zájemce v práci Macharáček, Sereda (1984). Pro praktické třídění v terénu jsou pak vhodné jednoúčelové zjednodušené aparátury a postupy, o nichž referoval Sereda (1990b), které umožňují nastavení indikace i pro listnatý materiál.

Poznámka: Ve výzkumnické praxi se začínají uplatňovat elektronické měřicí vitality stromů pod názvem kondiometry, popř. Shigometry (podle původu). Tyto přístroje jsou původně určeny pro měření na dospělých stromech a k tomu účelu mají i rozměrnější a robustnější bodcové snímače. V kombinaci se subtilnějšími hroty by bylo zajiště možné je pro předchozí otestování použít i pro kontrolu vitality sazenic. Odpovídající hodnoty impedancí v kΩ lze snadno odvodit z testů uvedených pro jednotlivé dřeviny v našich číslech. Domníváme se však, že pro jednoduchou kontrolu a třídění sadebního materiálu jsou kondiometry zařízení zbytečně složitá a tím i nákladná. Lze je ovšem užívat na pracovištích, která jsou jimi standardně vybavena. Pro masové nasazení v terénu bychom se však přimlouvali za konstrukčně nepoměrně jednodušší aparátury podle Seredy (1990b), které mohou být ještě dále upraveny na kapesní rozměry zmonolitizním přístrojem se snímacími hroty a s indikací luminiscenční diodou.

EXPERIMENTÁLNÍ MATERIÁL

Orientační měření testů vitality listnatých dřevin bylo vykonáno v jarním období roku 1984 na sazenicích buku, dubu a olše a na 19 druhích vrb, jejichž klony byly vypěstovány obvyklým vegetativním způsobem řízkováním.

V první polovině roku 1987 pak byla uskutečněna sčejší část pokusu s listnáci, když od 6. 5. do 1. 7. 1987 byly vysazeny vzorky buku, dubu a muku. Sazenice a semenáčky byly změřeny v devíti etapách posuvným měřicím v kořenovém krčku s přesností jeho tloušťky na desetinu milimetru a byly stanoveny ukazatele Y a I stejnými přístroji a postupem jako dříve u jehličnatých sazenic. Před vlastním měřením byl sadební materiál uložen ve snežné jámě ve výzkumné školce katedry zakládání lesů lesnické fakulty VŠZ v Brně na Hádech, ležící v lesní oblasti 30 - Dražanská vrchovina.

Proměřené sazenice přenášeli do terénu a vysazovali odborní pracovníci poleší Bílovice nad Svitavou šterbinovým sázákem opočenského typu ve sponu $1 \times 0,5$ m na vyhrazeném pozemku stejného výzkumného objektu (geologický podklad - hlinitá až jílovitohlinitá půda). Všechny sazenice byly pro průběžnou identifikaci opatřeny pořadovými čísly vyraženými do hliníkové fólie a jejich evidence byla kromě číselného záznamu zajištěna graficky situačním nákresem. Pokusná výsadba byla po jednoleté přestávce dvakrát kontrolována 3. 6. a 17. 8. 1988 třemi vizuálními klasifikačními stupni:

- + velmi dobrý stav i výškový přírůst,
- dostačující stav a malý výškový přírůst,
- 0 exitus, tj. suchý, zlomený či v důsledku poškození uhynulý jedinec s tím, že případy mechanické destrukce byly při vyhodnocování výsledků vyloučeny.

Použitý sadební materiál:

1. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), tříletá sazenice zaškolovaná jako jednoletka (1/2), původ Bílovice nad Svitavou, vegetační lesní stupeň 2 - bukodubový.
2. Dub letní (*Quercus robur* L.), dvouletá sazenice s podřezáním kořenů po prvním vegetačním období (1/1), původ Rajhrad, vegetační lesní stupeň 1 - dubový.
3. Muk prostřední [*Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.], tříletý semenáček (3/0), původ Brno (stromořadí na Botanické ulici), vegetační stupeň 1 - dubový.

Během jednoho vegetačního období bylo proměřeno, vysazeno a v následujícím roce vyhodnoceno 100 bukových, 100 dubových sazenic a 50 jeřábových - mukových semenáčků.

4. Olše lepkavá [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. - Bas.], dvouletý semenáček (2/0), původ Sokolnice, vegetační lesní stupeň 1 - dubový.

5. Vrba - rod (*Salix* L.) s klony: *mas*, *melanostachis*, *muscina*, *purpurea*, *viminialis*, *elbursensis*, *apendiculata*, *acutifolia*, *americana*, *monticola*, *incana*, *sachsekka*, *irrorata*, *silesiaca*, *aurita*, *songarica*, *teracensis*, *hookeriana*, *discolor*.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Experimentální výsadba z roku 1987 tří uvedených listnatých dřevin byla po kontrolách 3. 6. a 17. 8. 1988 vyhodnocena po stránce vitality a byly vypočítány testovací hodnoty Y a I na hranici tří kategorií použitelnosti pro:

- a) náročné stanoviště,
- b) příznivé stanoviště,
- c) vyřazení, popř. podmíněnou použitelnost.

Při kontrole pokusné výsadby se zjišťovaly ztráty, které byly trojího druhu: uschlé sazenice, sazenice utaté při vyžínání a sazenice, které nebylo možné najít. Přesto, že ztráty měly různý původ, při výpočtu testovacích hodnot se později nerozlišovaly na základě úvahy, že se vesměs jednalo o tak slabé jedince, že by později zanikly přirozeným způsobem. Tak např. u dubu je průměrný test u suchých $\bar{Y} = 1,69$ a užitých 1,77. U buku mají užitá 1,54, suché 1,57 a nenalezené dokonce jen 1,44.

Přehled testovacích hodnot kontrolovaných dřevin jsou obsaženy v tab. I - III, návrh testovacích limitů v závislosti na náročnosti stanoviště obsahuje tab. IV. V tab. I - III značí z - úspěšné sazenice, z - zaniklé jedince, $\bar{Y}$, $\bar{I}$ - průměrné testy za etapu, Y_M , Y_m , I_M , I_m - extrémní testy v etapě (M - maximum, m - minimum), $\bar{D}$ - průměrnou tloušťku krčku sazenice v etapě, N - počet vzorků v etapě.

Údaje Y a I v tab. IV znamenají hodnoty testů použitelných při třídění sazenic před výsadbou. Y byl počítán jako pravděpodobná maximální a I jako pravděpodobná minimální hodnota ze souboru úspěšných sazenic za všechny etapy. Znovu připomínáme, že předpokladem směrodatnosti údajů podle zmíněných testů je správné ošetřování sazenic po celou dobu manipulace s nimi od vyzvednutí ve školce až do okamžiku výsadby včetně meziskladování. Je nutné zabránit zejména vysušení kořenového systému.

Tab. V podává přehled o efektivnosti výsadby studovaných tří druhů listnatých dřevin rozříděných podle testů ujmavosti. Je zřejmé, že při zachování zdůrazněných pravidel péče o sazenice by se průměrné ztráty i na náročných stanovištích mohly po rozřídění podle testů Y , resp. I pohybovat kolem 3 %, na příznivých stanovištích kolem 12 - 13 %. Otázkou je, jak využít sazenice, které patří do třetí skupiny, tj. materiál podmíněně použitelný. Je zřejmé, že představují ve tříděném souboru podíl asi 15 %, přičemž je nutné počítat s více než poloviční ztrátovostí.

Při vyřazení tohoto podílu činí ztráty logicky 15 % objemu zpracovávaného (zakoupeného) materiálu, při pokusu o výsadbu (na příznivé lokalitě) je možné počítat se ztrátou kolem 8 %. Jde-li tedy o sazenice jinak nepoškozené (např. vadným skladováním), je možné je i při

I. Taxační ukazatele sazenic dubu – Mensural parameters of oak plants

Etapa ¹	N	Ztráty (%)	$\bar{D}$ (mm)	$\bar{Y}$	Y_M	Y_m	$\bar{I}$	I_m	I_M
6. 5. 1987 ž	9	-	5,40	1,94	2,24	1,41	40,2	38,0	44,0
z	1	10,0	3,10	1,89	1,89	1,89	44,0	44,0	44,0
14. 5. 1987 ž	10	-	5,52	2,05	2,46	1,68	42,6	30,0	50,0
z	0	-	-	-	-	-	-	-	-
21. 5. 1987 ž	9	-	5,89	2,05	2,34	1,53	39,6	34,0	46,0
z	1	10,0	5,80	1,96	1,96	1,96	49,0	49,0	49,0
27. 5. 1987 ž	8	-	5,86	1,57	1,97	1,16	43,5	37,0	51,0
z	2	20,0	4,20	1,21	1,25	1,16	50,0	49,0	51,0
4. 6. 1987 ž	8	-	5,16	1,83	2,25	1,67	38,0	31,0	42,0
z	2	20,0	5,30	1,80	2,06	1,53	41,5	41,0	42,0
18. 6. 1987 ž	10	-	5,98	2,07	2,42	1,63	41,4	30,0	50,0
z	0	-	-	-	-	-	-	-	-
25. 6. 1987 ž	18	-	5,44	1,78	3,38	1,21	44,5	36,0	54,0
z	2	10,0	5,80	1,62	2,17	1,33	36,0	32,0	40,0
1. 7. 1987 ž	14	-	5,84	1,98	2,27	1,60	45,2	38,0	53,0
z	6	30,0	4,15	1,72	1,90	1,54	50,0	45,0	55,0
Průměry ² ž	10,8	-	5,63	1,91	2,29	1,49	41,9	34,3	48,8
z	1,8	12,5	4,78	1,70	1,87	1,57	45,1	43,3	47,8
Σ ž	86	14,0	-	-	-	-	-	-	-
z	14	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ stage, ² averages

ž - úspěšné sazenice – vital plants

z - zaniklé sazenice (uschlé, nenalezené, vyžaté) – not surviving plants (withered, not found, mowed off)

II. Taxační ukazatele sazenic buku – Mensural parameters of beech plants

Etapa ¹	N	Ztráty (%)	$\bar{D}$ (mm)	$\bar{Y}$	Y_M	Y_m	$\bar{I}$	I_m	I_M
6. 5. 1987 ž	9	-	5,08	1,73	1,97	1,60	40,6	30,0	50,0
z	1	10,0	5,70	1,72	1,72	1,72	50,0	50,0	50,0
14. 5. 1987 ž	8	-	5,36	1,99	2,14	1,82	39,6	29,0	50,0
z	2	20,0	4,25	1,93	1,99	1,86	47,5	42,0	53,0
21. 5. 1987 ž	9	-	5,12	1,88	2,06	1,60	43,1	31,0	48,0
z	1	10,0	4,20	1,74	1,74	1,74	47,0	47,0	47,0
27. 5. 1987 ž	10	-	4,47	1,60	2,06	1,35	44,5	38,0	56,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
12. 6. 1987 ž	8	-	5,33	1,66	1,87	1,47	49,5	40,0	57,0
z	2	20,0	5,55	1,67	1,81	1,53	49,0	46,0	52,0
18. 6. 1987 ž	7	-	5,03	1,78	1,92	1,63	48,0	44,0	51,0
z	3	30,0	4,50	1,58	1,69	1,50	49,3	49,0	50,0
25. 6. 1987 ž	9	-	4,37	1,51	1,82	1,29	52,0	45,0	56,0
z	11	55,0	5,18	1,52	2,04	1,29	49,4	43,0	54,0
1. 7. 1987 ž	3	-	5,67	1,51	1,67	1,38	52,7	48,0	58,0
z	17	85,0	4,62	1,45	1,67	1,11	52,9	45,0	58,0
Průměry ² ž	7,9	-	5,05	1,72	1,94	1,52	45,6	38,1	53,3
z	4,6	28,8	4,86	1,54	1,81	1,54	50,8	46,0	52,0
Σ ž	63	37,0	-	-	-	-	-	-	-
z	37	-	-	-	-	-	-	-	-

For 1 - 2 see Tab. I

Etapa ¹	N	Ztráty (%)	$\bar{D}$ (mm)	$\bar{Y}$	Y_M	Y_m	$\bar{I}$	I_m	I_M
6. 5. 1987 ž	5	-	6,86	1,61	2,06	1,25	40,4	28,0	48,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
14. 5. 1987 ž	5	-	8,08	2,69	2,94	2,14	40,2	35,0	44,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
21. 5. 1987 ž	4	-	7,85	2,39	2,53	2,23	39,8	29,0	48,0
z	1	20,0	5,30	1,97	1,97	1,97	44,0	44,0	44,0
27. 5. 1987 ž	5	-	7,46	2,05	2,15	1,74	41,8	36,0	45,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
12. 6. 1987 ž	5	-	8,62	2,07	2,23	1,81	33,6	26,0	39,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
18. 6. 1987 ž	5	-	6,32	2,27	2,60	1,72	39,8	30,0	44,0
z	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
25. 6. 1987 ž	7	-	7,43	2,47	2,82	2,13	43,1	38,0	48,0
z	3	30,0	5,57	2,00	2,17	1,82	48,0	44,0	50,0
1. 7. 1987 ž	6	-	6,88	2,31	2,56	2,22	41,3	30,0	48,0
z	4	40,0	6,75	2,09	2,70	1,54	42,0	36,0	48,0
Průměry ² ž	5,3	-	7,44	2,24	2,49	1,91	40,0	31,5	45,5
z	1,0	11,3	5,87	2,04	2,28	1,78	44,7	41,3	47,3
Σ ž	42	-	-	-	-	-	-	-	-
z	8	16,0	-	-	-	-	-	-	-

For 1 - 2 see Tab. I

IV. Testovací hodnoty pro třídění sazenic listnatých dřevin – Test values for a sorting of broadleaved plants

Dřevina ¹	Extrémní stanoviště ²		Příznivé stanoviště ³		Podmíněně použitelné ⁴	
	Y	I	Y	I	Y	I
Buk ⁵	> 1,8	< 44	1,8 - 1,5	44 - 53	< 1,5	> 53
Dub ⁶	> 2,0	< 41	2,0 - 1,6	41 - 50	< 1,6	> 50
Jeřáb ⁷	> 2,4	< 38	2,4 - 1,8	38 - 48	< 1,8	> 48

¹tree species, ²site with extreme conditions, ³site with good conditions, ⁴conditionally usable, ⁵beech, ⁶oak, ⁷European mountain ash

nízkých testech vysadit a počítat s pravděpodobnou uváděnou ztrátou. Souhrnné ztráty při popsání třídění na základě měření zjištěných testů by neměly přesáhnout 23 - 24 % (viz poslední řádek tab. V).

Na základě poloprovozních zkušeností je však neoperativnější třídění sazenic pouze do dvou skupin, a to na materiál pro extrémně nepříznivá stanoviště a materiál ostatní, tj. do příznivějšího prostředí. Toto zjednodušené kritérium je v tab. VI pro tři zmíněné listnaté dřeviny. Na základě uvedených limitních hodnot ukazatelů Y , popř. I lze nastavit jednoduché polní testovací přístroje, o nichž píše S e r e d a (1990b).

Indikace je tu rychlá a jednoduchá na principu ano - ne, takže třídění je jednoznačné. (Příklad: svítí kontrolka přístroje, sazenice patří do výběrové skupiny, kontrolka zhasne, sazenice se odkládá mezi ostatní.) Metoda je dobře použitelná i při práci na třídící lince a má předpoklady pro plnou automatizaci bez účasti lidské obsluhy a to zejména při užití testu I . Snímač může být realizován formou rozměrné ploché cívky, v jejímž poli se objekt, tj. sazenice, pohybuje. Při dosažení určité kritické hodnoty rozladění oscilátoru manipulátor sazenici přesune na sousední dopravník.

VÝPOČET TESTŮ VITALITY
BEZ POKUSNÉ VÝSADBY

V průběhu roku 1984 byly vykonány přípravné studie, které měly za cíl ověřit testovací metodiku ujmavosti vyzkoušenou na sazenicích jehličnanů také na listnatých. Proto bylo otestováno a vysazeno celkem 518 sazenic listnatých dřevin, a to 80 olší, 100 sazenic buku, 78 dubu a 260 sazenic 19 druhů vrby. Výsadba proběhla v období od 11. 4. do 15. 6. 1984. Před výsadbou byla u všech vzorků změněna ve dvou na sebe kolmých průměrech tloušťka krčku a test Y a I dříve popsáním způsobem. V případě vrby nešlo o zakoreněné jedince, ale o čerstvě odřezané prýty, které byly zbytky vzorků původně dodaných pro měření mechanických charakteristik jejich různých druhů. (Měřila se pevnost v ohybu a modul pružnosti čerstvých a vyschlých prýtů pro účely košíkářství.)

Shodou nepříznivých okolností nemohla být pokusná výsadba obvyklým způsobem a v termínech vyhodnocena po stránce míry ztrát ve vztahu k naměřeným testům. Proto bylo naměřených testovacích dat využito pro hledání empirické závislosti mezi průměrnými hodnotami

Dřevina ¹	Nepříznivé stanoviště ²		Příznivé stanoviště ³		Podmíněně použitelné ⁴	
	Y	I	Y	I	Y	I
Procento úspěšných sazenic (ujímavost) ¹¹						
Buk ⁵	85,7	94,7	64,4	60,7	37,0	38,5
Dub ⁶	87,8	94,7	88,4	81,5	68,8	62,5
Jeřáb ⁷	93,3	91,7	82,1	86,1	71,4	0,0
Průměrné ⁸	88,9	93,7	78,3	76,1	59,1	33,6
	91,3		77,2		46,4	
Třídící podíl ¹² (%)						
Buk ⁵	28,0	23,0	45,0	56,0	27,0	21,0
Dub ⁶	41,0	38,0	43,0	54,0	16,0	8,0
Jeřáb ⁷	30,0	24,0	56,0	72,0	14,0	4,0
Průměrné ⁸	33,0	28,3	48,0	60,7	19,0	11,0
	30,7		54,3		15,0	
Ztráty v podílech ⁹	11,1	6,3	21,7	23,9	40,9	66,4
	8,7		22,8		53,6	
Ztráty celkem ¹⁰	3,7	1,8	10,4	14,5	7,8	7,3
	2,7		12,4		7,6	

For 1 - 7 see Tab. IV; ⁸average, ⁹losses in lots, ¹⁰total losses, ¹¹percentage of vital plants (survival rate), ¹²sorting lots

VI. Testovací kritéria pro třídění listnatých sazenic do dvou skupin – Test criteria for the sorting of broadleaved plants into two groups

Dřevina ¹	Náročná stanoviště ⁵		Ostatní ⁶	
	Y	I	Y	I
Buk ²	> 1,8	< 44	< 1,8	> 44
Dub ³	> 2,0	< 41	< 2,0	> 41
Jeřáb ⁴	> 2,4	< 38	< 2,4	> 38

¹tree species, ²beech, ³oak, ⁴European mountain ash, ⁵site with high requirements, ⁶others

a pravděpodobnými mírami pro stanovení hranice použitelnosti pro výsadbu v nepříznivých podmínkách.

Srovnávací studií, při níž bylo použito výsledků z dřve vyhodnocovaných souborů jak jehličnatých, tak listnatých sazenic, byl tento vztah nalezen pro test Y ve tvaru

$$Y_p = (\bar{Y} + Y_M) \cdot 0,55 \quad (1)$$

a pro test I

$$I_p = (\bar{I} + I_M) \cdot 0,45 \quad (2)$$

Kromě toho se hledala závislost mezi testy Y a I, která je pro listnaté sazenice

$$I = 59,7 - 12,53 \cdot Y \quad (3)$$

kde: $\bar{Y}, \bar{I}$ – aritmetický průměr testu Y a I celého souboru, Y_M, I_M – aritmetický průměr maxim testů skupin, do nichž je soubor rozdělen. (Např. soubor 100 sazenic je rozdělen do pěti skupin po 20 členech. Y je průměrná hodnota testu všech 100 sazenic, Y_M je aritmetický průměr maximálních hodnot zjištěných v každé 20ti-členné skupině = etapě.)

Je zřejmé, že tento způsob hledání testovacích hodnot sadebního materiálu přináší významné časové úspory, neboť přeneseně těží z dřve experimentálně získaných

závislostí. Při praktické aplikaci by to znamenalo změřit asi 100 kusů kvalitních vzorků testem Y nebo I, vypočítat hodnotu Y_p , popř. I_p , a nastavit ji na přístroji pro třídění materiálu do dvou skupin, tj. pro extrémně nepříznivé stanoviště a „ostatní“.

DISKUSE A ZÁVĚR

Na základě předchozích výzkumů a praktických zkušeností s jehličnany, zveřejněných v člancích Macharáček, Sereda (1984), Sereda, Macharáček (1990a, c) Sereda (1990b), byl vypracován v praxi použitelný návod na testování vitality sazenic některých listnatých dřevin, kterým se může podstatnou měrou zvýšit produktivita práce při zalesňování imisních holin.

Třídící testovací způsob předpokládá ovšem použití kvalitního sadebního materiálu, který nebude druhotně znehodnocen. Při respektování běžných obecně známých zásad správné manipulace se sazenicemi a semenáčky lze využít testů vitality pro třídění podle náročnosti stanoviště a je možné počítat se ztrátami, kterým by neměly přesáhnout při úplném využití sadebního materiálu 23 %. Tento výsledek se dobře shoduje s obdobnou studií vybraných jehličnanů, kde pravděpodobná ztráta při vysazení všech testovaných jedinců je asi 25 %.

Test Y lze vcelku bez problémů aplikovat i pomocí jiných přístrojů než vyvinuli, užívali a doporučili autoři. Pokud jsou k dispozici, je možné užít i různých typů tzv. kondiciometrů, pouze je třeba upravit bodový snímač tak, aby osová vzdálenost hrotů byla 9 mm a hloubka vpichu 1 mm. Geometrie snímače ovlivňuje tvar a účinný rozsah měrného elektrického pole v kontrolovaném objektu, tj. v kambialním a dřevním pletivu sazenice. Kmitočet měřících můstků užitých autory je 25, resp. 50 Hz sinusového průběhu. Při užití jiné frekvence, resp. jiného průběhu (pravoúhlého ap.) bude patrně nutné zavádět odpovídající korekce. Užití stejnosměrného prou-

du, byť proměnného průběhu (pulsacího) je z obecně známých důvodů (měření elektrolytických odporů) nepřipustné zejména u živých tkání. Vztah mezi testem Y a impedancí Z vyplývá z rovnice

$$Y = \frac{100}{Z}, \text{ takže } Z = 100 \cdot Y^{-1} \quad (\text{k}\Omega)$$

Zjištění testů pro další druhy listnatých či jehličnatých dřevin i jiných užitkových (např. ovocných) stromů je v zásadě možné dvojím způsobem:

1. Užije se pokusné výsadby po předchozím otestování v počtu kolem 100 kusů pro každý kontrolovaný druh a testy Y se vypočítají jako pravděpodobné nejvyšší hodnoty úspěšných jedinců, kteří se osvědčili na náročnějším stanovišti.

2. Bez pokusné výsadby se změní testy celého zdravého souboru a pravděpodobná hodnota Y_p se vypočítá podle rovnice (1).

Druhý způsob je pochopitelně pohodlnější a při užití kvalitního materiálu dává mírně vyšší hodnoty Y než při vyhodnocování konkrétních ztrát. Je zřejmé, že poněkud zpřísňuje výběr pro extrémní stanoviště ve prospěch skupiny méně odolného materiálu. S přihlédnutím k dosažené praxi, kdy se veškeré testování realizuje jen vizuálním povšechným posouzením habitu a zjevné čerstvosti sazenic, je však tento rozdíl proti zcela exaktnímu postupu jistě přípustný.

Kromě autorů, považujících obsah vody v pletivech jednotlivých orgánů rostlin za hlavní znak jejich vitality, uvedených v našem příspěvku z r. 1984, také ON 48 2211 z r. 1988 se zmiňuje o vnitřních kvalitativních činitelích, jakými jsou fyziologická jakost, svěžest sazenic a stupeň vegetačního klidu. Nepovažuje však dosud existující kontrolní metody za dostatečně přesné a použitelné v praxi.

Testovací měřicí přístroje navržené a zkonstruované O. S e r e d a u byly úspěšně poloprovozně ověřeny na lesním závodě Jihlava a dokázala se jejich použitelnost v terénu. (Publikováno také v časopisu Lesnická práce, 69, 1990, č. 6, str. 258 - 264 s chybně uvedeným výkonem testování 500 - 1000 kusů za směnu nezpracovanou osobou namísto za hodinu.) Pro praktickou aplikaci testovacího způsobu Y se již v menších sériích průmyslově vyrábí měřicí přístroj pod obchodním označením BIOTEST S, který se dodává okalibrovan pro smrk, borovici, buk, dub a jeřáb.

V této souvislosti považujeme za vhodné rozšířit předepsaný tiskopis *Průvodní list sadbového materiálu* evidující pouze vnější jakostní znaky o vnitřní znak - relativní vitalitu vyjádřenou např. v procentech v rámci testu Y . Tím by bylo umožněno diferencované použití sadebního materiálu tak, že méně vitální materiál by měl být vysazen přednostně a na příznivější stanoviště. Citovaná ON počítá s ustanovením ČSN 01 0255 o statistické přejímce; proto není nutné proměřovat všechny sazenice, ale pouze statisticky významný vzorek.

V současném hospodářském systému by mělo také dojít k cenovému rozlišení plně vitálních sazenic proti méně valentním a k případnému vyloučení zcela nedostatečných. Obdobně by měly postupovat ovocné školky, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám, protože existence objektivní metody povede k šetrnějšímu vyzvedávání a ošetřování i uskladnění sadebního materiálu před vý-

sadbou. V příštím článku uvažujeme o rozšíření tématu na sazenice ovocných dřevin.

Literatura

- MACHARÁČEK, M. - SEREDA, O.: Některé možnosti objektivní kontroly vitality semenáčků a sazenic jehličnatých dřevin. Lesnictví, 30, 1984, č. 1 : 5-32.
 SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M.: Některé poznatky z objektivní kontroly vitality sazenic jehličnatých dřevin. Lesnictví, 36, 1990a, č. 4 : 259-281.
 SEREDA, O.: Testování vitality sazenic lesních dřevin elektronickými způsoby. Elektronické měřicí přístroje pro lesní hospodářství. Praha, Dům techniky ČSVTS 1990b : 37-53.
 SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M.: Některé poznatky z objektivní kontroly vitality sazenic jehličnatých dřevin. Lesn. Práce, 69, 1990c : 258-264.
 Oborová norma ON 48 2211: Semenačky a sazenice lesních dřevin. Praha, Vydavatelství UNM 1988.
 Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Praha, MLVHDP ČR 1988.

Došlo 10. 1. 1991

SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno; Training Forest Enterprise of The University of Agriculture at Brno, Bilovice nad Svitavou): *Objective checks of the relative vitality of broadleaved plants*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (5) : 169-174.

On the basis of experience of an objective nondestructive testing of the vitality of bare-root plants of conifers by means of electronic methods, a similar procedure is presented for a sorting of broadleaved planting stock. The plants of oak, beech, European mountain ash, elder and of 19 willow species were evaluated by Y test (electric conductivity of tissues in mS) and by I test (the rate of high-frequency circuit detuning in μA). Tabs. I - III show the values of electric tests of oak, beech and European mountain ash, and also the data on stem diameters and loss percentage. Tabs. IV and VI illustrate practically applicable tests for checks and sorting into groups according to the site requirements of a locality to be afforested. Probable effectiveness of planting when all the tested plants sorted according to their relative vitality are used and set on adequate sites is influenced by a decrease in losses to about 23 % while the rules of proper treatment in the course of plant handling are observed. Recommended values of the tests for particular species were determined according to the results of planting experiments evaluating the losses in the course of eight stages in the period of May - June. Applying the present experience of forest species testing, an empirical relation was to be determined to calculate vitality tests for other species through parameter determination from the average and maximum values of good-quality planting stock without any need of experimental planting.

afforestation; broadleaved plants; relative vitality; survival rate; losses

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Oleg S e r e d a, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

PŘÍČINY ODUMÍRÁNÍ VYSPĚLÝCH BUKŮ NA TĚŽKÝCH PŮDÁCH PO NÁHLÉM PŘOŘEZENÍ POROSTU

J. Čermák¹, R. Matyssek², J. Kučera¹

¹Ústav ekologie lesa VŠZ, 664 00 Brno-Soběšice

²Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, CH-8903 Birmensdorf, Switzerland

U vzrostlého, kvalitního smíšeného porostu, rostoucího na těžké půdě ve vrchovině oblasti v blízkosti Curychu ve Švýcarsku po silném prosvětlení v důsledku větrných polomů a následujících probírek, byla pozorována postupná rychlá defoliace (až o 90 %) a odumírání buku. Krátkodobá expediční měření transpiračního proudu (Q_w) na úrovni celistvých stromů ukázala, že odumírající buky transpirovaly mnohem (pětkrát až 50krát) méně než zbylé zdravé buky v porostu. Zdravé buky reagovaly jen velmi málo na silné umělé zavlažení, zatímco odumírající buky téměř okamžitě (během několika minut) a silně (Q_w se zvýšil dvakrát až pětkrát). Tím byla prokázána pracovní hypotéza formulovaná na základě zkušeností a praktického pozorování v místě, že důvodem odumírání buku je lokální přísušek v nejbližším okolí stromu. Rozsah odezvy umožnil kvantifikovat vliv limitující půdní vlhkosti a vliv následných změn ve vodivém systému jako složek stresu. Po náhlém odclonění způsobil přísušek odumírání takových buků, které původně rostly v hustších částech porostu a měly nepravidelné širší koruny a méně rozsáhlý kořenový systém. Buky rostoucí v původně řídkých částech porostu, které měly pravidelné, užší a delší koruny a rozsáhlý kořenový systém, zůstaly nepoškozeny. Na základě výsledků ekofyziologických měření lze doporučit, aby se při pěstování buku na těžkých půdách z důvodu možnosti dlouhodobé adaptace stromu na mechanickou námahu (vítr) a vyšší transpiraci udržovalo řídké zapojení porostu.

Fagus sylvatica; těžká půda; stres suchem; odumírání stromů; transpirační proud; zavlažování

Náhlé odumírání stromů a celých lesních porostů patří k nejzávažnějším lesnickým problémům u nás právě tak jako u ostatních evropských zemích, ale může být způsobeno různými příčinami. V severních Čechách v pásnu Krušných hor např. porosty odumírají pod vlivem mimořádně silného regionálního znečištění ovzduší na rozsáhlých plochách. Pokud se týká různých druhů nebo jedinců téhož druhu, až na zvláštní výjimky k tomu dochází jen s malou individuální variabilitou, což svědčí o neselektivně působícím nepříznivém vlivu prostředí. V jiných případech bylo pozorováno náhlé odumírání jen některých druhů nebo jedinců dřevin v porostech. V takovýchto případech nemusí být vždy jasné, zda se jednoznačně uplatňuje nějaký regionální faktor či zda jde o určité výběrové se vyskytující onemocnění nebo projevy větší geneticky podmíněné rezistence stromů v porostu. Na tento problém narazili lesníci i v zemi proslulé lesnickou tradicí a většinou výborné rostoucími lesními porosty - ve Švýcarsku. Ve vrchovině oblasti západně od Curychu došlo v některých starších smíšených porostech k náhlému a navíc selektivnímu odumírání buku. To se stalo předmětem zájmu Federálního výzkumného ústavu lesnictví, sněhových poměrů

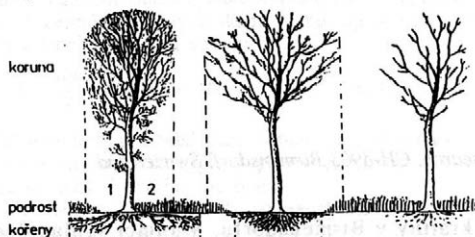
a krajiny v Birmensdorfu. V rámci spolupráce mezi tímto ústavem a Ústavem ekologie lesa lesnické fakulty VŠZ v Brně se proto v r. 1990 uskutečnila expedice, jejímž cílem bylo tuto otázku na příkladě charakteristického porostu osvětlit s použitím ekofyziologických metod pracujících na úrovni celistvých stromů.

POPIS LOKALITY

Zkoumaný lesní porost Hegiwald se nalézá v nadmořské výšce 585 m (v zeměpisné poloze 8° 46' 47,4" v.d. a 47° 29' 47,8" s.š.) na hřebenové plošině vrchoviny 20 km východně od města Winterthur u Curychu. Geologické podloží tvoří Nagelfluh-Mergel z období sladkovodního Molasse, miocénu. Fytcenologicky jde o *Galio-odorati-Fagetum typicum*, varianta *Primula* a *Pulmonaria*. V roce studia 1990 převážně skupinově smíšený porost vzniklý kombinací přirozeného zmlazení a zčásti umělé výsadby tvořil buk (*Fagus sylvatica* L.) ze 25,9 %, smrk [*Picea abies* (L.) Karst.] ze 12,6 %, jedle (*Abies alba* L.) ze 15,5 %, borovice (*Pinus sylvestris* L.) ze 45,2 % a vtroušený jasan (*Fraxinus excelsior* L.) ze 0,8 %. Věk porostu byl 115 let, obmýtní doba 150 - 160 let. Vlastní studie probíhala v části porostu (asi 0,5 ha), kde měl buk převahu. Buky (ekotypu Schweizer Mittelland) tvořící porostní zápoj dosahovaly horní výšky 33,5 m, průměrné výčetní tloušťky 39,5 cm a objemu středního kmene 1,94 m³. Šlo o porost první bonity (o výšce 18,5 m ve věku 50 let). Půdní vegetace byla zastoupena především ostružníkem (*Rubus caesius* L., *R. fruticosus* L.), který lokálně hustě pokrýval půdní povrch, dále svízelem (*Galium odoratum* L.), prvosenkou (*Primula* ssp.) a plínicíkem (*Pulmonaria officinalis* L.) s lokálními nárosty uvených dřevin. Půdní typ je uváděn jako hnědozem s vysokým podílem jílu.

Původně (při kontrole před r. 1981) byly buky zdravé, porost měl hustý korunový zápoj (zakmenění 94 %). Tento zápoj však narušila zimní vichřice v r. 1981/82 a v následující zimě 1982/83 intenzivní probírka, při které bylo odstraněno 50 % počtu stromů dřívě vichřicí mechanicky poškozených. Některé části porostu však zůstaly v obou případech nedotčeny. Těžké těžební stroje zanechaly místy hluboké, po sedmi letech ještě viditelné rýhy v půdě. V r. 1990 byl zdravotní stav buků v porostu neutěšený. Vyskytovala se v něm všechna přechodná stadia poškození buku mezi viditelně nepoškozenými (plně olistěnými) a odumírajícími (v různém stupni odlisťování až zcela odumřelými) jedinci. Kmeny buků poškozeny nebyly. Ostatní druhy dřevin rostoucí ve stejném porostu žádné viditelné příznaky poškození nevykazovaly (obr. 1).

Nepoškozené vzrostlé buky rostly vždy ve volnějších zápoji a měly buď dlouhé, hustě olistěné a až k zemi sahající koruny (což ukazovalo na dobré světelné

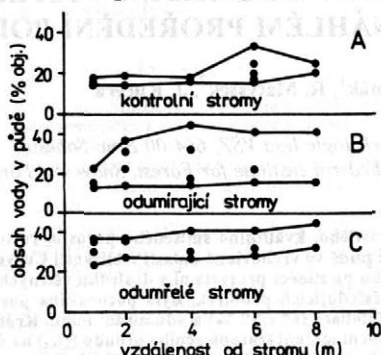


1. Schéma korun a kořenového systému zdravých a poškozených buků v porostu Hegiwald. Čárkované svislice vymezují okraje korun a kořenového systému. U zdravých buků s osvětlenouází kmene dorůstá vegetační kryt až ke kmenům (1), u podobných buků se silně zastíněnouází kmene se vegetační kryt nevyskytoval (2). Kolem kmenů odumírajících buků byly poměrně ostře ohraničené kruhy holé půdy bez vegetačního krytu o poloměru 2,3 až 2,5 m. U odumřelých stromů dosahoval vegetační kryt vždy až ke kmenům – A diagramme of the crowns and root systems of healthy and damaged beeches in the Hegiwald stand. Broken verticals represent the margins of crowns and root systems. In healthy beeches with opened trunk bases the vegetation cover grew to the trunks (1), in similar beeches with strongly shaded trunk bases there was no vegetation cover (2). There were relatively sharply marked circles of open ground without vegetation cover around the trunks of declining beeches, their radius 2.3 to 2.5 m. In declined trees the vegetation cover grew to the trunks

podmínky od počátku jejich vývoje), nebo měly kratší koruny (asi do poloviny výšky stromu), ale v takových případech stíněné od jihu a západu sousedními stromy. V obou případech koruny tvořily relativně krátké, pravidelně kolem kmene rozložené větve a měly poměrně malou půdorysnou plochu. Pokud byl okolní porost dostatečně prosvětlen, dosahoval vegetační podrost (většinou 0,1 – 1 m vysoké nárosty dřevin) téměř až ke kmenům zdravých buků; silně zastíněná půda pod hustými korunami byla bez vegetace.

Většina buků v rozvolněných částech porostu měla spoře olistěné koruny (jednak díky nižší hustotě listů, jednak v důsledku redukované velikosti listů) zvláště na silně osvětlených koncích výhonů v horní části koruny. Zatímco v časném létě byly listy stejnoměrně zelené, uprostřed léta docházelo poměrně rychle k jejich zabarvování (žlutohnědé okraje) a k následujícímu vadnutí, někdy až k předčasnému opadu vyschlých zhnědlých listů. Koruny těchto stromů byly ve všech případech kratší a s výjimkou ojedinělých vláků omezené na horní třetinu výšky stromu; měly však značně dlouhé, nepravidelně rozložené větve, takže zaujímaly relativně velkou půdorysnou plochu. Nehledě na dobré světelné podmínky v blízkosti kmenů těchto stromů byla v okruhu o poloměru 2 – 3 m silně potlačena nebo zcela chyběla povrchová vegetace (kolem stromu byla holá půda, krytá pouze opadem).

Kořenový systém buků patrný na talířích větrem vyvrácených stromů v původně hustších částech daného porostu vykazoval zvýšenou koncentraci kořenů ve svrchní vrstvě (do 20 – 30 cm) půdního profilu (zde byla půda v talířích pevně fixována sítí tenkých kořenů). Jen jednotlivé větve silných kořenů pronikaly do větší hloubky než 1 m, resp. rozprostíraly se do širšího okolí vyvrácených buků. Jak bylo zjištěno při výkopech, pod korunami zdravých buků byla půda v uvedeném povrchové



2. Relativní obsah vody v půdě (v obj. %) v hloubce 10 – 20 cm na transektech v různých vzdálenostech od kmenů (a) zdravých, (b) odumírajících a (c) odumřelých buků. Úsečky spojují místa na transektu s nejvyšší a nejnižší vlhkostí – Relative contents of moisture in soil (vol. %) at a depth of 10 – 20 cm in the transects at various distances from the trunks of (a) healthy, (b) declining and (c) declined beeches. The bars join transect sites with the highest and lowest moisture contents

vrstvě málo prokořeněna, tenké kořínky se zde v kontrolně kopaných sondách téměř nevyskytovaly. Naproti tomu poškozené buky vytvořily hustou síť tenkých kořínků v nejsvrchnější vrstvě půdy i přímo na půdním povrchu bezprostředně pod vrstvou opadu.

Půdní vlhkost byla na jaře r. 1990 (březen – duben) dostatečná, hladina podzemní vody dosahovala až 20 cm pod povrch půdy. V létě (červenec) však již horních 50 cm půdního profilu vykazovalo vláhový deficit. V období měření (srpen) bylo sucho ještě výraznější, objemový podíl vody v půdě v hloubce 10 – 20 cm v bližším i vzdálenějším okolí nepoškozených buků s dlouhými korunami činil necelých 20 % (obr. 2a). Podobně nízká vlhkost byla i v okolí poškozených buků (obr. 2b). Vyšší vlhkost půdy (kolem 30 objemových %) se vyskytovala v místech, kde nebyly žádné vzrostlé stromy v důsledku prořezání porostu a kde byl půdní povrch kryt hustou vegetací (zejména *Rubus* ssp. a nárosty dřevin); podobně vyšší hodnoty vykazovala vlhkost půdy v blízkosti odumřelých buků (obr. 2c). Ve větších hloubkách půdního profilu, kde byla půda hutnější, byla vlhkost vždy vyšší než u povrchu. Rozdíl ve vlhkosti různých hloubek půdy byl pod stromy vždy vyšší než pod bylinnou vegetací zvláště u nepoškozených buků (tab. I).

PRACOVNÍ HYPOTÉZY ODUMÍRÁNÍ BUKU

Na základě popisu stanoviště a porostu včetně jeho historie byly formulovány hypotézy nejpravděpodobnějších primárních příčin pozorovaného poškození buků. Principiálně můžeme uvažovat o poškození dvěma cestami: prostřednictvím listové nebo kořenového systému.

Podle hypotézy 1 by byl bezprostředně poškozen listový aparát např. působením hmyzu nebo imisí. V takovém případě by byl souběžně se snižujícím se příjmem asimilovaného uhlíku redukován kořenový systém silněji než výhon (Mooney, Winer, 1988). Tím by byla snížena absorpční schopnost stromů z hlediska příjmu vody a živin a následkem toho kompetiční schopnost, což by mělo za následek rozvoj bylinné vegetace v blízkosti kmene. Taková posloupnost účinků však

Charakter místa odběru vzorku ¹	Hloubka odběru ² (cm)	Hustota suché půdy ³ (g·cm ⁻³)	Obsah vody ⁴ (obj. %)
Pod bylinnou vegetací a rozvolněným zápojem lesního porostu ⁵	5 - 15	1,11	34,9
	30 - 40	1,52	36,0
	60 - 70	1,44	42,4
Ve vzdálenosti 1 - 2 m od nepoškozeného buku č. 3 ⁶	10 - 20	1,33	15,4
	30 - 40	1,48	19,0
	70 - 80	1,47	28,4
Ve vzdálenosti 1 - 2 m od poškozeného buku č. 4 ⁷	5 - 15	1,19	16,4
	30 - 40	1,43	20,7
	60 - 70	1,52	26,4

¹characteristics of sampling site, ²sampling depth, ³dry soil density, ⁴moisture content, ⁵under herbaceous cover and opened canopy of forest stand, ⁶at a distance of 1 - 2 m from undamaged beech no. 3, ⁷at a distance of 1 - 2 m from damaged beech no. 4

neodpovídá pozorovanému výskytu obnažených ploch půdy kolem poškozených buků.

Podle hypotézy 2 by byly přímo poškozeny kořeny např. v případě, jestliže by v důsledku vydatného stoku vody po kůře při výskytu srážek bohatých na průmyslové depozity došlo k zakyselení půdy a ke hromadění škodlivin v blízkosti kmenů buků. Poškození kořenů tímto způsobem a vznik vegetací nezaroštěných ploch je známý (Fluckinger et al., 1984). Této možnosti však částečně odporuje hustá půdní vegetace v okolí kmenů již odumřelých buků, kde by koncentrace škodlivin měla být podle účinku nejvyšší. Možné působení imisí ne vysvětluje velkou individuální variabilitu poškození a výskyt nejmenšího poškození u trvale nejvíce exponovaných stromů. Rovněž ne vysvětluje, proč byl poškozen právě buk a nikoli k imisím citlivější jehličnany.

Podle hypotézy 3 by listoví bylo zpočátku intaktní, takže neomezený příjem uhlíku by podporoval růst celých stromů. Ovšem bohatý růst je spojen s vysokou spotřebou vody a živin. Zvláště požadavky na vodu by byly dodatečně podstatně zvýšeny potom, co by se stromy původně rostoucí v hustém zápoji náhle ocitly v podmínkách zvýšené insolace a proudění vzduchu. Celkově zvýšená spotřeba vody a tedy i „vynucen“ zvýšená kompetice o vodu na povrchu půdy by zatlačila bylinnou vegetaci. Tato hypotéza neodporuje příznakům pozorovaným v porostu, mohla by však být přijata jen na základě testování skutečné reakce stromu na možné odstranění příčiny v daném případě (stresu suchem), tedy odezvy na zavlažení. Pokud by strom na zavlažení nereagoval, mohla by být hypotéza 3 vyloučena. V případě pozitivní reakce by bylo možné považovat suchu za primární příčinu poškození; další možné příčiny by byly druhořadého významu. Pokusná část práce byla zaměřena právě na toto testování.

MATERIÁL A METODY

Ve sledovaném porostu byly vybrány čtyři vzrostlé buky podobných rozměrů (tab. II). Dva nepoškozené vzorky měly dobře (č. 1 - koruna do poloviny kmene) až velmi dobře (č. 2 - koruna do dvou třetin kmene) vyvinuté pravidelné, poměrně úzké, avšak husté koruny s velkými, v srpnu ještě zelenými listy, částečně stíněné z jihu a západu sousedními stromy. Na exponovaných koncích korun těchto stromů se však v této době již projevovala částečná ztráta listů (u č. 1) nebo odchylky jejich

zbarvení (u č. 2). Oba stromy rostly na rovině. Kmen buku č. 1 byl ze všech stran obklopen hustým, asi 1 m vysokým nárostem jedle, jehož výška byla v okruhu 2 - 3 m kolem kmene mírně redukována; vně tohoto poloměru v jižním směru byla půda většinou zhutnělá a bez vegetace (přibližovací linie). Podobně byl nárostem obklopen buk č. 2, ale řidčeji; na jeho jižní i severní straně byly výraznější patrně poněkud zhutnělé zbytky přibližovací linie.

Dva poškozené vzorky (č. 3 a č. 4) byly nápadně silně proředenými korunami (redukovanou listovou plochou). Nižší ležící části korun vykazovaly intaktně vyhlížející listy normální velikosti, ale v převažující části

II. Dendrometrické charakteristiky vzorků buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) pro měření transpirace v porostu Hegiwald (srpen 1990) – Dendrometric characteristics of an European beech (*Fagus sylvatica* L.) sample trees for transpiration measurements in the Hegiwald forest stand (August 1990)

Vzorníky ¹		Kontrolní ¹³		Poškozené ¹⁴	
Číslo ²		1	2	3	4
Výčetní tloušťka ³	(cm)	54	48	44	51
Výčetní základna ⁴	(cm ²)	2290	1810	1520	2043
Výška stromu ⁵	(m)	35	36	37	33
Objem hrubě ⁶	(m ³)	4,22	3,40	2,91	3,54
Korunová projekce ⁷	(m ²)	22	13	36	42
Ztráta listů (odhad) ⁸	(%)	<10*	<10*	80	90
Plocha kolem kmene ⁹					
holá ¹⁰	(m ²)	0	7**	18	13
zavlažovaná ¹¹	(m ²)	19	(10)***	18	13
Závlahová dávka ¹²	(litrů)	3000	2000	3500	3500
	(mm)	158	200	194	269

¹sample trees, ²number, ³breast-height diameter, ⁴basal area, ⁵tree height, ⁶volume of large wood, ⁷crown projection, ⁸foliage loss (estimate), ⁹area around the trunk, ¹⁰open, ¹¹irrigated, ¹²irrigation rate, ¹³control, ¹⁴damaged

* Označeno částečné snížení listové plochy koncem léta – Partial reduction in leaf area at the end of summer

** Z důvodů zhutnění půdy na sousedící přibližovací lince – Due to soil compaction on an adjacent skidding track

*** Zavlažována jen severní polovina plochy kolem kmene – Only the northern part of the area around the trunk irrigated

korun byly listy malé, na okrajích částečně zaslé; u vzorníku č. 4 jich již v daném roce vyrašilo méně. Na kmeni rostly jen jednotlivé drobné a spoje olisté větve, u č. 4 téměř holé. Oba stromy měly rozložené nepravidelné koruny se silnými větvemi, které nebyly zastíněny žádnými hustšími sousedními stromy. Strom č. 3 roste na rovině, strom č. 4 na okraji krátkého mírného (5 - 10 %) severního svahu. Kolem kmenů těchto stromů byla suchá, holá (nezhutnělá) půda do vzdálenosti 2 - 3 m.

Transpirační proud (průtok vody v xylemu kmene Q_{wt}) pokusných stromů byl po dobu 20 dnů měřen metodou tepelné bilance kmene s vnitřním (přímým elektrickým) ohřevem rostlinných pletiv (Čermák et al., 1973, 1982; Kučera et al., 1977) a kompenzačním systémem měření teplot (Čermák, Kučera, 1981). K měření byl použit čtyřkanalový přístroj P-4/78 (Ústav ekologie lesa, Brno) s konstantním výkonem. Na každém stromu byla umístěna vždy dvě měřiče z protilehlých stran kmene (sever/jih) ve výšce 3,7 m nad zemí. Kmen byl v pásmu měřičů dobře tepelně izolován a až k zemi doplňkově radiačně odstíněn hliníkovou fólií.

Ve vybraných dnech za slunného a suchého počasí s vysokými evaporačními požadavky byly pokusné stromy postupně zavlažovány. Každá zavlažovací dávka, představující 500 l čisté studniční vody (což vzhledem k velikosti zavlažované plochy kolem stromu odpovídalo 50 mm), byla aplikována postřikem během dvaceti minut na půlkruhovou plochu okolo kmenů nejdříve z jedné a pak z druhé strany. Pro zamezení povrchového odtoku byla půda na povrchu lehce zdrsňena. Průnik vody do hlubších vrstev na severní straně buku č. 2 byl usnadněn vyvrtáním 20 otvorů o průměru 10 cm do hloubky 0,5 m. Teplota zavlažovací vody odebrané z krytého rezervoáru na úpatí kopce, na kterém byl pokusný porost, činila 20 °C, teplota půdy v hloubce 5 cm 18 °C. Před zavlažováním a po něm byl gravimetricky kontrolován obsah vody v půdě.

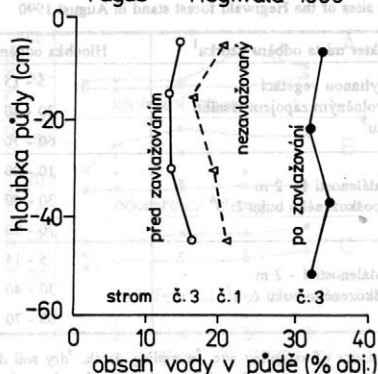
VÝSLEDKY A DISKUSE

Působení závlahy na půdní vlhkost

Obsah vody v celém půdním profilu byl u poškozeného buku č. 3 před zavlažením asi o 4 % nižší než u kontrolního buku č. 1 (16 % proti 20 %). To v dané jílovité půdě představuje značný rozdíl ve fyziologické dostupnosti půdní vody (Scheffer, Schachtschabel, 1976) (obr. 3). Je zřejmé, že déleodobý pokles obsahu vody v půdě pod 20 % obj. vede u buku k nepříznivým ireverzibilním růstovým změnám na daném typu půd.

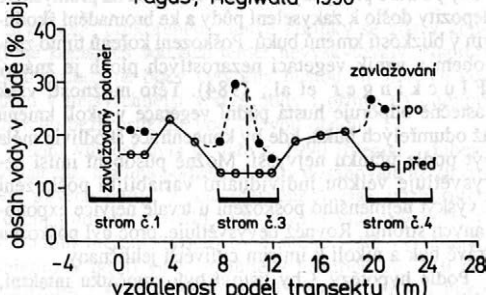
Uvažujeme-li u buku č. 3 původní hloubku nejvíce prokoreněné části půdy 30 cm a její projekční plochu 18 m² (tab. II), vychází objem příslušné půdy asi 5,4 m³ a zásoba vody v ní kolem 860 l. Zavlažení dávkou 3500 l provlhlilo relativně vyschlý půdní profil na více než dvojnásobek původní vlhkosti (přes 32 % - obr. 3); přitom v původně rovnoměrně proschlé půdě tato vlhkost zasáhla do hloubky nejméně 50 cm. Zásoba vody v objemu půdy do skutečně provlžené hloubky (celkový objem 9 m³) tak dosáhla nejméně 2880 l tím, že část závlahové vody (max. 620 l, tj. 17 %) odtékala vrstvou půdy v hloubce 10 - 20 cm po mírném (5 - 10 %) svahu mimo zavlažovanou plochu. Po zavlažení se stala půda v okolí poškozeného stromu podstatně vlhčí než půda

Fagus Hegiwald 1990



3. Relativní obsah vody (v obj. %) v různých hloubkách půdního profilu ve vzdálenosti 1 m od kmene zdravého buku (č. 1) před závlahou a odumírajícího buku (č. 3) před závlahou a po ní - Relative moisture contents (vol. %) at various depths of the soil profile at a distance of 1 m from the trunk of a healthy beech (no. 1) before irrigation and of a declining beech (no. 3) before and after irrigation

Fagus, Hegiwald 1990



4. Relativní obsah vody v půdě (v obj. %) v hloubce 10 - 20 cm na transektu spojujícího kmene vzorníků buku č. 1 (zdravého), č. 3 a č. 4 (odumírajícího) před zavlažováním a po něm. U vzorníku č. 4 a na jedné straně vzorníku č. 3 byla již aplikována dávka 200 mm, na druhé straně vzorníku č. 3 a č. 1 jde o hodnoty po dávce 100 mm - Relative moisture contents in soil (vol. %) at a depth of 10 - 20 cm in a transect fitting the trunks of sample trees of beech no. 1 (healthy tree), no. 3 and no. 4 (declining tree) before and after irrigation. The rate of 200 mm has already been applied to sample tree no. 4 and to sample tree no. 3 on the one side, the rates of 100 mm have been applied to sample tree no. 3 on the other side and to sample tree no. 1

pod hustou vegetací v prosvětlených částech porostu, kde nerostly stromy (obr. 4). Zásoba vody v nejvíce prokoreněné části půdy stoupla na 1730 l; přitom u většiny množství šlo o vodu snadno přístupnou.

Základní charakteristiky transpiračního proudu

Transpirační proud (Q_{wt}) se u buku začal v srpnových dnech projevovat po šesté hodině ranní (tj. asi hodinu po astronomickém východu slunce). Nejvyšší denní hodnoty dosahoval mezi 14. až 16. hodinou odpolední a obvykle klesal k neměřitelně nízkým hodnotám po 20. hodině. Někdy však přetrvával nízkou intenzitou do pozdních nočních hodin.

Maximální hodnoty transpirace (transpiračního proudu) naměřené u zdravého vzrostlého buku za nelimitujících vlhkostních podmínek (po zavlažení) uvádí tab. III. Transpirace u obou kontrolních vzorníků byla podobná,

III. Maximální hodnoty transpirace (transpiračního proudu Q_w) zjištěné za nelimitujících půdních vlhkostních podmínek (po zavlažení) u zdravého vzrostlého buku ($d_{1,3} = 50$ cm, dominantního jedince porostu) za pěkného, téměř bezoblačného počasí charakterizovaného v daném místě a době (srpen) hodnotou potenciální evaporace $E_p = 3,5$ mm.den⁻¹ a vyjádřené v přepočtu na různé rozměry (u listové plochy jde o hrubý odhad za předpokladu, že LAI = 5) – Maximum transpiration values (of sap flow rate Q_w) determined under nonlimiting moisture conditions of soil (after irrigation) in a healthy large beech ($d_{1,3} = 50$ cm, dominant tree in the stand) in nice, almost cloudless weather characterized at the given site and on the given date (August) by the value of potential evapotranspiration $E_p = 3.5$ mm/day, and recalculated per various dimensions (a rough estimate is presented for leaf area on condition that LAI = 5)

Hodnoty ¹ Q_w		V přepočtu na jednotku: ²			
		výčetní základ ³ (...m ²)	objemu hrubý ⁴ (...m ³)	projekce koruny ⁵ (...m ²)	listové plochy ⁶ (...m ²)
Okamžitě ⁷	(kg.h ⁻¹)	96,5	5,4	86,1	0,170
	(g.s ⁻¹)	26,8	1,5	0,24	0,048
	(mmol.s ⁻¹)	1490	83	13	0,27
Denní úhrny ⁸	(kg.d ⁻¹)	787	43,9	7,0	1,4
	(mol.d ⁻¹)	43700	2440	390	78

¹ values, ² calculated per unit of, ³ basal area, ⁴ large timber volume, ⁵ crown projection, ⁶ leaf area, ⁷ instantaneous, ⁸ daily sums

u č. 2 poněkud nižší patrně následkem nižší vlhkosti půdy na větší ploše způsobené ztuhnutím půdního povrchu na těsné sousedici přibližovací lince. Podstatně nižší transpirace (Q_w) byla však patrná u obou poškozených vzorků. V porovnání s kontrolním č. 1 (u něho naměřené hodnoty po závlaze se uvažovaly za potenciální, tj. $Q_w = 100$ %) dosahoval denní úhrn transpirace před závlahou u méně poškozeného vzorku č. 3 jen asi 20 % a u silně poškozeného vzorku č. 4 pouhých 2 %, byl tedy pětikrát až šlokrát nižší, než jaký by odpovídal stejné velikosti zdravému stromu (tab. IV). Ve srovnání s našimi předchozími zkušenostmi (Čermák et al., 1982, 1984, 1985; Čermák, Kučera, 1987) i údaji jiných autorů (Molčanov, 1960; Lebedev, 1982; Bědeman, 1983, aj.) lze buku v porostu Hegiwald v r. 1990 řadit ke středně velkým konzumentům vody.

Menší krátkodobé změny transpirace v průběhu dne nastávaly vlivem přechodu letních oblaků, ale také vlivem zastínění sousedními stromy, případně vlivem vzájemného zastínění různých částí koruny stejného stromu. Tak když za jasné oblohy přecházely stín husté koruny sousedního, přibližně k jihozápadu rostoucího buku přes korunu kontrolního buku č. 1, klesla transpirace jižní části jeho koruny (tj. Q_w v jižním měřisti) o 16 %, severní části koruny (tj. Q_w v severním měřisti) o 10 %. Když slunce v poledne plně ozařovalo jižní stranu koruny, která však zároveň stínila svou severní stranu, snížila se její transpirace (tedy opět průtok v příslušné orientovaném měřisti) asi o 20 %.

V našich dřívějších pokusech jsme zjistili rozdíly v transpiraci plně osluněných a zastíněných výhonů některých dřevin až 1 : 10 (Čermák et al., 1984). Pokud šlo o transpiraci průměrných listů, reprezentujících celé větší části koruny stromu (např. průměr horní čtvrtiny koruny ve srovnání s průměrem její spodní části), nalezli jsme rozdíly nižší, asi 1 : 3 (Čermák, Kučera, 1990). U buku byla přirozeným zastíněním

IV. Charakteristické hodnoty transpirace (transpiračního proudu Q_w) u vyspělých buků lesních (*Fagus sylvatica* L.) v porostu Hegiwald před zavlažením a po něm v srpnu 1990. Transpirace kontrolního vzorku č. 1 po zavlažení byla uvažována jako potenciální a je uvedena jako vztáhná hodnota pro srovnání s ostatními vzorky. Veškerá data jsou přepočtena na vzorek průměrné tloušťky ($d_{1,3} = 50$ cm) za pěkného počasí (v daném místě a čase reprezentovaného hodnotou potenciální evaporace $E_p = 3,5$ mm.den⁻¹) – Typical values of transpiration (sap flow rate Q_w) in large beeches (*Fagus sylvatica* L.) in the Hegiwald forest stand before and after irrigation in August 1990. The transpiration of control sample tree no. 1 after irrigation was taken as potential and is presented as a reference value for a comparison with the other sample trees. All the data are recalculated per sample tree of mean diameter ($d_{1,3} = 50$ cm) in nice weather (at the given site and on the given date represented by the value of potential evaporation $E_p = 3.5$ mm/day)

Veličina ¹	Vlhkostní podmínky ²	Vzorky ³			
		kontrolní ⁴		poškozené ⁵	
Maximální okamžitý Q_w ⁶ (kg.h ⁻¹)	před zavlažením	13,9	7,0	3,3	0,5
	po zavlažení	18,9	13,3	7,6	2,4
Poměr:	po zavlažení : před zavlažením	1,4	1,9	2,3	5,0
Denní úhrn Q_w ⁷ (kg.den ⁻¹)	před zavlažením	148	61	30	3,6
	po zavlažení	154	118	65	20
Poměr:	po zavlažení : před zavlažením	1,05	1,9	2,2	5,0
Poměr denních úhrnů Q_w ⁸ (%)	před zavlažením	96	40	19	2,3
	po zavlažení	100	77	42	13

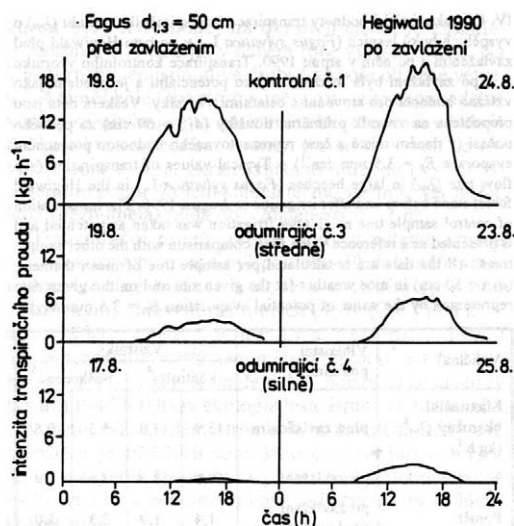
¹ variable, ² moisture conditions, ³ sample trees, ⁴ control, ⁵ damage, ⁶ maximum instantaneous, ⁷ daily sum Q_w (kg/day), ⁸ ratio of daily sums Q_w , ⁹ sample: control

po pochopitelně ovlivněna převážně spodní část koruny, jejíž podíl transpirace na celkové transpiraci koruny se nezdá být velký. Avšak, jak ukazují příklady odumírajících buků v daném porostu, i poměrně malé, ale trvalé ovlivnění světelných podmínek koruny, existence nebo neexistence částečného zástínu může být při dlouhodobém působení rozhodující pro přežití stromů.

Reakce stromů na zavlažení

Všechny pokusné buky zareagovaly na zavlažení půdy v okolí kmene zvýšením intenzity transpiračního proudu Q_w . Velikost a rychlost reakce však byla u jednotlivých stromů značně rozdílná. Tak u kontrolního stromu č. 1, zavlažovaného jen na povrch půdy, byla reakce nápadná až následující den. Ale u druhého kontrolního vzorku č. 2, kde byla pro snazší průnik vody k hlouběji se nacházejícím kořenům vyvrtána do země síť penetračních otvorů, se reakce projevila již během několika hodin. Přitom vzorek č. 1 zvýšil svou původní hodnotu Q_w poměrně málo. Nápadnější byla v amplitudě - 40 % (obr. 5), v denním úhrnu dosahovalo zvýšení jen asi 5 %. Zvýšení Q_w u vzorku č. 2 bylo výraznější (u obou ukazatelů o 90 %) (tab. IV).

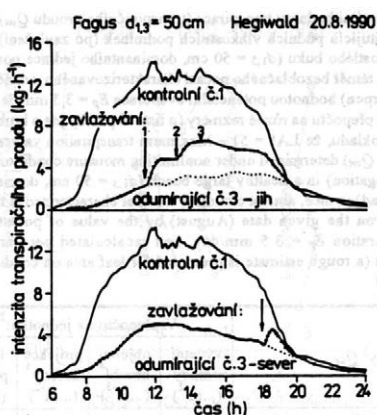
Daleko rychlejší a mnohem větší odezva byla však patrná u obou vzorků poškozených. Tak v měřisti na jižní straně vzorku č. 3 začal transpirační proud stoupat náhle (skokem) za pouhých šest minut poté, kdy první kapky závlahové vody dopadly na povrch pokrokuhu



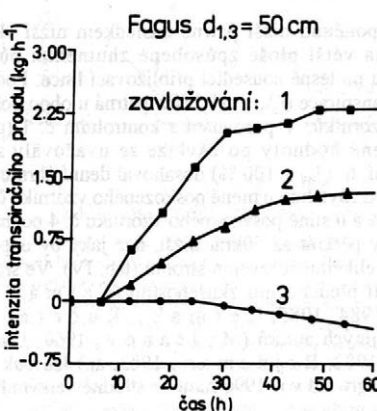
5. Denní průběh transpiračního proudu u buku o $d_{1,3} = 50$ cm měřený ve výšce 3,7 m nad zemí a to u odumírajícího stromu č. 3 během opakovaného zavlažování ve srovnání s průběhem u nezavlažovaného zdravého stromu č. 1. V horní části je znázorněna situace v měřišti na jižní straně kmene, v dolní části na severní straně kmene. Začátky jednotlivých závlah s dávkou 50 mm aplikovanou během 20 minut do polokruhu o poloměru 2,3 m v blízkosti kmene jsou označeny šipkami. Tečkované je naznačen pravděpodobný průběh transpiračního proudu, pokud by strom nebyl zavlažován – A daily course of the sap flow rate in a beech of $d_{1,3} = 50$ cm measured at a height of 3.7 m above the ground in declining tree no. 3 in the course of repeated irrigation, in comparison with the course in unirrigated healthy tree no. 1. The situation at a spot of measurement on the southern side of the trunk is represented in the upper part, the situation on the northern side of the trunk is in the lower part. Arrows mark the beginnings of individual irrigations with a rate of 50 mm applied within 20 minutes to a semi-circle of the radius 2.3 m around the trunk. A probable sap flow rate provided the tree were not irrigated is dotted

půdy na této straně stromu. Po počátečním zrychlení Q_{wt} dosahujícím $4 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-2}$ (tj. $1 \text{ g} \cdot \text{s}^{-2}$) se vzestup postupně (přibližně exponenciálně) zpomaloval a asi po půl až jedné hodině (při zavlažování po dobu 20 minut na 50 mm), kdy se původní intenzita Q_{wt} zdvojnásobila, přestal reagovat. Na opakovanou závlahu asi po další hodině Q_{wt} stromu opět reagoval skokem, avšak amplituda jeho zvýšení byl méně výrazná – předchozí dosažená intenzita Q_{wt} se zvýšila jen o další čtvrtinu. Na aplikaci třetí zavlažovací dávky již jižní Q_{wt} nereagoval vůbec. V době provádění pokusu nebyla patrná žádná reakce Q_{wt} v měřišti na protilehlé (severní) straně stejného stromu. Transpirační proud však zareagoval opět téměř okamžitě, jakmile byl zavlažen polokruh půdy na této straně stromu. Po uvedené závlaze, aplikované až navečer (těsně po 18. hodině), nedošlo k ustálení Q_{wt} na zvýšené hodnotě. Transpirační proud na této straně stejně jako na straně protilehlé s nastupujícím soumrakem klesal podobně jako tomu bylo i u kontrolního stromu (obr. 6, 7).

U silněji poškozeného vzorku č. 4, jehož původní intenzita transpiračního proudu byla na obou stranách stromu velmi slabě patrná, zareagoval Q_{wt} na jižní straně stromu na odpovídající zavlažení skokem podobně jako u předchozího vzorku č. 3. Při podobné velké výsledné amplitudě bylo dosažené zvýšení Q_{wt} v daném případě



6. Detail reakce transpiračního proudu u poškozeného buku č. 3 na trojnásobnou závlahu dne 20. 8. 1990 (obr. 4) s dávkami po 50 mm během 20 minut. Počáteční zrychlení transpiračního proudu během aplikace první dávky činilo 5 % za minutu – A detail view of the sap flow rate response in damaged beech no. 3 to threefold irrigation on 20th August 1990 (Fig. 4) with rates of 50 mm applied within 20 minutes. The initial acceleration of the sap flow rate during an application of the first rate made 5 % per minute



7. Denní průběhy transpiračního proudu u zdravých a poškozených buků o výčetní tloušťce 50 cm před závlahou a po ní dávkou 150 mm za podmínek potenciální transpirace blízkých $3,5 \text{ mm}$ za den – Daily courses of the sap flow rates in healthy and damaged beeches of the breast-height diameter 50 cm before and after irrigation with a rate of 150 mm in the conditions of potential transpiration approaching 3.5 mm per day

relativně podstatně větší než u č. 3, protože začínalo na nižší úrovni Q_{wt} . Na protilehlé straně téhož stromu se ve stejné době opět neukázala žádná reakce. Avšak transpirační proud zde po dobu několika hodin vůbec nezareagoval ani při zavlažení příslušně orientované strany stromu. Určité – ve srovnání s jižní stranou stromu – menší zvýšení Q_{wt} zde bylo pozorovatelné až následující den (obr. 7).

Celkově po ustálení se intenzita transpiračního proudu poškozených vzorků zvýšila asi dvojnásobně až pětinásobně, vyšší relativní zvýšení bylo patrné u více poškozeného stromu. Intenzita Q_{wt} po závlaze u méně poškozeného vzorku č. 3 se zvýšila intenzitě slaběji

transpirujícího kontrolního vzorníku č. 2 před závlahou (tab. IV).

Na denních úhrnech Q_{wt} , resp. na velikosti efektivní projekční plochy koruny, A_{eff}^k , ve srovnání s její skutečnou projekční plochou A_{skt}^k se charakteristicky projevil tvar a hustota korun stromů. Před závlahou i po ní byl poměr A_{eff}^k k A_{skt}^k u obou kontrolních vzorníků vyšší než 100 %, u obou poškozených vzorníků naproti tomu nižší. Závlaha konkrétní hodnoty tohoto poměru zejména u poškozených vzorníků výrazně změnila, uvedený základní obraz však zůstal zachován (tab. V).

Intenzita transpirace u obou poškozených stromů se širšími, ale řidkými korunami byla vždy nižší než intenzita transpirace standardního rovinného porostu, odpovídající hodnotě E_p . Intenzita transpirace obou kontrolních stromů s užšími, ale hustými korunami byla naproti tomu vyšší než by na stejné projekční ploše odpovídalo E_p . V našich předchozích studiích transpirace stromů rostoucích na otevřených prostorách jsme ukázali, jak výrazný efekt má stereometrická konfigurace koruny soliterních, v uvedeném případě i řídce olistěných stromů (vrb) (Čermák et al., 1984). Výsledky získané u buku potvrzují, že při hustém olistění se stereometrická konfigurace korun může významně uplatňovat i u stromů rostoucích v lesním porostu.

V. Efektivní plochy projekce korun A_{eff}^k (tj. relativní transpirace vyjádřená jako poměr denních úhrnů transpirace Q_{wt} a potenciální evaporace E_p : $A_{eff}^k = Q_{wt}/E_p$) u vyspělých buků lesních (*Fagus sylvatica* L.) v porostu Hegiwald před zavlažením a po něm v srpnu 1990. A_{eff}^k je vypočtena z poměru denních úhrnů transpirace Q_{wt} a potenciální evaporace E_p ($A_{eff}^k = Q_{wt}/E_p$) v přepočtu na vzorník průměrné tloušťky ($d_{1,3} = 50$ cm) za podmínek pěkného počasí (v daném místě a době reprezentovaného hodnotou $E_p = 3,5$ mm.den⁻¹) - Effective areas of crown projections A_{eff}^k (i.e. relative transpiration calculated as the ratio of transpiration Q_{wt} daily sums and potential evaporation E_p : $A_{eff}^k = Q_{wt}/E_p$) in large European beeches (*Fagus sylvatica* L.) in the Hegiwald forest stand before and after irrigation in August 1990. A_{eff}^k is calculated from the ratio of transpiration daily sums Q_{wt} and potential evaporation E_p ($A_{eff}^k = Q_{wt}/E_p$) converted per sample tree of mean diameter ($d_{1,3} = 50$ cm) in nice weather (at the given site and on the given date represented by the value $E_p = 3.5$ mm/day)

Velikost ¹	Vlhkostní podmínky ²	Vzorníky ³			
		kontrolní ⁴		poškozené ⁵	
Efektivní plocha projekce koruny ² A_{eff}^k (m ²)	před zavlažením	42,3	17,4	8,6	1,0
	po zavlažení	44,0	33,7	18,6	5,8
Poměr projekčních ploch korun ⁶ A_{eff}^k / A_{skt}^k (%)	před zavlažením	192	134	24	2,3
	po zavlažení	200	259	52	14

For 1 - 5 see Tab. IV, ⁶ effective area of crown projection, ⁷ ratio of crown projection areas

Zhodnocení situace buků v porostu Hegiwald

Lze předpokládat, že buky rostoucí v daném porostu byly svými fyziologickými funkcemi i strukturou dlouhodobě adaptovány původním, podle pozorované situace individuálně poněkud odlišným růstovým podmínkám. Náhlá změna těchto podmínek proto vedla k individuálně různým reakcím.

Stromy rostoucí v původně prosvětlenějších částech porostu měly dostatek světla umožňujícího vytvoření dlouhých, často až k zemi sahajících, poměrně úzkých, ale hustých korun. Tyto stromy byly odolnější vůči větru

a proto je nevyvrátil, ani se na otevřenějších místech porostu neprováděla probírka. Zvýšená interceptce hustých korun vedla ke snížení množství srážek na povrch půdy v blízkosti kmene. Exponovanější poloha stromů musela vést ke zvýšení požadavků na množství transpirované a tedy v půdě dostupné vody. (Bylinná vegetace však byla na těchto místech potlačena především v důsledku zastínění.) Stromy proto musely vytvořit rozsáhlý, do větší hloubky i do široka zasahující kořenový systém. Kořenový systém tak měl k dispozici větší prostor, ale řidčeji prokořenělý, takže ho využil méně intenzivně. U takto adaptovaných stromů nebyl důvod očekávat, že by byly nějak významně ovlivněny prosvětlením porostu. Rovněž nebyl důvod očekávat významnější změny u stromů s dobře vyvinutými a hustými, byť kratšími, korunami v prosvětlených místech porostu (kde vegetace sahala až ke kmenům), pokud zůstaly stěny z jihu a ze západu. Měření zachycené chování transpiračního proudu včetně jeho nevýrazné reakce na zavlažení okolí kmene popsaným strukturálním charakteristikám zdravých stromů v plné míře odpovídá.

Stromy rostoucí v původně stinnějších, hustších částech porostu mohly vytvořit jen kratší koruny. Měly však zřejmou tendenci využívat všech proluk korunového zápoje a prorůstat do nich svými (proto poměrně dlouhými) větvemi. Širší, ale řidší koruny mají nižší interceptci umožňující větší průnik dešťových srážek k půdě. Takové buky mohou lépe využívat výhody své korunové architektury (vzpřímené větve a hladké povrch kůry), vedoucí k mimořádně velkým stokům dešťové vody po kmenech (Larcher, 1976). Za daných podmínek stromům vyhovuje málo rozsáhlý kořenový systém, koncentrovaný do blízkosti kmenů. Po náhlém prořezání porostu a vystavení takových stromů větší insolaci a vlivu větru však muselo dojít ke zvýšení transpirace a k odčerpání většího množství vody z půdy. Odstranění významného počtu stromů z porostu sice muselo vést ke celkovému zlepšení jeho vodní bilance (o podíl snížené transpirace a interceptce), ale zbylé stromy nemohly potenciálně zlepšené vláhové situace porostu jednotlivě využít díky nízké hydraulické vodivosti jílovitých půd i vzhledem k celkové menšímu množství fyziologicky dostupné vody v těchto půdách (Scheffer, Schachtshabel, 1976).

Postupně došlo k intenzivnímu vyčerpání vody na relativně malé ploše v dosahu kořenových systémů kolem kmenů. Následkem zvýšené kompetice o vodu došlo na takových plochách k potlačení bylinné vegetace. Přislušek, vedoucí ke stimulaci dlouhivého růstu kořenů proti jiným orgánům (Linder, Axelsson, 1982; Schulze, Chapin, 1987; Mooney, Winner, 1988), měl za následek vytvoření husté sítě tenkých kořenů u povrchu půdy, které mohly rychleji využívat srážkovou, případně kondenzační vodu. Současně však vedl k omezení listové plochy redukcí počtu nově rašících listů a postupně i k redukcí jejich velikosti. V průběhu sezóny také docházelo ke ztrátám listů i jeho předčasným žloutnutím a opadem. To muselo v následujících letech vést ke snížení celkové produkce. Když nově vytvořené kořeny nestačily zabezpečit potřebnou vodu, postupně odumíraly a nebyly nahrazovány. Tato situace vedla k zániku celých stromů. Když stromy po odumření přestaly odčerpávat půdní vodu, povrchová vegetace znovu osídila plochu kolem kmenů.

Zavlažení umožnilo kvantifikovat současný podíl limitujících faktorů transpirace. Před zavlažením byl

transpirační proud limitován jednak změnami struktury a funkce vodivého systému (kořenů a listů), jednak možnosti okamžitě dodatky vody. Zavlažení tuto limitující dodávku vody jako složku stresu odstranilo, takže výsledné hodnoty transpiračního proudu charakterizovaly změněné vlastnosti stromů (tab. III). Slabá reakce zdravých kontrolních stromů (zejména č. 1 a poněkud vyšší u č. 2) indikovala existenci jen mírného přísušku (č. 2 byl v méně příznivé situaci díky své poloze u poněkud ztuhlé přibližovací linie). Ke změnám vodivého systému u těchto stromů prakticky nedošlo. Naproti tomu reakce na zavlažení u obou poškozených stromů ukazovala na velký podíl vlivu stresu podmíněného okamžitým přísuškem. Podíl, jaký u poškozených stromů představovaly skutečné hodnoty transpiračního proudu proti potenciálním (tj. hodnotám u zdravého stromu na nelimitujících půdních vlhkostních podmínkách - tab. IV), ukazuje, že na dané lokalitě ve sledovaném období u stromů již převládá vliv omezení velikosti vodivého systému, tedy požadavků stromů na vodu. Po opakované závlaze se dodávka vody z půdy přiblížila absorpční kapacitě aktivních kořenů. Odstraněním tohoto podílu stresu zůstávala transpirace pokusných stromů výrazně limitována dlouhodobými důsledky sucha.

Nehledě na omezení vodivého systému poškozených stromů jejich zbývající části zůstávaly dosud funkční. Voda aplikovaná při závlaze na hustou povrchovou síť tenkých kořenů byla okamžitě a rychle přijímána. Zdá se, že „poslední naděje“ na přežití u těchto stromů byla založena na pohotovosti kořenů účinně využívat i nejmenší množství půdní vody v zaujatém omezeném prostoru. To potvrzuje, že primárním důvodem pozorovaného odumírání buku je lokální stres suchem. Funkční zůstala i část vodivého xylemu kmene, tedy spojitě (nepřerušené embolií) vodní sloupce alespoň v některých cévách. Jinak by transpirační proud měřený 3,7 m nad zemí, pohybující se rychlostí jen několik metrů za hodinu (Zimmermann, Brown, 1971; Jones, 1983), nemohl na zavlažení kořenů reagovat během pouhých šesti minut (za tuto dobu mohl urazit nejvýše 60 cm). Pohybovou silou tohoto náhlého zvýšení toku byl vzrůst gradientu vodního potenciálu po náhlém uvolnění tenze (vzestupu vodního potenciálu) v půdě po zavlažení, zatímco silnější tenze (nízký vodní potenciál) v listové koruně zůstal stálý (mohl se změnit v průběhu 20 minut zavlažování a krátce po něm za stabilních meteorologických podmínek jen nevýznamně). Dosycovací složka se na celkovém toku podílela poměrně málo, po zavlažení v pozdních odpoledních hodinách transpirační proud u zavlaženého, suchem poškozeného stromu klesal stejně jako u kontroly (obr. 6). S poškozením stromů stoupala i variabilita vodivých poměrů po obvodu kmene. U silně poškozeného stromu byl Q_{rel} na jedné straně téměř nulový, odpovídající část kořenového systému byla již zřejmě odumřelá.

Doporučení pro lesnickou praxi

Ačkoli je buk dřevinou, která snáší stín, měl by se na těžkých jílovitých půdách pěstovat v řidším zápoji nebo ve směsi s druhy s řidšími korunami, což by umožňovalo dostatečný průnik světla do korun. Koruny i kořenové systémy se tak mohou již od časného mládí adaptovat na vyšší požadavky na vodu na dané fyziologicky suché půdě. Pokud se buky za takových podmínek pěstují v hustém zápoji až do jejich dospělosti, resp. myšlného věku porostu, neměly by se pak porosty náhle prosvětlo-

vat. Stromy nejsou schopné rychle se přizpůsobit náhlým změnám prostředí. Odumřou dříve, než by k přizpůsobení mohlo dojít. Pozdní probírky, ať již úmyslné, nebo vynucené po poškození porostu polomy, tak mají nepříznivý účinek nehledě na skutečnost, že světelný požitek po probírce zbylých jedinců se zvýší a transpirace porostu jako celku patrně poklesne. Rozhodující se v takové situaci ukázalo, jak silnému lokálnímu přísušku jsou zbývající stromy vystaveny. Stromy by bylo možné ihned po probírkách (teoreticky) zachránit dlouhodobým umělým zavlažováním. Zavlažování vzrostlých (předmýtných) porostů se skutečně zkoušelo (Stout, 1959), z hospodářských důvodů je ovšem tato možnost vyloučena. Jediným řešením proto u daného postiženého porostu zůstává vykácení zbylých poškozených buků před jejich odumřením, dokud není (houbami aj.) snížena kvalita jejich dřeva, a postupná urychlená obnova celého porostu.

ZÁVĚR

Vzrostlé buky rostoucí na těžké půdě, nacházející se po dobu několika let pod vlivem chronického stresu suchem, jsou dosud schopny rychle (během několika minut) reagovat na silné zavlažení. Tímto způsobem lze rozlišit nedostatek vody v půdě a nedostatečně fungující, poškozený vodivý systém. Výsledky potvrzují, že vodivý systém buku je relativně odolný a může být z menší části neporušený (tj. vodivé elementy xylemu nemusí být všechny embolizovány v důsledku kavitace a rovněž kořeny jsou schopny absorbovat vodu), dokud strom neztratí téměř všechno (přes 90 %) listoví. Avšak na těžkých půdách s omezenou hydraulickou vodivostí podmiňující lokální přísušek v nejbližším okolí u stromů, které vyvinuly méně rozsáhlý kořenový systém, může ztráta listoví a následující odumírání probíhat rychle.

Z praktického hlediska relativně odolný vodivý systém stromů jim může pomoci přežít, ale za normálních klimatických podmínek v oblasti stromy s nevhodně utvořenou strukturou a ireverzibilními změnami ve vodivém systému (způsobenými přísuškem) neumožní přežívání po delší dobu. Pěstování buku na těžkých, fyziologicky suchých půdách by mělo být zaměřeno na vytváření řidších porostů, které by stromům umožnily dlouhodobě strukturální adaptace (zejména pokud jde o kořenový systém) pro zvýšení jejich mechanické stability, a zároveň by zabezpečily lepší zásobování vodou. Podobného účinku by mohlo být dosaženo kombinací buku s druhy, jejichž koruny propouštějí více světla. Při nedodržení tohoto postupu může dojít k snazšímu prolámaní porostu s následným odumíráním zbylých, původně nepoškozených stromů z důvodů lokálního přísušku, na který nejsou adaptovány, když umělé zavlažování takových porostů je iluzorní.

Krátkodobá, několikatydenní studie pochopitelně nemůže nahradit systematický víceletý ekosystémový výzkum zaměřený na kvantitativní determinaci celého komplexu faktorů, příčinně se uplatňujících v konkrétním případě různých podmíněného odumírání stromů. Přesto ukázala, že i na základě krátkodobých měření se může odpovědět na konkrétní otázky praktického lesnictví. Co nejhlubší porozumění k probíhajícímu životnímu procesu u stromů v lese - ovšem v návaznosti na již existující data lesnické typologie - bude v dohledné době nezbytné jako solidní rozhodovací báze pro řešení problémů trvalé produktivity a stability lesních porostů.

Autoři vyjadřují svůj dík kolegům U. Buhlmannovi, D. Tarjanovi, M. Walscovi a dr. E. Bednářové za pomoc při zpracování půdních vzorků, dr. R. Siegwolfovi za zapůjčení terénní laboratoře a dr. W. Kellerovi za poskytnutí údajů o stanovišti a historii porostu.

Literatura

- BEJDEMAN, I. N.: Handbook of plant water consumption on natural zones of USSR (in Russ.). Novosibirsk, Nauka 1983 : 256.
- ČERMÁK, J. - DEML, M. - PENKA, M.: A new method of sap-flow rate determination in trees. *Biologia Plantarum* (Praha), 15, 1973 : 171-178.
- ČERMÁK, J. - KUČERA, J.: The compensation of natural temperature gradient in the measuring point during the sap flow rate determination in trees. *Biol. Plant.*, 23, 1981 : 469-471.
- ČERMÁK, J. - ULEHLA, J. - KUČERA, J. - PENKA, M.: Sap flow rate and transpiration dynamics in the full-grown oak (*Quercus robur* L.) in floodplain forest exposed to seasonal floods as related to potential evapotranspiration and tree dimensions. *Biol. Plant.*, 24, 1982 : 446-460.
- ČERMÁK, J. - JENÍK, J. - KUČERA, J. - ŽIDEK, V.: Xylem water flow in a crack willow tree (*Salix fragilis* L.) in relation to diurnal changes of environment. *Oecologia*, 64, 1984 : 145-151.
- ČERMÁK, J. - KUČERA, J. - PRAX, A. - ŠTĚPÁNKOVÁ, M.: Transpiration of the Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] unter Feuchtigkeitstress in Gebiet des Tharandter Waldes. In: Proc. Symp. TSCHE, M. - FEILER, S. (eds.): *Ausgewählte Probleme der Geholphysiologie*. Tharandt, Tech. Univ. Dresden 1985 : 77-81.
- ČERMÁK, J. - KUČERA, J.: Transpiration of fully-grown stands of spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] estimated by the tree trunk heat balance method. In: Proc. Forest hydrology and watershed measurements. IAHS Publ. No. 167, Vancouver, Canada, Aug. 1987 : 311-317.
- ČERMÁK, J. - KUČERA, J.: Changes in transpiration of healthy mature trees due to environmental conditions and of those with damaged water conductive system. In: Proc. Cs. MAB Natl. Comm./IUFRO Internat. Workshop, KLIMO, E. - MATERNA, J. (eds.): *Verification of hypotheses and possibilities of recovery of forest ecosystems*. Beskydy Mt., Czechoslovakia, Sept. 4-8, Agric. Univ. Brno, 1989 : 275-286.
- FLUCKIGER, W. - BRAUN, S. - FLUCKIGER-KELLER, H.: Untersuchungen über Waldschaden in der Nordwestschweiz. Schweiz. Z. Forstwes., 135, 1984 : 319-444.
- JONES, H. G.: Plants and microclimate. Cambridge, Cambridge University Press 1983 : 323.
- KUČERA, J. - ČERMÁK, J. - PENKA, M.: Improved thermal method of continual recording the transpiration flow rate dynamics. *Biol. Plant.*, 19, 1977 : 413-420.
- LARCHER, W.: Ökologie der Pflanzen. UTB Ulmer-Verlag, 1976 : 320.
- LEBEDEV, A. V.: Hydrological role of mountainous forests in Siberia (in Russ.). Novosibirsk, Nauka 1982 : 182.
- LINDER, S. - AXELSSON, B.: Changes in carbon uptake and allocation patterns as a result of irrigation and fertilization in a young *Pinus sylvestris* stand. In: WARING, R. H. (ed): *Carbon uptake and allocation in subalpine ecosystems as a key to management*. Corvallis, 1982 : 38-44.
- MOLČANOV, A. A.: Hydrological role of forests (in Russ.). Moskva, Izd. AN-USSR 1960 : 486.

- MOONEY, H. A. - WINNER, W. E.: Carbon gain, allocation and growth as affected by atmospheric pollutants. In: SCHULTE-HOSTEDE, S. - DARRAL, N. M. - BLANK, L. W. - WELLBURN, A. R. (eds.): *Air pollution and plant metabolism*. London & New York, Elsevier 1988 : 272-287.
- SCHAEFFER, F. - SCHACHTSCHABEL, P.: *Lehrbuch der Bodenkunde*. Stuttgart, Enke-Verlag 1976 : 394.
- SCHULZE, E. D. - CHAPIN, F. S.: Plant specialization to environments of different source availability. In: SCHULZE, E. D. - ZWOLFER, H. (eds.): *Ecological studies*, 61, 1987 : 120-148.
- STOUT, B. B.: Supplemental irrigation of 75-year old hardwoods. *Black Rock Forest Papers*, 1959, No. 25.
- ZIMMERMANN, M. H. - BROWN, C. L.: *Trees-structure and function*. Berlin - Heidelberg - N. York, Springer-Verlag 1971 : 336.

Datlo 15. 7. 1992

ČERMÁK, J. - MATYSSEK, R. - KUČERA, J. (Institute of Forest Ecology, Brno; Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf): *A cause of a rapid decline of large beech trees on heavy-textured soils after substantial opening of the canopy*. *Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (5) : 175-183.

A gradual decline with the rapid loss of foliage was observed in a fully grown mixed forest growing on hills near Zurich, Switzerland, after significantly lowering the stand density due to windbreaks and following thinning. Short-term measurements of sap flow rate (Q_{wt}) in whole trees have shown that declining beeches transpired 5 to 50 times less than the healthy ones in the same stand. Healthy beeches responded very little to irrigation, while declining beeches responded almost immediately (within six minutes) and substantially (Q_{wt} increased 2 to 5 times). A hypothesis formulated on the basis of local observations and practical experience was approved in this way explaining the decline of beech trees as a result of local drought. The extent of beech response to irrigation enabled to quantify the magnitude of limiting soil moisture and the influence of irreversible changes in the water - conducting system as components of the stress. Drought caused the decline of those beeches which were originally growing in the more dense part of the canopy, had less regular, broader crowns and less extensive root systems and were suddenly opened. Beeches originally growing in more opened parts of the canopy, which had regular, narrower and longer crowns and extensive root systems remained undamaged. We can recommend on the basis of this study that beech stands growing on heavy - textured soils should be kept at lower density (or in suitable species mixture) in order to allow the trees to adopt in long term to the mechanical strain (wind) and higher transpiration demand.

Fagus sylvatica; heavy-textured soil; drought stress; tree declining; sap flow rate; irrigation

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Jan Č e r m á k, CSc., Ústav ekologie lesa VŠZ, 664 00 Brno-Soběšice

MNOŽENÍ TETRAPLOIDNÍ OSIKY *IN VITRO*

P. Mikeš¹, J. Pospíšil²

¹Zednická 955, 708 00 Ostrava-Poruba

²Vlnitá 17, 627 00 Brno

Tetraploidní osika (*Populus tremula* L.) byla namnožena pomocí explantátových kultur *in vitro* z axilárních pupenů na nodálních segmentech. Na agarovém živném médiu WPM, doplněném 0,2 mg.l⁻¹ BAP a 0,02 mg.l⁻¹ NAA, byl multiplikační poměr 2,9 - 3,4. Získané prýty zakořeňovaly z 57,1 % (ve směsi rašeliny a perlitu 1 : 1) až 96,4 % (na WPM s 0,05 mg.l⁻¹ NAA a 0,05 mg.l⁻¹ IBA). Bylo vypěstováno 33 sazenic a v dalším množení se pokračuje. Vypěstované sazenice budou perspektivně sloužit k produkci pylu pro kontrolované opylení při získávání hybridního osiva.

vegetativní množení; metoda *in vitro*; tetraploidní osika

Množení topolů pomocí explantátových kultur *in vitro* zaznamenalo za uplynulých více než 20 let nebyvalý rozvoj. Tato metoda dnes umožňuje vypěstovat velké množství sazenic, které mají stejný genotyp jako mateřský strom. Metodou *in vitro* je tak možné vegetativně rozmnožovat rychle rostoucí klony pro produkci plantáže i osvědčené stromy pro šlechtitelskou praxi.

Tetraploidní topol osika (*Populus tremula* L.) patří k dřevinám, které se používají jako jeden z rodičů při získávání hybridního osiva z kontrolovaného opylení (Pospíšil, 1965, 1988; Wann et al., 1988). Hybridizací diploidního *Populus tremuloides* Michx. s tetraploidní osikou vznikají triploidní osiky, které výsoce oceňuje dřevozpracující průmysl pro jejich zvýšený růstový výkon, specifickou hmotnost dřeva a délku vláken (Einspahr, 1984).

Protože se tetraploidní osika osvědčila při hybridizaci osik jako rodičovský jedinec (zejména v USA), je žádoucí ji více rozšířit i u nás. Tetraploidní osiky se v našich podmínkách roubují na diploidní podnože. Pro jejich rozmnožení nelze proto použít jeden z obvyklých způsobů - pomocí kořenových řízků. Dřevité a bylinné řízků zakořeňují obtížně nebo vůbec ne. Explantátové kultury však nabízejí cestu, jak vypěstovat dostatečný počet pravokofenných tetraploidních osik pro potřeby šlechtitelské praxe.

První regeneraci osiky *in vitro* popsal Winton (1971) z kalusových pletiv. Použitá osika byla tetraploidní. Chalupa (1974) a Chalupa et al. (1975) dosáhli regenerace rostlin z kalusu u diploidní osiky. Kultivací axilárních a apikálních pupenů diploidní osiky získal rostliny Christie (1978). Chalupa (1979) rozmnožoval osiku pomocí pupenů a vrcholových špiček. Ahuja (1983) dosáhl regenerace z pupenových, stonkových, listových a kořenových explantátů u diploidní osiky, diploidních a triploidních hybridů osiky s *Populus tremuloides*. Chalupa (1981, 1983, 1985, 1987) rozmnožoval diploidní osiku a její hybridy pomocí nodálních segmentů stimulací růstu axilárních pupenů. Wann et al. (1988) vypěstovali tetraploidní osiku z meristému dormantních pupenů.

Cílem naší práce bylo dosáhnout regenerace tetraploidní osiky z axilárních pupenů na nodálních segmentech a vypěstovat tetraploidní sazenice.

MATERIÁL A METODA

Explantáty byly odebrány ze samčího jedince tetraploidní osiky, která byla v roce 1958 naroubována roubem pocházejícím z Vreten (Švédsko) na diploidní podnož. Osika roste na pedagogicko-vědeckém pracovišti katedry zakládání lesů lesnické fakulty VŠZ v Brně v katastru obce Sokolnice, okres Brno-venkov.

Počátkem května 1990 byly ze spodní části koruny odebrány nenarašené větve. Po obnově řezu byly větve vloženy do sklenic s vodou při teplotě 20 °C. Do osmi dnů pupeny vyrašily; tyto letorosty (nodální segmenty) byly odříznuty, zbaveny listů a sterilizovány. Pro sterilizaci byl použit 70% ethanol (10 sekund), 0,1% roztok HgCl₂ (5 minut), 1% roztok chloraminu (10 minut), potom byly segmenty třikrát promyty sterilní destilovanou vodou. Každý nodální segment dlouhý 1 - 2 cm měl dva až tři axilární pupeny. Tyto explantáty byly kultivovány na agarovém živném médiu WPM (Lloyd, McCown, 1980), doplněném 6-benzylaminopurinem (BAP) 0,5 mg.l⁻¹ a kyselinou naftyloctovou (NAA) 0,02 mg.l⁻¹ při teplotě 22 °C při 16hodinové fotoperiodě a intenzitě osvětlení 6 000 luxů. Pro kultivaci byly používány zkumavky s 5 ml média. Prýty vyrašené z axilárních pupenů byly odříznuty a dále kultivovány v 100 ml Erlenmeyerových baňkách s 20 ml média WPM, doplněného 0,2 mg.l⁻¹ BAP a 0,02 mg.l⁻¹ NAA. Prýty dlouhé nejméně 1 cm byly ze vznikajících vícevrcholových kultur odříznuty a použity pro další množení nebo byly zakořeňeny *in vitro* v nesterilním substrátu. Jako médium pro zakořeňování *in vitro* bylo použito WPM s poloviční koncentrací makroelementů i mikroelementů a s 10 g.l⁻¹ sacharózy, doplněného 0,05 mg.l⁻¹ NAA a 0,05 mg.l⁻¹ IBA. Zakořeňování v nesterilním substrátu (směs rašeliny a perlitu v poměru 1 : 1) probíhalo za vysoké vzdušné vlhkosti pod fólií v provozních podmínkách ve skleníku při kolísání denních teplot. Indukce kořenů byla sledována na dvakrát 28 prýtech.

VÝSLEDKY

Při pěstování tetraploidní osiky *in vitro* bylo dosaženo regenerace nových jedinců z axilárních pupenů na nodálních segmentech.

U všech stonkových nodálních segmentů vyrašily jeden až dva pupeny a po 30 dnech se vzniklé prýty prodloužily až do délky 10 mm. Prýty byly poté odříznuty a přesazeny na čerstvé živné médium. Během tohoto druhého kultivačního cyklu začaly vznikat vícevrcholové kultury. Při tvorbě vícevrcholových kultur se nevytvářel žádný kalus nebo jen velmi malý. Během třetího, čtvrtého a pátého kultivačního cyklu bylo po pěti týdnech prů-

1. Roubovanec tetraploidní osiky (33letý), ze kterého byly odebrány nodální segmenty (foto Mikeš) – A European aspen grafted plant (age of 33 years), from which nodal segments have been taken



I. Charakteristika vícevrcholových orgánových kultur. Pořadí kulturního cyklu a datum jeho zahájení, počet sledovaných explantátů (n), průměrný počet prýtů ve vícevrcholové kultuře, průměrná délka prýtu ve vícevrcholové kultuře (mm). Počet a délka prýtů zjištěny po pěti týdnech kultivace – The characteristics of multiple shoot tissue culture. The number of cultivation cycle and the date of its start, number of observed explants (n), average number of shoots in multiple shoot culture, average shoot length in multiple shoot culture (mm). The number and length of shoots determined after five-week cultivation

Cyklos ¹	Datum ²	n	Počet prýtů ³	Průměrná délka ⁴
3	18. 9. 1990	11	$3,1 \pm 1,3$	9 ± 6
4	14. 11. 1990	21	$3,4 \pm 1,5$	11 ± 7
5	30. 1. 1991	34	$2,9 \pm 1,2$	13 ± 8

¹cycle, ²date, ³shoot number, ⁴average length

měrně 2,9 - 3,4 prýtů (maximálně sedm prýtů) v jedné vícevrcholové kultuře. Některé kultury současně regenerovaly i kořeny.

Úspěšnost zakořeňování odříznutých prýtů byla 57,1% v substrátu rašelina - perlit a 96,4% *in vitro*. Prýty začaly vytvářet kořeny po osmi až deseti dnech. Po 13 dnech od přenesení prýtů na zakořeňovací WPM měly osiky průměrně $3,3 \pm 1,6$ kořenů o délce 13 ± 6 mm.

Vzniklé sazenice byly postupně otuženy ve skleníku, potom přesazeny do kontejnerů a do výsadby ponechány



3. Prýt tetraploidní osiky vypěstovaný *in vitro* a zakořeňovaný v substrátu rašelina - perlit – A shoot of tetraploid European aspen cultivated *in vitro* and rooted in the substrate peat - perlite



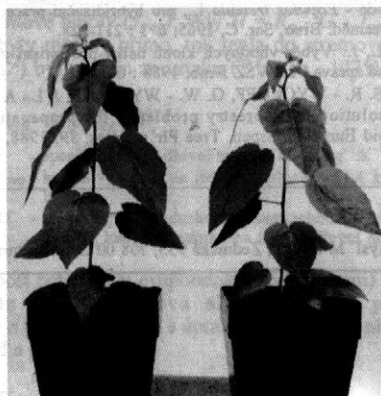
2. Množící se vícevrcholová orgánová kultura tetraploidní osiky (foto 2 - 4 Říček) – Proliferating multiple-shoot culture of tetraploid European aspen

v netemperovaném fóliovníku. Osiky byly vysázeny na záhony ve školce počátkem července.

Popsaným způsobem bylo vypěstováno 33 tetraploidních osik a v dalším množení se pokračuje. Při kontrole počtu chromozómů se ukázalo, že vypěstované sazenice jsou tetraploidní.

DISKUSE

Množení tetraploidních osik regenerací na kalusu uvádí Winton (1971), který touto metodou vypěstoval čtyři sazenice. Ahuja (1983) uvádí, že mezi osiky, které se mu nepodařilo rozmnožit, patří tetraploidní osika. Wann et al. (1988) vypěstovali tetraploidní osiky z dormantních pupenů, odebraných v lednu a únoru. Zakořeňování prýtů prováděli *in vitro* nebo v substrátu při mlžení. Lester, Berbee (1977) sledovali variabilitu sazenic regenerovaných na kalusu. Zjistili, že sazenice téhož klonu (u druhů *Populus x euramericana* (Dode) Guinier a *Populus nigra* L. cv. italica) vykazovaly mj. různý počet chromozómů - od haploidů po tetraploidy. Naše pozorování dosud ukázala, že při množení tetraploidních osik *in vitro* z axilárních pupenů na nodálních segmentech se zachovává shodný počet chromo-



4. Stromky tetraploidní osiky, vypěstované *in vitro*, za tři měsíce po přesazení do půdy – Tetraploid European aspen trees, cultivated *in vitro*, in three months from their planting in the soil

zómů. Při použití popsané metody jsou tedy regenerované sazenice stejného genotypu jako donorový strom.

ZÁVĚR

Za použití explantátových kultur *in vitro* byla namnožena prašníková tetraploidní osika z axilárních pupenů na nodálních segmentech. Vypěstované sazenice budou perspektivně sloužit k produkci pylu pro kontrolované opylení při získávání hybridního osikového osiva.

Poděkování

Děkujeme RNDr. Jaroslavu Jurčákovi z gymnázia ve Vsetíně za spolupráci při přípravě mikroskopických preparátů.

Literatura

- AHUJA, M. R.: Somatic cell differentiation and rapid clonal propagation of aspen. *Silvae Genet.*, 32, 1983, č. 3 - 4 : 131-135.
- EINSPAHR, D. W.: Production and utilization of triploid hybrid aspen. *Iowa St. J. Res.*, 58, 1984: 401-409.
- CHALUPA, V.: Control of root and shoot formation and production of trees from poplar callus. *Biol. Plant.*, 16, 1974, č. 4: 316-320.
- CHALUPA, V.: *In vitro* propagation of some broad-leaved forest trees. *Commun. Inst. for. Czechoslov.*, 11, 1979: 159-170.
- CHALUPA, V.: Clonal propagation of broad-leaved forest trees *in vitro*. *Commun. Inst. for. Czechoslov.*, 12, 1981: 255-271.
- CHALUPA, V.: Rychlé vegetativní množení některých listnatých lesních dřevin *in vitro*. *Lesnictví*, 29, 1983, č. 4: 309-320.
- CHALUPA, V.: Rozmnožování osiky (*Populus tremula* L.) a topolů (*Populus nigra* L., *P. alba* L., *P. euramericana* (Dode) Guin.) *in vitro* a růst stromů vzniklých *in vitro*. *Lesnictví*, 31, 1985, č. 9: 785-802.
- CHALUPA, V.: Vegetativní rozmnožování listnatých lesních dřevin řízkem a metodou *in vitro*. *Lesnictví*, 33, 1987, č. 6: 501-510.
- CHALUPA, V. - DUJČKOVÁ, M. - KOHOUT, R.: Regenerace stromů z kalusových tkání některých listnatých lesních stromů. *Lesnictví*, 21, 1975, č. 12: 1039-1054.
- CHRISTIE, C. B.: Rapid propagation of aspens and silver poplar using tissue culture techniques. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 28, 1978: 256-260.
- LESTER, D. T. - BERBEE, J. G.: Within-clone variation among black poplar trees derived from callus culture. *Forest Sci.*, 1977, č. 1: 122-131.
- LLOYD, G. - Mc COWN, B. H.: Commercially-feasible micro-propagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 30, 1980: 420-427.
- POSPÍŠIL, J.: Využití polyploidních jedinců osiky, vyskytujících se v přírodě - *Populus tremula* L., pro hybridizační práce. *Sbor. Vys. Šk. zeměd. Brno, Ser. C*, 1965, č. 3: 211-228.
- POSPÍŠIL, J.: Výběr vhodných klonů osiky pro imisní oblasti. [Závěrečná zpráva.] LF VŠZ Brno, 1988: 64.
- WANN, S. R. - WYCKOFF, G. W. - WYCKOFF, J. L.: A tissue culture solution to a forestry problem - the propagation of a tetraploid European aspen. *Tree Pl'r's Notes*, 39, 1988, č. 3: 28-30.

WINTON, L.: Tissue culture propagation of European aspen. *Forest Sci.*, 17, 1971, č. 3: 348-350.

Došlo 3. 7. 1991

MIKEŠ, P. - POSPÍŠIL, J. (Ostrava; Brno): *In vitro* propagation of tetraploid European aspen. *Lesnictví - Forestry*, 39, 1993 (3-4): 184-186.

Tetraploid European aspen (*Populus tremula* L.) belongs to the tree species which are used as a parent tree for the production of hybrid seeds from controlled pollination. Tissue cultures are a method of cultivating a sufficiently high number of bare-rooted tetraploid aspen plants for the purposes of breeding work.

In May 1990 branches were taken from a donor tree (tetraploid European aspen grafted on a diploid rootstock), the graft originated from Vreten in Sweden, Fig. 1). The branches were dipped in water, and they began sprouting within eight days. Sprouted shoots (nodal segments) at a length of 1 - 2 cm were cut off, defoliated, sterilized and cultivated on WPM with 0.5 mg/l BAP and 0.02 mg/l NAA. One to two buds sprouted in all nodal segments, and after 30 days formed shoots elongated to 10 mm. The shoots were then cut-off and transferred to WPM with 0.2 mg/l BAP and 0.02 mg/l NAA. Multiple shoot cultures began to be produced during this second cultivation cycle.

During the third, fourth and fifth cultivation cycles there were on average 2.9 - 3.4 shoots (Tab. I) per multiple shoot culture (Fig. 2) after five weeks. The rate of cut-off shoot rooting was 57.1 % in the substrate peat - perlite under plastic sheet in a greenhouse in operating conditions (Fig. 3) and 96.4 % *in vitro* on WPM with 10 g saccharose completed with 0.05 mg/l NAA and 0.05 mg/l IBA. The shoots began to form roots in eight to ten days. In 13 days from shoot transfer to the rooting WPM, the aspen shoots had 3.3 ± 1.6 roots on average with the length of 13 ± 6 mm. The formed plants were gradually adapted to greenhouse conditions, then they were transplanted to containers (Fig. 4) and they were kept in a plastic house without air-conditioning. The aspen plants were put on beds in a tree nursery at the beginning of July.

Thirty-three tetraploid aspens were produced by the described method. A check of chromosome number demonstrated that the aspen plants were tetraploid. In future these plants will be used for pollen production for controlled pollination to obtain hybrid seeds.

vegetative propagation; *in vitro* method; tetraploid European aspen

Kontaktní adresa:

Ing. Přemysl Mikeš, Zednická 955, 708 00 Ostrava-Poruba

POROVNÁNÍ SKUTEČNÉ EVAPOTRANSPIRACE LUŽNÍHO LESA NA JIHU MORAVY ŠEST A 15 LET PO PRAVIDELNÝCH ZÁPLAVÁCH

J. Pívec

Ústav ekologie lesa VŠZ, 644 00 Brno-Soběšice

V letech 1979 a 1988, tedy přesně po deseti letech, byla prováděna relativně podrobná měření energetické výměny mezi porostem lužního lesa (šest a 15 let po poslední pravidelné záplavě) a přilehlou vrstvou atmosféry. Ve vztahu skutečného výparu a evaporačních požadavků prostředí, vyjádřených potenciální evapotranspirací, byla zjištěna výrazná změna - pokles směrnice asi o 20 % a téměř devítinásobné zvýšení absolutního členu - závislosti E_p na E_a . Příčina je daná zřejmě poklesem hladiny a zásob půdní vody, nelze vyloučit ani vliv většího srážkového deficitu v roce posledního měření, byť s ohledem na hladinu spodních vod nebyly srážky v dané oblasti limitujícím faktorem. Teprve třetí měření potvrdí, zda bylo dosaženo stadia stabilizace vlhkostních poměrů stanoviště či zda se toto stadium přiblížilo.

evapotranspirace; srážkový deficit; lužní les; hladina spodní vody

V letech 1979 a 1988, tedy šest a 15 let po posledním přirozeném zaplavení (tj. v roce 1973 - Penka et al., 1985) dané lokality, byla prováděna relativně podrobná měření energetické výměny mezi porostem lužního lesa a přilehlou vrstvou atmosféry. V obou případech bylo cílem stanovit skutečný výpar a jeho vztah k evaporačním požadavkům prostředí, vyjádřeným potenciální evapotranspirací (podle Turca). V zájmu srovnatelnosti obou měření bylo co nejvíce se přiblížit způsobu předchozího měření. Z toho vyplynulo použití metody Bowenova poměru a stabilních psychrometrů.

MATERIÁL A METODA

Lokalita se nachází na jižní Moravě na stacionáru Ústavu ekologie lesa poblíž obce Lednice. Lužní les v údolní nivě řeky Dyje (161 m n.m., 48,8° s. š., 16,8° v. d.) je tvořen dubem letním (74 %), jasanem úzkolistým (24 %), vtroušenou lípou, jilmem, habrem, javorem a olší. Střední výška porostu činila 27 m, nejvyšší jasy až 35 m (Penka et al., 1985). I přes poměrně nízké množství srážek (dlouhodobý roční normál činí 516 mm, za vegetační období IV - X činí 365 mm - údaj meteorologické stanice Mendelium v Lednici) je limitujícím činitelem v dané oblasti zásoba vody v půdě, dostupná pro rostliny.

Schéma měřených veličin bylo následující: nad porostem byla měřena globální radiace, radiální bilance, albedo, teplota a vlhkost vzduchu - vše ve výšce 40,5 m, teplota a vlhkost vzduchu pak ještě ve výšce 31,5 m. V porostu byla měřena teplota vzduchu ve dvou metrech, teplota půdy v 5 a 15 cm a tok tepla do půdy v 10 cm.

Analýza dat byla provedena podle následující metodiky: po korekci teplot bylo stanoveno napětí nasycené

vodní páry (hPa) v obou úrovních nad porostem podle vztahu (U n w i n, 1980):

$$\log E = 9,24349 - \frac{2305}{T} - \frac{500}{T^2} - \frac{100\,000}{T^3} \quad (1)$$

kde: T - teplota suchého teploměru v kelvinech ($^{\circ}\text{C} + 273$)

Uváděná přesnost činí $\pm 0,1$ hPa v rozsahu teplot -5 až $+34$ $^{\circ}\text{C}$. Napětí par skutečné (hPa) je potom

$$e = E - 0,666 (T_s - T_v) \quad (2)$$

kde: E - napětí nasycené páry při teplotě vlhkého teploměru (hPa),
 T_s - teplota suchého teploměru,
 T_v - teplota vlhkého teploměru.

Skutečná evapotranspirace (E_a) byla počítána podle metody energetické bilance pomocí Bowenova poměru (β), vyjádřeného např. vztahem:

$$\beta = \gamma \frac{dT + \Gamma dz}{de} = \frac{C}{\lambda E_a} \quad (3)$$

kde: γ - psychrometrická konstanta ($66 \text{ Pa} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$),
 $dT(de)$ - teplotní (vlhkostní) gradient nad porostem,
 Γ - suchoadiabatický gradient ($0,01 \text{ } ^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$),
 C - tok zjevného tepla,
 λ - měrné teplo výparu vody (Woodward, Sheehy, 1983).

Evapotranspirace je potom rovna:

$$E_a = \frac{H}{\lambda (1 + \beta)} \quad (4)$$

Využitelná energie H ($= C + \lambda E_a$) byla uvažována jako rozdíl radiální bilance (R_n), toku tepla do půdy (G) a stromové hmoty (J_{veg}), tedy $H = R_n - G - J_{veg}$. První dva byly měřeny přímo, tok tepla do stromové hmoty ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) byl počítán ze vztahu (Thom, 1975):

$$J_{veg} = c \cdot m_{veg} \cdot dT \quad (5)$$

kde: c - specifické teplo dřevní hmoty ($2,7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ pro luh),
 m_{veg} - hmotnost vegetace na jednotku plochy ($57,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ pro luh),
 dT - změna teploty vzduchu v porostu v hodinovém intervalu ($^{\circ}\text{C}$), kterou je nahrazena teplota dřevní hmoty.

Výpočet potenciální evapotranspirace (E_p , mm) byl prováděn podle Turcova algoritmu pro pentádu (Wendling, 1975) s úpravou na jednodenní periodu (Židek, 1991):

$$E_p = (R_g / 4,1868 + 50) \frac{0,013 T}{(T + 15)} \quad (6)$$

kde: R_g - globální radiace ($\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$),
 T - denní průměrná teplota vzduchu ve 2 m ($^{\circ}\text{C}$).

Tabulka přináší přehled charakteristik evaporačních nároků a jejich uspokojování pro jednotlivé měsíce ve vegetační sezóně obou období:

		duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	
E_p	1979	54,3	129,1	119,9	98,1	102,3	70,5	31,8	606,0
P		50,8	18,5	104,2	58,5	59,1	26,8	8,1	326,0
$P - E_p$		-3,5	-110,6	-15,7	-39,6	-43,2	-43,7	-23,7	
$\Sigma P - E_p$		-3,5	-114,1	-129,8	-169,4	-212,6	-256,3	-280,0	
T_v		8,4	15,4	19,7	17,2	17,6	15,0	8,1	14,5
E_p	1988	90,7	109,7	103,9	125,2	107,1	59,7	39,6	635,9
P		21,8	44,1	57,2	41,3	48,4	57,1	12,0	281,9
$P - E_p$		68,9	-65,6	-46,7	-83,9	-58,7	-2,6	-27,6	
$\Sigma P - E_p$		68,9	-134,5	-181,2	-256,1	-323,8	326,4	-354,0	
T_v		9,6	16,0	17,1	20,1	19,5	14,8	9,6	15,2

kde: E_p - potenciální evapotranspirace podle Turca,
 P - srážky (obojí v mm),

$P - E_p$ - srážkový deficit,
 T_v - teplota vzduchu.

V roce 1979 bylo do počátku vegetační sezóny více (108 mm) srážek proti roku 1988 (80 mm), rovněž během vegetační sezóny (326 mm proti 282 mm). Evaporační nároky byly v tomto roce nižší (606 proti 636 mm), vegetační sezóna byla mírně chladnější (14,5 proti 15,2 °C). Srážkový deficit ve vegetační sezóně byl v roce 1979 výrazně nižší (280 mm proti 354 mm). Z hlediska evaporačních nároků a jejich pokrytí srážkami zaznamenal tedy rok 1988 větší deficit. Uvedenému poznatku odpovídá i vývoj skutečného výparu v obou letech. Aproximace vztahu skutečné a potenciální (podle Turca) evapotranspirace pro oba sledované roky (1979 podle práce Ž i d e k, 1991, přepočteno) jsou:

$$1979: y = 0,07 + 1,02 x \dots R = 0,958, \text{ st. ch.} = 0,4$$

$$1988: y = 0,59 + 0,83 x \dots R = 0,943, \text{ st. ch.} = 0,4$$

kde: y - potenciální výpar,
 x - skutečný výpar.

Došlo tedy k posunu závislosti (obr. 1 a 2). Absolutní hodnoty skutečného a potenciálního výparu obsahují tab. I. a II.

DISKUSE

Fakta, uvedená ve výsledcích, vycházejí z předpokladu, že technické vybavení v obou letech měření bylo na srovnatelné úrovni. V roce 1979 (v tzv. druhé variantě, jak uvádí Ž i d e k, 1991) bylo použito k měření psychrometrické difference termočlánků, teplotního gradientu nad porostem pak dlouhého termočlánku, spojujícího suché teploměry psychrometrů vlastní konstrukce, osazených odporovými platinovými teploměry Ptk 100. Záznam byl prováděn linearizovaným zapisovačem s rozsahem pro psychrometrické difference 0 - 10 (12) °C, teplotní gradient nad porostem pak ± 3 (5) °C s nulou uprostřed záznamu. V roce 1988 byly paralelně měřeny absolutní teploty suchého a vlhkého teploměru tovarními psychrometry THIES (BRD), osazenými skleněnými odporovými platinovými teploměry. Takto získané hodnoty byly dodatečně korigovány na základě vzájemné korelace teplot, produkovaných teploměry vedle sebe

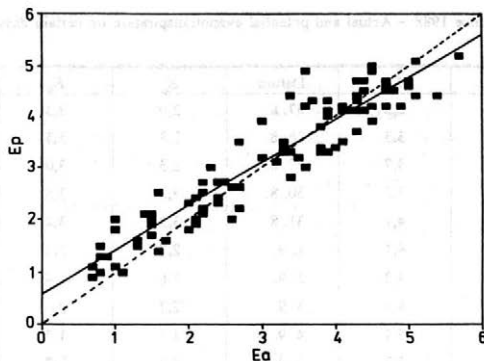
měřících psychrometrů bez vlhčení po dobu asi 14 dní v teplotním rozsahu 5 - 25 °C.

Registrace měřených hodnot probíhala automatickou multikanálovou měřicí ústřednou, tedy odpadl problém digitalizace dat.

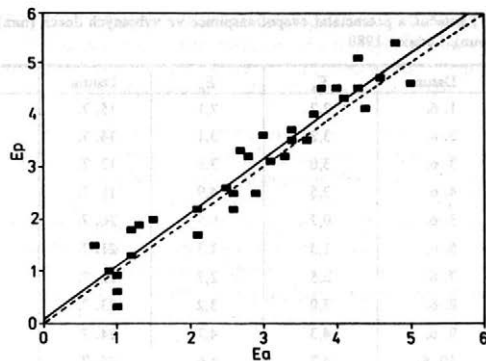
Další technickou odlišností byly použité typy bilancoměrů. V roce 1979 to byly malé bilancoměry Schenk, typ 8110, měřící bilanci přímo na výstupu. V roce 1988 šlo o velké bilancoměry Schenk, typ 8111, měřící odděleně dopadající i odrazenou složku radiální bilance. Z metodického hlediska pak odlišnost představuje stanovení toku tepla do půdy. V r. 1979 byl vypočten z hodinových změn teplot půdy v jednotlivých hloubkách 2, 5, 10, 20 a 50 cm s použitím hodnot objemového tepla pro vrstvy 0 - 25 cm a 25 - 50 cm v závislosti na měnící se objemové vlhkosti půdy. V r. 1988 bylo toto stanovení prováděno přímo pomocí tzv. heat flux plate, jejíž princip spočívá v propojení množství (v případě použitého typu 800) termočlánků, schopných zaznamenat teplotní rozdíl na obou stranách destičky, v níž jsou tyto zalaty (Lukopren S). Přímé měření tepelného toku by se mohlo zdát přesnější než jeho stanovení na základě více méně podloženého odhadu jednotlivých ovlivňujících půdních činitelů. Instalace čidla by však nesměla významně změnit fyzikální charakteristiky půdy nad čidlem ani pod ním a to samo by v místě instalace nesmělo usnadňovat tok tepla v půdě ani se chovat jako tepelný odpor. A to bude zřejmě případ použitého alfametry, neboť prýž má nižší koeficient tepelné vodivosti než písčité či jílovitá půda téměř o 50 % (0,16 proti 0,3 či 0,25 W m⁻¹ deg.K⁻¹, R a m í k et al., 1982; M o n t e i t h, 1975) a toto procento ještě se zvyšujícími tlaky vodní páry v r. 1979 podle Tetensova vzorce (W e i s s, 1977):

$$e = 6,108 \exp \frac{17,2694 (T - dT)}{(T - dT) + 237,3} - \gamma dT \quad (7)$$

kde: e - tlak vodní páry (hPa),
 T - teplota vzduchu (°C),
 dT - psychrometrická difference (°C),
 γ - psychrometrická konstanta (0,66 hPa.°C⁻¹).



1. Závislost skutečné (E_a) a potenciální (E_p) evapotranspirace, vyjádřená přímkou $E_p = 0,59 + 0,83 E_a$, Lednice 1988 – Relation of actual (E_a) to potential (E_p) evapotranspiration expressed by straight line $E_p = 0,59 + 0,83 E_a$, Lednice 1988



2. Závislost skutečné (E_a) a potenciální (E_p) evapotranspirace, vyjádřená přímkou $E_p = 0,07 + 1,02 E_a$, Lednice 1979 – Relation of actual (E_a) to potential (E_p) evapotranspiration expressed by straight line $E_p = 0,07 + 1,02 E_a$, Lednice 1979

V roce 1988 byl použit vzorec (1) a (2). Rozdíl stanovení mezi oběma algoritmy činí 0,4 % v rozsahu teplot 10 - 40 °C a je tedy zanedbatelný.

Měření některých vstupů je možné v r. 1979 považovat za přesnější (např. gradient teplot vzduchu nad porostem díky použití dlouhého termočlánku), jiné méně přesné (digitalizace záznamu, výpočet toku tepla do půdy) než v r. 1988. V každém případě nedošlo k řádovému rozdílu v žádné z měřených veličin mezi oběma měřeními.

Při analýze vztahu potenciálního a skutečného výparu byly v obou případech vybrány jak dny jasné a polojasné, tak dny zatažené a deštivé, aby platnost dosažených výsledků byla obecnější.

Za posledních 20 let došlo k poklesu průtoku vody v řece Dyji (ze 47 m³ s⁻¹ v r. 1970 na 34 m³ s⁻¹ v r. 1988, v r. 1978 činil 22 m³ s⁻¹), hladiny spodní vody (byl v r. 1978 činila 172 cm od povrchu půdy, v r. 1988 142 cm, v r. 1970 94 cm) a poklesu zásoby půdní vody (1970 391 mm, 1978 364 mm, 1988 345 mm) v půdním profilu do hloubky 1 m od povrchu (Černý, 1990). Lze očekávat, že zamezení přirozeným záplavám a snížení zásoby půdní vody, spojené s vodo hospodářskými úpravami v dané oblasti, povede ke zvýšení přechodového odporu při uvolňování vody z ekosystému lužního lesa do atmosféry. O vysychání stanoviště svědčí změna množství, struktury a životních procesů půdní mikroflóry, značný vzrůst provzdušnění půdy po r. 1973, rychlý nárůst respirace CO₂ a aerobních bakterií a mikromycet a s tím spojená amonifikace a nitrifikace (Grunda et al., 1991), pokles porostní hustoty a nadzemní i podzemní biomasy dominantních i subdominantních druhů bylinného patra (ze 140 g m⁻² v neretardovaném stavu na 64 g m⁻² po sedmi a na 50 g m⁻² po deseti letech od počátku změn - Vašíček, 1991a).

Současnou situaci změn bylinného patra lze charakterizovat jako vývojovou změnu struktury směrem k suchým společenstvím (Vašíček, 1991b). Rovněž po deseti letech od počátku změn došlo k poklesu produkce biomasy keřového patra o více než 25 % ve srovnání s obdobím záplav u svídy krvavé, jejíž kořenový systém byl lépe přizpůsoben povrchovým záplavám, až fatálnímu (Vašíček, 1991c).

Čermák et al. (1991) upozorňují, že ačkoliv nebyl žádný z předpokládaných projevů vodního stresu v r. 1979 zjevný, částečný pokles sklonu křivky závislosti transpirace na potenciální evapotranspiraci (podle Penmana) spolu s mírným poklesem amplitudy denního průběhu transpirace těsně před koncem růstové sezóny indikuje jisté omezení zásobování porostu vodou. Tato situace se zdála být výrazná u druhů s mělkým kořenovým systémem, což by nasvědčovalo větší pravděpodobnosti změn vlhkosti pouze v povrchové vrstvě půdy. Transpirační tok před úpravami a po nich vykazoval malý (10%) rozdíl, kolísající v průběhu roku, dub transpiroval mnohem efektivněji po úpravě vodního režimu stanoviště než před ní. Všechny tyto změny neprobíhaly za ustálených podmínek, jejichž dosažení autor předpokládá po uplynutí kolem 15 let od posledního periodického zaplavení. Ve stromovém patře došlo k redukci celkového počtu jedinců v r. 1984 proti r. 1979 o 11 % zejména negativní selekci podúrovňových stromů nejmenších průměrů (zvláště jasanů), celková hektarová zásoba dřevní hmoty vzrostla o 10 %, výčetní základna o 9 %, byl zaznamenán lehký nárůst poměrného zastoupení jasanu a lípy za současného poklesu zastoupení dubu (Vyskočil, 1991). Největší roční přírůsty v letech 1976 - 1984 stejný autor zaznamenal u dominantních a úrovňových jasanů (téměř 5 mm a 3,6 mm ve výčetní tloušťce), menší u dubu (téměř 1,6 u dominantních a 1,4 u úrovňových jedinců), obojí s kulminací v červnu.

Ke změnám došlo rovněž v zoocenózách lužního lesa, kdy došlo např. u hmyzu k redukci až vymizení hydrofilních a hygrolinálních druhů (Křístek, 1991). Vysychání stanoviště mělo nepříznivý vliv i na složení a populační hustotu hmyzožravých savců (Zejda, 1991) a na vodu vázaných druhů ptactva (Bauer, 1991). Příčiny poklesu směrnice přímky závislosti skutečného a potenciálního výparu proti r. 1979 lze tedy nalézt ve zjevném vysychání stanoviště. Nelze vyloučit ani vliv prokázaného vyššího srážkového deficitu v r. 1988. Dalším faktorem ovlivňujícím spotřebu vody mohlo být odlišné věkové i druhové složení porostu, tedy snížení počtu jedinců (zejména jasan, lípa), které mohlo být na druhé straně kompenzováno nárůstem produkce biomasy (porostní zásoby).

I. Skutečná a potenciální evapotranspirace ve vybraných dnech (mm), Lednice 1988 – Actual and potential evapotranspiration on certain days (mm), Lednice 1988

Datum	E_a	E_p	Datum	E_a	E_p	Datum	E_a	E_p
1. 6.	2,2	2,1	15. 7.	2,4	2,3	27. 8.	2,0	2,3
2. 6.	3,2	3,1	16. 7.	3,8	3,3	28. 8.	2,7	3,5
3. 6.	3,0	3,9	17. 7.	4,3	3,7	29. 8.	2,3	3,0
4. 6.	3,6	4,9	18. 7.	3,5	3,2	30. 8.	3,3	3,5
5. 6.	0,7	0,9	20. 7.	4,2	4,1	31. 8.	3,3	3,4
6. 6.	1,3	1,5	21. 7.	4,2	4,1	1. 9.	2,7	3,5
7. 6.	2,5	2,7	22. 7.	4,7	4,2	2. 9.	1,6	1,4
8. 6.	3,0	3,2	23. 7.	4,5	4,9	3. 9.	2,7	2,6
9. 6.	4,3	4,7	24. 7.	5,1	5,1	4. 9.	1,5	1,7
10. 6.	4,7	4,6	25. 7.	5,7	5,2	5. 9.	2,2	2,7
11. 6.	2,4	2,4	26. 7.	4,5	5,0	6. 9.	2,2	2,5
12. 6.	2,1	2,0	27. 7.	5,0	4,7	13. 9.	0,8	1,0
13. 6.	3,8	3,4	28. 7.	4,4	4,5	15. 9.	1,0	1,8
14. 6.	4,1	4,2	29. 7.	4,3	4,3	19. 9.	0,8	1,5
15. 6.	3,8	3,8	30. 7.	5,1	4,4	21. 9.	0,8	1,0
16. 6.	4,7	4,5	31. 7.	3,6	4,2	22. 9.	1,3	1,6
17. 6.	4,3	4,1	1. 8.	4,4	4,7	24. 9.	2,1	2,4
18. 6.	5,0	4,6	2. 8.	4,3	4,1	25. 9.	0,8	1,3
19. 6.	3,3	3,3	3. 8.	2,7	2,2	26. 9.	1,4	2,1
21. 6.	3,9	3,3	4. 8.	2,0	1,8	27. 9.	1,6	2,5
22. 6.	4,5	4,2	5. 8.	4,0	3,4	29. 9.	1,5	2,1
23. 6.	2,6	2,0	6. 8.	4,9	4,2	30. 9.	1,0	1,1
24. 6.	2,2	2,2	7. 8.	4,3	4,4	1. 10.	0,9	1,3
25. 6.	2,1	1,9	8. 8.	3,7	4,3	2. 10.	0,7	1,1
26. 6.	2,6	2,6	9. 8.	3,4	3,3	3. 10.	1,5	2,0
27. 6.	3,9	4,3	10. 8.	3,9	4,0	4. 10.	1,0	2,0
28. 6.	3,9	4,3	11. 8.	4,4	4,1	5. 10.	1,0	2,0
29. 6.	3,4	4,4	12. 8.	4,8	4,5			
7. 7.	3,9	4,3	14. 8.	4,4	4,5			
8. 7.	3,6	3,0	17. 8.	3,4	2,8			
9. 7.	5,4	4,4	18. 8.	4,1	4,1			
10. 7.	4,1	3,5	19. 8.	3,9	4,1			
12. 7.	1,1	1,0	20. 8.	4,5	3,9			
13. 7.	4,7	4,7	25. 8.	1,5	1,9			
14. 7.	1,7	1,6	26. 8.	2,4	2,7			

II. Skutečná a potenciální evapotranspirace ve vybraných dnech (mm), Lednice 1979 (Židek, 1991) – Actual and potential evapotranspiration on certain days (mm), Lednice 1979 (Židek, 1991)

Datum	E_a	E_p	Datum	E_a	E_p	Datum	E_a	E_p
30. 6.	5,0	4,6	6. 8.	4,4	4,1	9. 9.	3,1	3,1
2. 7.	2,6	2,2	7. 8.	4,0	4,5	16. 9.	3,3	3,2
6. 7.	4,6	4,7	13. 8.	3,3	3,2	20. 9.	2,5	2,6
7. 7.	2,6	2,5	15. 8.	3,8	4,5	25. 9.	1,0	0,9
11. 7.	4,3	5,1	19. 8.	3,6	3,5	30. 9.	1,3	1,9
12. 7.	2,1	2,2	22. 8.	3,4	3,7	4. 10.	0,7	1,5
18. 7.	2,7	3,3	24. 8.	2,1	1,7	12. 10.	1,5	2,0
19. 7.	4,1	4,3	25. 8.	0,9	1,0	16. 10.	1,2	1,8
22. 7.	2,9	2,5	26. 8.	2,8	3,2	24. 10.	1,0	0,6
28. 7.	4,3	4,5	31. 8.	3,4	3,5	27. 10.	1,0	0,3
1. 8.	3,7	4,0	1. 9.	3,0	3,6			
2. 8.	4,8	5,4	5. 9.	1,2	1,3			

Můžeme konstatovat, že při použití stejné metody i přes odlišné technické vybavení byly naměřeny po desetileté pauze nižší hodnoty skutečného výparu. Příčinou byla pravděpodobně kombinace většího srážkového deficitu a vysychání stanoviště. Danou změnu v odezvě fytoocenózy na okolní prostředí z hlediska výparu lze považovat za potvrzení hypotézy (Čermák et al., 1991) o dlouhodobém ustalování podmínek na daném stanovišti od poslední pravidelné záplavy.

Literatura

- BAUER, Z.: Changes in the structure of the avian community. In: PENKA, M. et al., 1991 : 523-531.
- ČERMÁK, J. - KUČERA, J. - ŠTĚPÁNKOVÁ, M.: Water consumption of full-grown oak (*Quercus robur* L.) in a floodplain forest after the cessation of flooding. In: PENKA, M. et al., 1991 : 397-415.
- ČERNÝ, D.: Vliv změn vlhkostního režimu na stabilitu a produktivitu lužních lesů jižní Moravy. [Závěrečná zpráva.] ÚEL VŠZ LF Brno, 1990 : 67.
- GRUNDA, B. - PRAX, A. - KLIMO, E.: Recent soil processes in the floodplain forest. In: PENKA, M. et al., 1991 : 133-140.
- KRISTEK, J.: Selected groups of insects and harvestmen. In: PENKA, M. et al., 1991 : 451-468.
- MONTEITH, J. L.: Principles of environmental physics. Kent, Edward Arnold 1975 : 241.
- PENKA, M. - VYSKOT, M. - KLIMO, E. - VAŠÍČEK, F. (eds.): Floodplain forest ecosystem II. After water management measures. Elsevier, Academia Praha 1991 : 629.
- RAMÍK, Z. - JIČHA, M.: Přenos tepla a hmoty. Učební texty. VUT Brno, 1982 : 216.
- THOM, A. S.: Momentum, mass and heat exchange of plant communities. In: MONTEITH, J. L.: Vegetation and atmosphere I. Academic Press, 1975 : 57-109.
- UNVIN, D. M.: Microclimate measurement for ecologists. Academic Press, 1980 : 97.
- VAŠÍČEK, F.: Changes in the structure and biomass of the herb layer under the conditions of a medium moisture gradient. In: PENKA, M. et al., 1991a : 197-227.
- VAŠÍČEK, F.: Changes in herbal vegetation along the topographical moisture gradient. In: PENKA, M. et al., 1991b : 355-385.
- VAŠÍČEK, F.: The reaction of the shrub layer. In: PENKA, M. et al., 1991c : 229-242.
- WEISS, A.: Algorithms for the calculation of moist air properties on a hand calculator. Transactions of the ASAE, 20, 1977 : 1133-1136.
- WENDLING, U.: Zur Messung und Schätzung der potentiellen Verdunstung. Z. Meteorol., 25, 1975 : 103-111.
- WOODWARD, F. I. - SHEEHY, J. E.: Principles and measurements in environmental biology. Butterworth & Co, Ltd, 1983 : 263.
- ZEJDA, J.: A community of small terrestrial mammals. In: PENKA, M. et al., 1991 : 505-521.
- ŽIDEK, V.: Actual and potential evapotranspiration in the floodplain forest. In: PENKA, M. et al., 1991 : 103-119.

Došlo 5. 6. 1992

PIVEC, J. (Institute of Forest Ecology, Brno): A comparison of actual evapotranspiration of a floodplain forest in the South of Moravia in six and 15 years after regular floods. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (5) : 187-191.

Relatively detailed measurements of energetic exchange between the floodplain forest ecosystem and the lowest atmosphere were performed in the years 1979 and 1988, that means in the 6th and 15th year after the last natural flooding (in 1973 - Penka et al., 1985) of this locality. In both cases the main aim of this work was to estimate actual evapotranspiration and its relationship to evaporation demands of the ambient environment, expressed by the Turc potential evapotranspiration algorithm:

$$E_p = (R_g / 4.1868 + 50) \frac{0.013 T}{(T + 15)}$$

where R_g is global solar radiation ($J \cdot cm^{-2} \cdot day^{-1}$), and T is the daily mean of air temperature (deg. of Centigrade) at 2 m above the ground level. In order to achieve the comparability of both these measurements, we tried to use the possibly same method as was used in the previous case. It means the Bowen ratio method with stable psychrometers.

A significant change has been found in the relation of actual evapotranspiration and evaporational demands of the environment, expressed by potential evapotranspiration, viz. a decrease in the slope of dependence by about 20 % and a nearly ninefold increase in the constant in the linear dependence of E_p upon E_a . Approximations of potential to actual evapotranspiration for both years (1979 by Židek, 1991, recalculated) are as follows:

$$1979: y = 0.07 + 1.02 x \dots R = 0.958, \text{ std. err.} = 0.4$$

$$1988: y = 0.59 + 0.83 x \dots R = 0.943, \text{ std. err.} = 0.4$$

where y (x) is potential (actual) evapotranspiration. The cause of these changes is probably the depression of soil water level and soil water supply, associated with changes of floodplain forest primary and secondary producers as well. We cannot ignore the probable influence of a higher deficit of precipitation in 1988 although due to the high level of soil water, the precipitation was not a limiting factor in the past.

From the evapotranspiration point of view, the changes in the response of phytocenose to the ambient environment can be considered for confirmation of a hypothesis (Čermák et al., 1991) on long-term stabilization of conditions at the given site since the last regular flooding. Only the third measurement in the near future will confirm if the hypothesis is right.

evapotranspiration; rainfall deficit; riverine forest; groundwater level

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Pivec, Ústav ekologie lesa VŠZ, 644 00 Brno-Soběšice

VYZOBÁVÁNÍ HÁLEK PILATKY EUURA LAETA ZADD. ET BRISCHKE A EUURA MUCRONATA HTG. (SYMPHYTA, TENTHREDINIDAE) PTÁKY

J. Urban

Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

V každoročně seřezávaných vrbových s vrbou košíkářskou (*Salix viminalis* L.) dochází k častému přemnožení pilatek (*Euura laeta* Zadd. et Brischke a *Euura mucronata* Htg. Na snižování jejich populační hustoty v hálkách se kromě hmyzích parazitoidů, resp. fakultativních predátorů a obranné zavalovací činnosti rostlinných pletiv nejvýznamnější podílejí hmyzožraví ptáci, a z nich především sýkory. Vyzobávají jsou dorůstající a dospělé housenice v době od poloviny září do konce října. Zatímco hálky *E. laeta* obsazené chalcidkami (hlavně *Eurytoma salicis* Walk.) a nosatec *Curculio crux* F. i hálky zavalené ptáci téměř zcela opomíjejí, hálky *E. mucronata* obsazené chalcidkami (hlavně *Eurytoma aciculata* Ratz.) a nosatec *Curculio crux* F. i hálky zavalené až z 50 % vyzobávají. Nejvíce jsou vyzobávány hálky v silně napadených vrbových. Na nárůst abundance pilatek ve vrbových ptáci reagují vždy opožděně, a proto nejsou schopni vzniku gradací zabránit. Přírozený zánik přemnožení mohou přivodit jediné hmyzí parazitoidy (chalcidky). Ti na rozdíl od pilatek zimují v hálkách a s vytěženým proutím jsou každoročně likvidováni. V rozhodující míře se uplatňují i nepravdivě či částečně seřezávaných vrbových a víceletých porostech vrb. V takových porostech se pilatky nepřemnožují a také podíl ptáků na jejich vyzobávání je zde velmi nízký.

ochrana lesa; hmyzožraví ptáci; biologie pilatek; vrbovny; vrby

Pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke a *E. mucronata* Htg. jsou nejhojnějšími zástupci malého salicikolního rodu *Euura* Newm., který je v Evropě zastoupen sedmi až devíti druhy. Všechny druhy jsou charakteristické především biologicky a to tím, že se vyvíjejí univoltinně buď ve výhoncích, nebo v pupenech, případně ve středních listových žilkách a řapících vrby a zřídka i topolů. Jednotlivé druhy lze od sebe snadno odlišit podle typických hálek a jejich lokalizace na výhoncích. Obtížná je však jejich taxonomie, neboť druhové rozdíly mezi nimi jsou malé a variabilita determinačních znaků velká.

Pilátka *E. laeta* patří k tzv. osmim druhům hálkotvorců. Její hálky jsou na jednoletých přírůstcích výhonků vrby košíkářské (*Salix viminalis* L.) vždy těsně pod pupenem. Nejhojnější je ve speciálně zakládáných a obhospodávaných porostech vrb určených pro produkci proutí, tj. ve vrbových (prutnicích). V několika posledních desetiletích byl zaznamenán její zvýšený výskyt ve většině vrbov s vrbou košíkářskou na Moravě. Pro časté přemnožování na této naší nejrozšířenější košíkářsky hodnotné vrbě se pilátka řadí k významným škůdcům vrbov. Kromě vrby košíkářské byla při přemnožení zřídka nalézána také na dvou křížencích vrby

košíkářské, a sice na vrbě červené (*S. x rubra* Huds.) a vrbě rakytníkolisté (*S. x hippophaifolia* Thuill.).

Pilátka *E. laeta* pravidelně doprovází blíže příbuzná pilátka *E. mucronata* Htg., která žije v pupenech různých druhů vrb a zvláště vrby košíkářské. Na rozdíl od *E. laeta* obsazuje ve vrbových pupeny jen v horní polovině rychle rostoucích výhonků. Zatímco *E. laeta* v některých moravských vrbových s vrbou košíkářskou schází, *E. mucronata* nechybí v žádné vrbové a zpravidla je zde hojnější. Navíc se někdy vyskytuje ve vrbových s vrbou červenou (*S. x rubra* Huds.), vrbou nachovou (*S. purpurea* L.), řidčeji v porostech vrby rakytníkolisté (*S. x hippophaifolia* Thuill.) a vrby Smithovy (*S. x smithiana* Willd.). Mimo vrbovny se *E. mucronata* vyskytuje na Moravě nejčastěji na vrbě košíkářské, hojná je ale i na vrbě nachové a méně častá na *S. daphnoides* Vill., *S. aurita* L., *S. cinerea* L., *S. silesiaca* Willd., *S. fragilis* L., *S. caprea* L. a *S. dasyclados* Wimm. Pírožený areál rozšíření této naší nejběžnější hálkotvorné pilatky na vrbách pokrývá prakticky skoro celé území našeho státu. Vzhledem k lokalizaci hálek na subterminální pupeny nepůsobí ve vrbových žádnou újmu na jakosti sklizeného proutí. Zničením bočních pupenů a jejich přeměnou v hálky může naopak do jisté míry bránit nežádoucímu větvení proutí. Ztráty na výši produkce jsou přitom z hlediska pěstitele nepodstatné. Proto se pilátka *E. mucronata* neřadí k významnějším škůdcům vrb.

Pilatky *E. laeta* a *E. mucronata* podrobně prostudoval Křístek (1972). Ve své studii se především zabýval geografickým rozšířením pilatek ve více než 60 vrbových na Moravě a jejich bionomií, faktory mortality a populační dynamikou ve vrbové ve Skalice u Hranic na Moravě. Na tuto monografii navazují dílčí práce Křístka, Urbana (1974, 1985), Kaliny et al. (1983) a Urbana (1992, 1993a, 1993b). Tyto práce z let 1974 až 1985 pojednávají speciálně o přirozených hmyzích nepřátelích obou druhů pilatek. Publikace z r. 1992 se zabývá možnostmi mikrometrické a morfologické determinace jednotlivých instarů housenic. Další dvě práce jsou věnovány jednak vlivu fyziologických příčin a obranné zavalovací činnosti rostlinných pletí na mortalitu jednotlivých vývojových stádií pilatek v hálkách, jednak některým novým poznatkům o výskytu a vývoji inkriminovaných druhů ve vrbových na Moravě.

Kromě hmyzích parazitoidů a obranné zavalovací činnosti rostlinných pletí se na snižování populační hustoty pilatek ve vrbových zvláště významně podílejí ptáci. Ptáčím predátorům dosud nebyla věnována speciální studie a proto jim věnuji podrobnější sdělení. Článek zapadá do kontextu citovaných prací i ekologických prací, které v poslední době publikovali např. Price et al. (1987a, 1987b) o pilátce *E. mucronata*, případně o jiných druzích biologicky zajímavého rodu *Euura*.

Práce se zakládá na dlouholetých zkušenostech ze spolupráce s prof. J. Křístkem na studiu pilatek *Euura laeta* a *E. mucronata* (Křístek, 1972). Prvopočátky studia sahají do let 1962 a 1963, kdy jsem vyskytl a bionomii těchto pilatek studoval ve vrbovně s vrbovou košťalkou v Prusínovicích (okres Kroměříž) jako svůj diplomový úkol na lesnické fakultě VŠZ v Brně. Od r. 1965 byla většina výzkumných prací soustředěna do komplexu vrboven ve Skaličce u Hranic na Moravě (okres Písek).

Vynikající příležitostí navázat na dosavadní pětiletý výzkum prof. Křístka byla permanentní gradace obou druhů pilatek ve vrbovně ve Skaličce. Proto se ve studiu výskytu, bionomie, gradologie a morfologie pilatek na této lokalitě bez přerušení pokračovalo až do zrušení vrbovny v r. 1975 a 1976. V letech 1975 a 1976 byl výzkum rozšířen o dalších pět vrboven na Moravě (Skalička-Mlýnský, Prosenice, Chvalkovice, Vyskov a Pouzdřany).

Nejrozsáhlejší šetření se realizovalo ve Skaličce v r. 1972. Metodou nahodilého výběru byly z vrbovny během celého vegetačního období v pravidelných týdenních intervalech odebrány vzorky 100 prutů k podrobným laboratorním analýzám. Kromě umístění hálek na prutech byl hodnocen vývoj vajíček a jednotlivých instarů housenic včetně vývoje a působení jejich přirozených nepřátel. Vývojové stupně housenic byly zjišťovány mikrometricky podle šířky hlavové schránky a podle počtu larválních exuvií hromadících se v hálkách.

Týdenními kontrolami byl přesně zachycen nástup a průběh vyzobávání hálek ptáky. S cílem upřesnění potravní preference ptáků zalétajících v hejnech v době dorůstání housenic do vrboven byl na základě povolení vrcholného orgánu státní ochrany přírody uskutečněn koncem září a v říjnu r. 1972 jejich orientační odlov. Obsahy žaludků tří sýkor koňader, jedné sýkory babky, jedné sýkory parukářky a jednoho zvonka byly podrobně zkoumány v laboratoři.

Proces vyzobávání hálek pilatek *E. laeta* a *E. mucronata* byl ve Skaličce soustavně sledován v letech 1965 až 1975. V tomto období bylo vyzobávání hálek příležitostně kontrolováno také v některých jiných vrbovnách na Moravě a v letech 1975 a 1976 soustavně na uvedených pěti lokalitách. Vrbovny jsme navštěvovali ve dvou-týdenních nebo čtyřtýdenních intervalech a k laboratornímu vyšetření se používaly zpravidla vzorky 100 kusů prutů.

Při terénních šetřeních a laboratorních analýzách přízemních kmínků každoročně seřezávaných vrb (tzv. babek) byly ve vrbovnách velmi zřídka zjišťovány případy vyzobávání cizím pilatek z tenkých pahýlů po seřezání prutů, v jejichž dřevě housenice většinou zimují.

Vyšetřované lokality

Přehled lokalit se zkoumanými vrbovnami včetně základních ekologických a hospodářských údajů přináší Urban (1981, 1983, 1984 aj.).

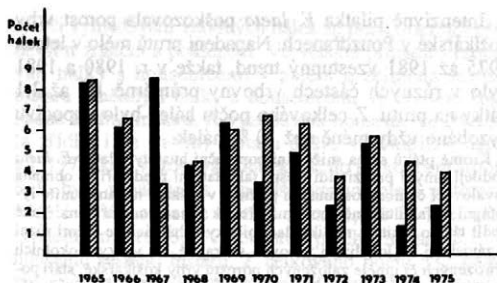
VÝSLEDKY

Pilátka *Euura laeta* Zadd. et Brischke

PODÍL PTÁKŮ A OSTATNÍCH ČINITELŮ NA MORTALITĚ PILATKY *EUURA LAETA*

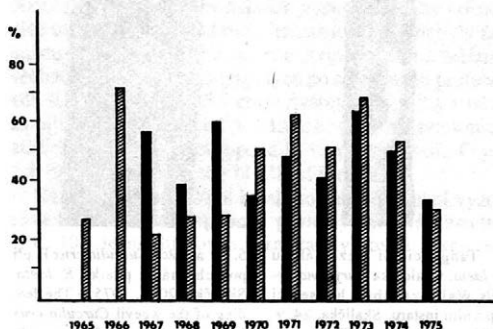
Ze soustavně sledovaných lokalit nejvyšší abundanci vykazovala pilátka ve Skaličce. První hospodářsky významnější poškození prutů bylo zaznamenáno v roce 1956, třebaže se zde pilátka vyskytovala v menší míře již předtím. Od r. 1956 početní stavy pilatky s většími či menšími výkyvy narůstaly až téměř k 9,0 hálkám na jednom prutu v r. 1967. V dalších letech abundance hálek na prutech nepravidelně klesala až k 1,4 (resp. 2,4) hálkám v r. 1974 (resp. 1975) (obr. 1). Podíl vyzobaných hálek (obr. 2) z celkového počtu všech hálek se během let 1967 až 1975 pohyboval v rozmezí od 33,9 do 62,6 % (obr. 3).

Vrbovnu ve Skaličce-Mlýnské a ve Chvalkovicích pilátka *E. laeta* poškozovala minimálně a při některých kontrolách pilátka nebyla zjištěna. Průměrné napadení se pohybovalo od 0,1 do 0,2 hálek na jednom prutu. Při tak



1. Fluktuace pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke (černé) a *Euura mucronata* Htg. (čárkované) ve Skaličce v letech 1965 až 1975. Na svislé ose jsou průměrné počty hálek na jednom prutu – The fluctuation of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke (solid line) and *Euura mucronata* Htg. (broken line) at Skalička in the years 1965 - 1975. Average numbers of galls per osier are given on the y-axis

2. Háčky pilatky *Euura laeta* vyzobané sýkorami. Zvětšeno 1,5krát. Skalička, 1. 10. 1972 – The galls of the sawfly *Euura laeta* pecked out by tits. 1.5-fold magnification, Skalička, 1st October 1972



3. Procentický podíl vyzobaných hálek pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke (plné) a *Euura mucronata* Htg. (čárkované) z celkového počtu hálek ve Skaličce v letech 1965 až 1975 – The percentages of pecked-out galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke (solid line) and *Euura mucronata* Htg. (broken line) out of the total gall number at Skalička in 1965 to 1975

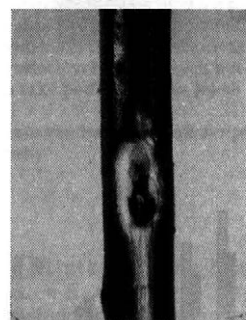
nížší abundanci bylo vyzobávání hálek sporadicky zaznamenáno jen ve Chvalkovicích.

Mnohem více pilátka poškozovala plantáž v Prosenicích a ve Vyskově, kde na prut připadlo průměrně kolem 1,5 hálek. Napadení jednotlivých keřů a prutů bylo velmi nerovnoměrné. Více než polovina prutů byla nepoškozena a na poškozených prutech bylo nalezeno maximálně 12 hálek. Podíl vyzobaných hálek v jednotlivých letech byl poměrně vysoký a pohyboval se v Prosenicích od 40,5 do 63,3 % a ve Vyskově od 35,1 do 53,7 %.

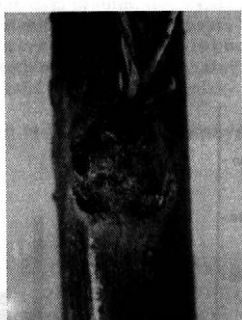
Intenzivně pilatka *E. laeta* poškozovala porost vrby košíkářské v Pouzdřanech. Napadení prutů mělo v letech 1975 až 1981 vzestupný trend, takže v r. 1980 a 1981 bylo v různých částech vrbovny průměrně 1,8 až 3,1 hálky na prutu. Z celkového počtu hálek bylo kupodivu vyzobáno vždy méně než 10 % hálek.

Kromě ptáků se na snižování populační hustoty pilatky *E. laeta* podílejí hmyzí parazitoidi (resp. fakultativní predátoři) a obranná zavalovací činnost rostlinných pletiv a v celkem nepatrné míře fytofágní či fakultativně zoofágní stěvlík *Amara aulica* Panz. Také podíl těchto činitelů na likvidaci pilatky v hálkách se velmi různí v závislosti na lokalizaci vrboven v krajině, na výskytu okolních přirozených či uměle založených porostů vrby košíkářské, stříh porostů, počasí a v neposlední řadě také na provádění pěstebních, těžebních a ochranných opatření.

Ve Skaličce bylo v letech 1965 až 1970 hmyzími parazitoidy z nadě. *Chalcidoidea* (zejména chalcidkou *Eurytoma salicis* Walk. - obr. 4) obsazeno 3,6 až 7,9 % hálek. V r. 1970 bylo na naše doporučení asi 20 % plochy vrbovny ponecháno v neseřezaném stavu. Protože larvy chalcidek vždy zimují v hálkách, chalcidky v neseřezaných prutech unikly likvidaci, k níž by došlo při podzimní, zimní a včasné jarní těžbě prutů a jeho košíkářským zpracování. Na neseřezaných prutech chalcidky dokončily svůj vývoj a vajíčka kladly také do tvořících se hálek pilatky na jednotlivých výhoncích v seřezané části vrbovny. V důsledku toho parazitace hálek stoupla v r. 1971 na 34 % a populační hustota pilatky v roce 1972 klesla na pouhých 2,4 hálky na prutu. Na starších prutech se hálky pilatky *E. laeta* vyskytovaly v mnohem menším množství a proto také početní stav parazitoidů, kteří zimovali v nečetných hálkách, byl poměrně nízký. Z tohoto důvodu již v r. 1972 a v dalších letech příliv parazitoidů z neseřezané části vrbovny slábl a podíl hálek obsazených chalcidkami v seřezávané části vrbovny klesal. V r. 1972 bylo parazitováno 24,6 %, v r. 1973 12,4 %, v r. 1974 7,2 % a v r. 1975 12,5 % hálek. Rovněž v ostatních každoročně seřezávaných vrbovnách podíl hálek obsazených chalcidkami kolísá od 5 % do maximálně 15 %.



4. Tangenciální řez hálkou *E. laeta*. Chalcidka *Eurytoma salicis* Walk. zabubila housenici v prvním instaru. Skalička, 24. 9. 1975 - The gall of *E. laeta* in tangential section. The chalcid *Eurytoma salicis* Walk. killed a first-instar larva. Skalička, 24th September 1975



5. Žir nosatce *Curculio crux* F. při povrchu hálky pilatky *E. laeta*. Skalička, 20. 8. 1975 - The feeding of the weevil *Curculio crux* F. at the surface of *E. laeta* gall. Skalička, 20th August 1975

V neúplně nebo nepravidelně seřezávaných středně starých a starších vrbovnách bývá podíl hálek obsazených chalcidkami většinou mnohem vyšší. V rozlohu malé vrbovny v Prusinovicích stoupl podíl hálek s chalcidkami z necelé 1 % v r. 1962 a 2 % v r. 1963 na téměř 100 % v r. 1968. Zlom v gradaci a skoro úplný zánik pilatky způsobily hlavně chalcidky, vyvíjející se v hálkách na neseřezaném prutu, které sloužilo jako jejich rezervoár, a z velké části i ptáci predátoři, kteří např. v r. 1962 vyzobali 94,9 % a v r. 1963 76,4 % hálek.

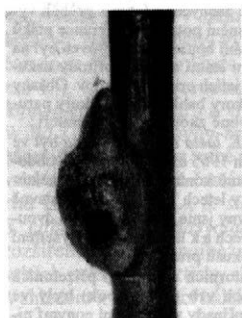
Kromě chalcidek se v hálkách pilatky *E. laeta* často vyvíjejí nosatci *Curculio crux* F. (obr. 5). Ve Skaličce jimi bylo obsazeno 3,1 až 7,0 % hálek. Výskyt nosatce nepřekročil desetiprocentní hranici v žádné zkoumané vrbovně s výjimkou Vyškova, kde byl v r. 1981 nalezen ve 12,9 % hálek.

Dominantní chalcidka *Eurytoma salicis* Walk. i nosatce *Curculio crux* F. nepotřebují ke svému vývoji bezpodmínečně masitou potravu a také část jejich populace v hálkách se živí výlučně fytofágně. V r. 1972 bylo v Skaličce zjištěno, že v hálkách parazitovaných chalcidkou *E. salicis* unikne smrti 4,6 % housenic a v hálkách obsazených nosatcem 8,1 % housenic.

Značná část populace pilatky hyne v důsledku individuální fyziologické indispozice a obranné zavalovací činnosti rostlinných pletiv. Zavalování jsou hlavně vajíčka a nejmladší instary housenic. Ve Skaličce v letech 1965 až 1975 bylo pletivy zavaleno 4,6 až 13,0 % (průměrně 8,8 %) populace pilatky v hálkách.

Z přehledu faktorů podílejících se na snižování populační hustoty pilatky *E. laeta* vyplývá, že v pravidelně a pečlivě seřezávaných kulturách svůj vývoj v hálkách úspěšně ukončí a hálky opustí jen poměrně malá část populace pilatky (obr. 6, 7). Procento opuštěných hálek dosahovalo ve Skaličce 8 až 29,6 %, v Prusinovicích 15,0 až 24,0 % a v Pouzdřanech 30,1 až 52,8 %. O tom, jak velké procento housenic v době přemnožení pilatky hálky opustí, rozhodují hmyzí parazitoidi (chalcidky) a obranná zavalovací činnost rostlinných pletiv v podstatě menší míře než ptáci, jejichž asanační činnosti bývá postiženo 30 až 95 % (průměrně 55 %) housenic.

Naproti tomu v nedůsledně a nepravidelně seřezávaných prutích v hálkách dospívá jen 15 % a v neseřezávaných porostech jen asi 1 % housenic. V takových porostech se početní stavy pilatek udržují na podstatně nižších úrovních činnosti hmyzích parazitoidů, které zde činnost člověka nijak negativně neovlivňují.



6. Opuštěná hálka pilatky *E. laeta* na tenkém prutu. Skalička, 24. 9. 1972 - An abandoned gall of the sawfly *E. laeta* on a thin osier. Skalička, 24th September 1972

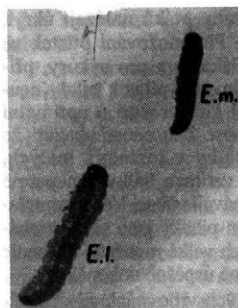


7. Radiální řez prutem s nenápadnou hálkou *E. laeta* umístěnou převážně na prutu. Polovina prutu je odstraněna. Skalička, 1. 10. 1972 - An osier with an inconspicuous gall of the sawfly *E. laeta* located mostly inside the osier (radial section). A half of the osier has been cut off. Skalička, 1st October 1972

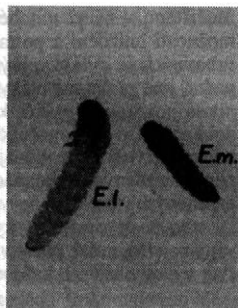
CHARAKTERISTIKA VYZOBÁVÁNÍ HOUSENIC PILATKY *EUURA LAETA* V HÁLKÁCH

Při vyzobávání pilatky *E. laeta* byly nejčastěji pozorovány sýkory koňadry (*Parus major* L.), méně často sýkory babky (*P. palustris* L.), sýkory lužní (*P. atricapillus* L.), sýkory modřínky (*P. coerules* L.) a zejména sýkory parukářky (*P. cristatus* L.). Řidčeji se vyzobávají hálky zúčastňovaly také jiné druhy ptáků. Sýkory po skončení vegetačního období vytvářejí známá a často velmi početná hejna migrující po krajině. V době migrací se hejna soustřeďují ve vrbovnách s přemnoženými pilatkami. V hejnech bývá zastoupen obvykle jeden druh sýkor. Někdy jsou hejna smíšená; v nich zpravidla početně převládá sýkora koňadra.

Vyzobávány jsou dorůstající a dorostlé housenice koncem období jejich výskytu v hálkách (obr. 8 a 9). První vyzobané hálky se objevují obvykle již koncem srpna a začátkem září. Ve Skaličce např. proces vyzobá-

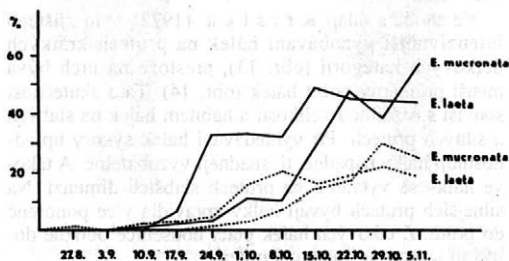


8. Šestý instar pilátky *E. laeta* a *E. mucronata*. Pohled na hřbetní stranu. Zvětšeno dvakrát – The sixth instar of the sawfly *E. laeta* and *E. mucronata*. View of the dorsal side. Twofold magnification



9. Pohled na břišní stranu – View of the ventral side

vání hálek začal v r. 1971 1. 9., v r. 1972 13. 9., v r. 1973 27. 8., v r. 1974 8. 9. a v r. 1975 12. 9. První ojedinělé vyzobané háčky na této lokalitě zaregistroval Křístek (1972) v r. 1968 již v polovině srpna, v r. 1969 15. 9. V době nástupu vyzobávání (13. 9.) se v roce 1972 nacházelo v háčkách 9 % housenic ve čtvrtém instaru, 43 % housenic v pátém instaru, 43 % housenic v šestém instaru a 5 % háček bylo housenicemi opuštěno. K velkému nárůstu procent vyzobaných háček došlo v poslední dekádě září a v první dekádě října. Začátkem tohoto období (24. 9.) bylo v háčkách s neporušeným vývojem pilátky 26 % housenic v pátém instaru, 59 % housenic v šestém instaru a 15 % housenic háčky opustilo. Koncem období nejintenzivnějšího vyzobávání háček (8. 10.) bylo v neporušených háčkách 5 % housenic pátého instaru, 29 % housenic šestého instaru a 66 % háček bylo housenicemi opuštěno. Proces vyzobávání háček byl zcela ukončen 29. 10., kdy se již v háčkách nevyskytovaly žádné housenice šestého instaru (obr. 10 a 11) a z celkového počtu háček bylo 19 % háček housenicemi opuštěno, 19 % napadeno chalcidkami, 8 % nosatcem, 17 % zavaleno, necelé 1 % vyžráno střevlíkem a 42 % vyzobáno. Hlavní období vyzobávání vždy poněkud předchází proces opouštění háček, třebaže první opuštěné háčky se ve vrbových objevují obvykle několik dnů před prvními vyzobanými háčkami (obr. 10).

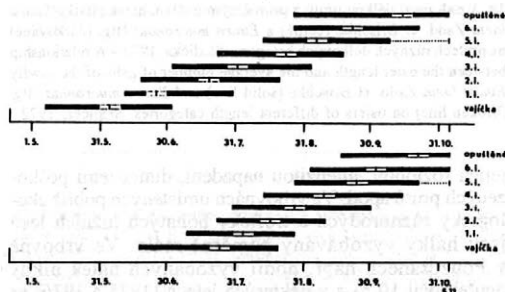


10. Procentický podíl vyzobaných háček pilátky *Euura laeta* Zadd. et Brischke a *Euura mucronata* Htg. z celkového počtu háček v jednotlivých kontrolách (plně). Tečkované je znázorněn proces opouštění háček vyzpělými housenicemi. Skalička, 1972 – The percentage of pecked-out galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke and *Euura mucronata* Htg. out of the total gall number in particular controls (solid line). The process of gall abandoning by mature larvae is plotted with a dotted line. Skalička, 1972

Při vyhledávání vhodných háček se ptáci orientují především zrakem a poklepem. Ve většině případů vyzobávají háčky s housenicemi v pátém a zejména šestém instaru a někdy i háčky s housenicemi ve čtvrtém (případně třetím) instaru. K vyzobávání housenic ve čtvrtém (a zřídka i ve třetím) instaru došlo ve Skaličce např. v r. 1973, kdy vyzobávání háček začalo již koncem srpna. 8. 9. bylo v háčkách s neporušeným vývojem přítomno necelé 1 % housenic třetího instaru, 30 % housenic čtvrtého instaru, 60 % housenic pátého instaru a 9 % housenic šestého instaru. Z celkového počtu 532 háček zjištěných na obvyklém vzorku 100 prutů 8. 9. bylo vyzobáno 82 háček, tj. něco málo přes 15 %. Mikroskopickým posouzením velikosti trusu housenic, velikosti, morfologické struktury a počtu exuvií hlavových schránek housenic jednotlivých instarů bylo určeno vývojové stadium housenic ve vyzobaných háčkách. Z celkového počtu 82 vyzobaných háček byly dvě háčky (necelá 3 %) s housenicí ve třetím instaru, 26 háček (31 %) se čtvrtým instarem a 54 háček (66 %) s pátým a šestým instarem housenic. Výsledky šetření ukazují, že ptáci na počátku období vyzobávání, kdy jsou v háčkách také středně vyzpělé housenice, nevyhledávají pouze háčky s nejvyššími instary housenic, ale všechny háčky s housenicemi vyzobávají víceméně stejnoměrně.

Během září a první poloviny října housenice v háčkách dorůstají a obvykle se již začátkem září začínají objevovat první opuštěné háčky. Proces opouštění háček kulminuje zpravidla koncem září a začátkem října (obr. 10). V tomto období se v háčkách s neporušeným vývojem vyskytuje kolem 25 % housenic pátého instaru a 75 % housenic šestého instaru. Ve druhé dekádě října intenzita vyzobávání háček klesá a koncem října (výjimečně začátkem listopadu) vyzobávání ustává. Koncem období vyzobávání se v háčkách vyskytují pouze housenice šestého instaru. Dorostlé housenice, které nebyly zabity, háčky nejpozději do konce října opouští a zalézají většinou do dřevěných pahýlů, zbylých po seřezaných prutech, kde si v hloubce 0,5 až 8 cm vytvářejí zámotek a v něm zimují (obr. 12). Raritně v háčkách zůstávají housenice nižších instarů, které se opozdíly ve svém vývoji. O jejich dalším osudu nejsou bližší informace.

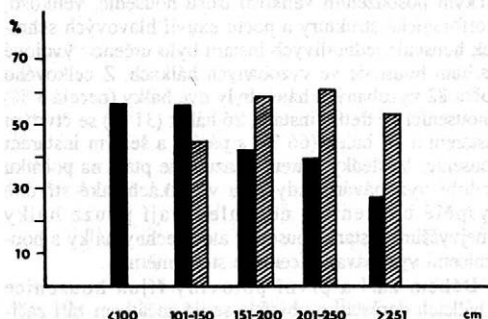
Na rozdíl od opouštění háček housenicemi není vyzobávání háček ptáky proces plynulý, ale nárazovitý (obr. 10). Je modifikován lokalizací vrbov na krajině,



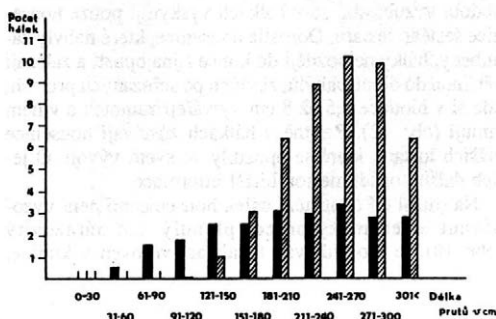
11. Vývoj pilátky *Euura laeta* Zadd. et Brischke (nahore) a *Euura mucronata* Htg. (dole). Tečkované jsou vyznačeny vzácné případy zimování nedorostlých housenic v háčkách. Skalička, 1972 – The development of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke (upper part) and *Euura mucronata* Htg. (lower part). Rare cases of immature larva wintering in galls are plotted with a dotted line. Skalička, 1972



12. Zároveň pilatky *Euura laeta* ve dřevě tenkého pahýlu. Skalička, 28. 3. 1972 – A cocoon of the sawfly *Euura laeta* in the pith of a thin stub. Skalička, 28th March 1972



13. Procentický podíl vyzobaných hálek *Euura laeta* Zadd. et Brischke (černé) a *Euura mucronata* Htg. (čárkované) na prutech různých délkových kategorií. Skalička, 1972 – The percentage of pecked-out halls of *Euura laeta* Zadd. et Brischke (solid line) and *Euura mucronata* Htg. (broken line) on osiers of different length categories. Skalička, 1972



14. Vztah mezi délkou prutů a průměrným počtem hálek pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke (černé) a *Euura mucronata* Htg. (čárkované) na prutech různých délkových kategorií. Skalička, 1972 – A relationship between the osier length and the average number of galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke (solid line) and *Euura mucronata* Htg. (broken line) on osiers of different length categories. Skalička, 1972

jejich rozlohou, intenzitou napadení, dimenzemi poškozených prutů apod. Ve vrbových umístěných poblíž ekologicky různorodých a trojicky bohatých lužních lesů jsou háčky vyzobávány poměrně málo. Ve vrbovně v Pouzdřanech např. podíl vyzobaných hálek nikdy nepřekročil 10 % a v některých letech (1975 a 1976) se pohyboval jen na hranici 5 %. Podobně tomu bylo ve vrbovně v Lechovicích (okres Znojmo), lokalizované přímo v lužním lese. Zato vrbovny v málo lesnaté nebo bezlesé agrární krajině jsou pro ptáky velmi atraktivní. V této uniformní krajině jsou porosty vrb často jediným

útočištěm, v němž mnohé druhy ptáků nalézají úkryt, možnosti hnízdění a potravu. Přemnožování pilatek ve vrbovnách je zvláště velkým lákadlem pro sýkory, případně jiné přelétavé ptáky. Gradace pilatek nikdy neunikne pozornosti ptáků, kteří každoročně v optimální době zahájí svou asanační činnost. Zkušenosti ukazují, že nejintenzivněji vyzobávají háčky v rozlohou malých, silně napadených vrbovnách, zatímco háčky v nepatrně napadených vrbovnách nevyzobávají vůbec. Velké komplexy vrboven se silným výskytem pilatky jsou sice vyzobávány nejvíce, avšak právě v nich velké množství housenic svůj vývoj v háčkách každoročně úspěšně dokončí.

V nestejnoměrně poškozených vrbovnách se vyzobávání hálek zprvu soustřeďuje do nejnapadenějších míst a odtud se šíří do míst méně napadených. V rozsáhlejších celoplošně intenzivně napadených vrbovnách se vyzobávání šíří většinou z několika míst a v závislosti na počtu hejn a množství ptáků postupně postihuje celou vrbovnu. Procento vyzobaných hálek na začátku období vyzobávání se proto v jednotlivých částech vrbovny velmi různí. Koncem období vyzobávání nebývají tyto rozdíly zdaleka tak markantní. Ve snaze postihnout průběh vyzobávání hálek v různých místech vrbovny byla vykonána řada šetření a získány někdy i protichůdné poznatky neumožňující jejich zobecnění. Nejzajímavější výsledky byly v tomto směru získány v 0,2 ha vrbovně v Prusínovicích v r. 1962. Ve střední části vrbovny (s průměrným napadením 11,5 háčky na jednom prutu) bylo vyzobáno 95 % hálek, v jižní části vrbovny (s průměrným napadením 11,6 háčky na prutu) 85 % hálek, v severní části vrbovny (s průměrným napadením 9,7 háčky na prutu) 83 % hálek, v západní části vrbovny (s průměrným napadením 7,4 háčky na prutu) 60 % hálek a ve východní části vrbovny (s průměrným napadením 5,2 háčky na prutu) 65 % hálek. Výsledky dokládají nejen značné rozdíly v intenzitě vyzobávání hálek v různých místech vrbovny, ale především závislost intenzity vyzobávání na intenzitě napadení prutů. Nejsilnější vyzobávání hálek v nejvíce napadených částech vrbovny odpovídá skutečnosti, že ptáci při vyzobávání preferují porosty silně poškozené a porosty s velmi nízkou abundancí pilatek opomíjejí (Křístek, 1972).

Výkon ptáků je obdivuhodný. Dokládají to předcházející údaje z Prusínovic i poznatky ze Skaličky, kde bylo např. v r. 1972 při napadení 2,4 háčky na prutu vyzobáno 42,5 % hálek, v r. 1973 při napadení 5,4 háčky na prutu 62,5 % hálek a v r. 1974 při napadení 1,4 háčky na prutu 51,5 % hálek.

Ve shodě s údaji Křístka (1972) bylo zjištěno intenzivnější vyzobávání hálek na prutech krátkých délkových kategorií (obr. 13), přestože na nich bývá menší průměrný počet hálek (obr. 14). Tato skutečnost souvisí s rozdílnou velikostí a habitem hálek na slabších a silnějších prutech. Při vyhledávání hálek sýkory upřednostňují háčky nápadné, tj. snadnější vyzobatelé. A také háčky se vytvářejí na prutech slabších dimenzí. Na silnějších prutech bývají háčky zpravidla více ponořené do prutů. Z takových hálek ptáci housenice obtížně dobývají a proto je často opomíjejí.

Ptáci vyzobávají háčky v celém úseku prutu obsazeném háčkami, častěji ale háčky výše umístěné. Tyto háčky obvykle více vyčníhají na povrch prutů a housenice jsou v nich pro ptáky snadnější dosažitelné. Protože navíc také proces opouštění hálek housenicemi začíná v průměru o něco dříve ve spodní části napadeného úseku prutu, je průměrná výška umístění hálek s vyzobanými housenicemi

vždy vyšší než průměrná výška opuštěných hálek (obr. 17).

Podrobná měření výšky umístění vyzobaných hálek v závislosti na délce prutů ukázala, že nejslabší pruty jsou vyzobány spíše u báze prutů. Ve Skaličce např. v r. 1972 byly pruty do 100 cm vyzobány v úseku do 30 cm ze 62,2 %, v úseku od 31 do 50 cm ze 55,5 %, v úseku od 51 do 70 cm ze 53,3 % a v úseku od 71 do 90 cm ze 50,5 %. Naproti tomu háčky na silnějších prutech byly vyzobávány vždy spíše v hornější části obsazeného úseku. U délkové kategorie prutů 201 až 250 cm byly háčky umístěné do výšky 30 cm vyzobány ze 34,5 %, háčky umístěné ve výšce 31 až 50 cm ze 37,9 %, háčky ve výšce 51 až 70 cm ze 38,0 %, háčky ve výšce 71 až 90 cm ze 42,2 % a háčky umístěné nad 91 cm ze 52,1 %.

Ve Skaličce bylo prokázáno, že ptáci se při vyzobávání hálek vyhýbají háčkům parazitovaným chalcidkami a nosatci i háčkům zavaleným. Tyto háčky porušené ptáky se vyskytovaly jen zřídka. Parazitované háčky ptáci snadno poznají podle jejich velikosti a tvaru, případně podle poklepu na háčku. Je možné se oprávněně domnívat, že častá povrchová poškození hálek pocházejí právě od zmíněného akustického způsobu zjišťování přítomnosti housenic v háčkách. Navíc přirození hmyzí nepřítel pilatky nejsou pro ptáky vzhledem k jejich malé velikosti atraktivní kořisti. Podíl hálek parazitovaných hmyzem a hálek se zavalenou pilatkou v procentech se proto během měsíců září až listopadu v důsledku vyzobávání hálek nemění (ve Skaličce v roce 1972 kolem 33 %).

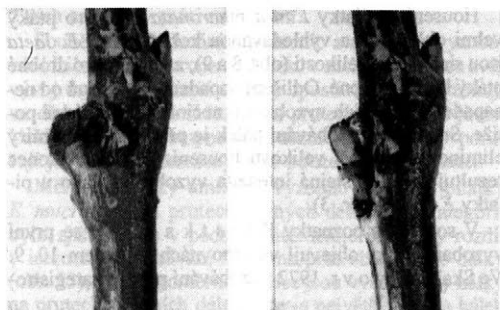
Housenice jsou pro ptáky vyhledávanou pochoutkou a ptáci jsou jejich nenasytnými konzumenty. Jejich dobývání z hálek je však pro ptáky fyzicky náročné. Největší a nejsnadnější přístupné jsou housenice koncem období jejich výskytu v háčkách. V tomto období obvykle tvoří ochranu housenic jen tenká korní pletiva, která nemusí být pro ptáky velkou překážkou. Přesto ale u necelého 1 % hálek nebývá housenice ptáky zničena a nerušeně se vyvíjí dále (obr. 15 a 16). Háčka, kterou pták jednou poškodil, zůstává ostatními nepovšimnuta. Nedokonalé vyzobávání housenic se vyskytuje pouze u obtížně vyzobatelých hálek poškozených z velké části

(anebo zcela) do dřevního válce prutu. Omylem zřídka dochází k poškození hálek opuštěných.

Housenice pilatek nejsou zdaleka výhradním zdrojem potravy sýkor ani v době nejintenzivnějšího vyzobávání hálek. Potvrdily to výsledky analýz obsahu pěti žaludků sýkor (tři koňader, jedné babky a jedné parukářky) v r. 1974. Zbytky dobře identifikovatelných hlavových chránek pilatek *E. laeta* a *E. mucronata* byly zjištěny v žaludku sýkory koňader, ulovené 20. 9. Ve třech žaludcích sýkor ulovených ve druhé polovině října byla diagnostikována kořist větší velikosti [mandelinky, saračata, housenky bělásky zelného (*Pieris brassicae* L.) a jiných druhů motýlů]. V žaludku koňader ulovené 1. 10. bylo kromě zbytků imága lumka a střevlika množství semen lučních trav. V žaludku zvonka (*Carduelis chloris* L.), který se živil převážně semeny, byly 29. 9. nalezeny kromě obligátních gastrolitů zbytky larev motýlů a dobře zachovalé larvy bejlomorky.

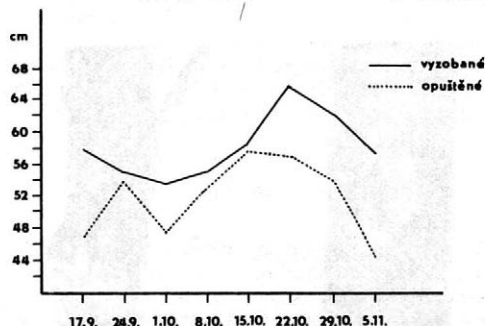
Housenice pilatek jsou pro sýkory a jiné hmyzožravé ptáky natolik vyhledávanou kořistí, že se je ve výjimečných případech pokoušejí získávat z pahýlů po seřezaných prutech. Vzhledem k fyzické konstituci je to pro sýkory a jiné drobné hmyzožravé ptáky úkol příliš obtížný až nemožný. Proto je vyzobávání housenic ze dřevěných pahýlů jen vzácné, a to pouze u nejetených pahýlů.

Více než dvacetiletá pozorování dosvědčují, že ptáci predátoři (a z nich pak zejména sýkory) jsou ve vrbových na Moravě nejvýznamnějším činitelem snižujícím populační hustotu pilatky *E. laeta*. Jejich asanační činnost se soustřeďuje do intenzivně napadených vrbov, v nichž jsou schopni vyzobat až 95 % hálek. Při vyzobávání téměř úplně opomíjejí háčky s hmyzími parazitoidy a háčky s vajíčky či housenicami uhynulými vlivem individuální fyziologické indispozice a obranné zavalovací činnosti rostlinných pletiv. Přes obrovský výkon ptáků se při vysokých abundancích škůdců každoročně dostane do zimovišť množství housenic, které je pro příští rok zárukou pokračování permanentních gradací. Na rozdíl od hmyzích parazitoidů samotní ptáci nejsou schopni gradacím pilatky v každoročně seřezávaných vrbových zabránit, ale škody jen do jisté míry zmírnit.



15. Nedokonalé vyzobaná háčka pilatky *E. laeta*. Skalička, 24. 9. 1972 – An incompletely pecked-out gall of the sawfly *E. laeta*. Skalička, 24th September 1972

16. Nedokonalé vyzobaná háčka pilatky *E. laeta*. V háčce přítomna housenice v pátém instaru. Skalička, 24. 9. 1972 – An incompletely pecked-out gall of the sawfly *E. laeta*. A fifth-instar larva is present in the gall. Skalička, 24th September 1972



17. Průměrné výšky umístění vyzobaných a opuštěných hálek pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke v jednotlivých kontrolách ve Skaličce v roce 1972. Průměrná výška umístění opuštěných hálek je 51,7 cm, průměrná výška umístění vyzobaných hálek je 58,7 cm. Výšky umístění hálek měřeny vždy od místa seřezání prutů na hlavách – The average heights of location of pecked-out and abandoned galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke in particular controls at Skalička in 1972. The average height of location of abandoned galls is 51,7 cm, the average height of location of pecked-out galls is 58,7 cm. The heights of gall location were always measured from the spot on the head from which osiers were cut off

PODÍL PTÁKŮ A OSTATNÍCH ČINITELŮ NA MORTALITĚ PILATKY *EUURA MUCRONATA*

Ze soustavně sledovaných vrboven se pilátka *E. mucronata* nejhojněji vyskytovala ve Skaličce. V letech 1965 až 1975 se zde její abundance pohybovala od 3,4 do 8,5 hálky na jednom prutu (obr. 1). Na prutu se vyskytovalo maximálně 61 hálek, ale na 35 až 55 % prutů převážně krátkých délkových kategorií se hálky nevyskytovaly vůbec (obr. 13). Podíl vyzobaných hálek v jednotlivých letech kolísal mezi 22 až 71 % (obr. 3). Některé charakteristické typy hálek s neporušeným a porušeným vývojem pilátky znázorňuje obr. 18 až 22.

Ve Skaličce-Mlýnkách, kde byla tato pilátka nejméně hojná (kolem 0,6 hálky na prutu), bylo ptáky vyzobáno méně než 20 % hálek. Ve středně napadených vrbových v Prosenicích a Chvalkovicích (1 až 1,5 hálky na prutu) se podíl vyzobaných hálek pohyboval mezi 40 až 60 %. V silně napadených vrbových ve Vyškově (8,7 až 13,0 hálky na prutu) bylo vyzobáno rovněž 40 až 60 % hálek a v Pouzdřanech (6,7 až 13,5 hálky na prutu) jen 10 až

20 % hálek. Při gradaci pilátky v Prusinovicích (průměrně 4,6 až 7,7, maximálně 66 hálek na prutu) bylo vyzobáno 88 až 95 % hálek.

Také pilátka *E. mucronata* má jako své hlavní přirozené nepřátele hmyzy parazitoidy, resp. fakultativní predátory a ptáky. V menší míře se do jejího vývoje promítá individuální fyzická indispozice včetně obranné zavalovací činnosti rostlinných pletiv a zřídka vyžírání hálky střevlíkem *Amara aulica* Panz.

Z hmyzích parazitoidů pilátky jsou nejvýznamnější chalcidky a z nich pak zvláště *Eurytoma aciculata* Ratz. Stejně jako *E. salicis* Walk. zimuje i tato chalcidka v hálkách, na rozdíl od ní však svého hostitele vždycky zabíjí (její larvy jsou v mládí karnivorní). Ve Skaličce v letech 1965 až 1970 bylo chalcidkami parazitováno 0,5 až 5,5 % hálek. V r. 1970 ponecháním pětiny rozlohy prutů v ne-sefezaném stavu stoupla parazitace v r. 1971 na 17,0 %, v dalších letech nepravdělně klesala až na 6,5 % v r. 1975. Na ještě nižší kvantitativní úrovni než ve Skaličce se chalcidky vyskytovaly v Prosenicích, kde jimi bylo napadeno kolem 1,5 % hálek. V devastovaných, nepravdělně či částečně sefezaných vrbových procento parazitace stoupá až k hranici 95 %, případně i výš. V každoročně celoplošně sefezované vrbové např. v Prusinovicích bylo chalcidkami parazitováno jen 0,4 až 0,7 % hálek. Po převedení části vrbovny na remízky pro zvěř a nepravdělně sklízni prouti na zbylé ploše gradace pilátky zanikla. Velmi hojně se chalcidky vyskytovaly např. v Pouzdřanech (až ve 12 % hálek), ve Vyškově (až ve 27 % hálek) a ve Chvalkovicích (až ve 31 % hálek). Zvýšená abundance chalcidek byla způsobena hlavně ponecháváním nekvalitního prouti ve vrbových a výskytem starších sousedních porostů vrb, které slouží jako jejich rezervuár.

V hálkách pilátky *E. mucronata* se vyvíjí druhá generace nosatce *Curculio crux* F. První generace tohoto fakultativního parazitického inkvilina žije hlavně v hálkách pilátky *E. laeta* a pilátek z rodu *Pontania*. V hálkách pilátky *E. mucronata* jeho larvy, případně i dospělci svého hostitele vždy zabíjí. Podíl hálek obsazených nosatcem je většinou menší než u pilátky *E. laeta* (obvykle do 4 %).

Mortalita v důsledku obranné zavalovací činnosti rostlinných pletiv je u pilátky *E. mucronata* větší než u *E. laeta* (Urban, 1993a). Ve Skaličce bylo v hálkách zavaleno 5,4 až 37,5 % (průměrně 15,0 %) populace pilátky; stejně tomu bylo i jinde.

V pravidelně sefezovaných vrbových součinnosti uvedených mortalitních faktorů svůj vývoj v hálkách ukončí zpravidla 10 až 48 % populace pilátky *E. mucronata*. Při gradacích, k nimž dochází pouze v každoročně sefezovaných porostech, ji nejintenzivněji hubí ptáci. Hmyzí parazitoidi se v takových plantážích příliš neprospívají. Větší význam než ptáci mají hmyzí parazitoidi (hlavně chalcidka *Eurytoma aciculata* Ratz.) v částečně nebo nepravdělně téžených vrbových a ve víceletých porostech keřovitých nebo stromovitých druhů vrb.

CHARAKTERISTIKA VYZOBÁVÁNÍ HOUSENICE PILATKY *EUURA MUCRONATA* Z HÁLEK

Housenice pilátky *Euura mucronata* jsou pro ptáky velmi oblíbenou a vyhledávanou kořistí. Proti *E. laeta* jsou sice menší velikosti (obr. 8 a 9), zato jsou pro drobné ptáky lépe přístupné. Odlišení napadených pupenů od nenapadených a jejich vyzobávání nečiní ptákům žádné potíže. Snadnější vyzobávání hálek je přítom do jisté míry eliminováno menší velikostí housenic; z toho nakonec rezultuje zhruba stejná intenzita vyzobávání jako u pilátky *E. laeta* (obr. 3).

V souladu s poznatký Křístka (1972) se první vyzobané hálky objevují ve vrbových již kolem 10. 9. Ve Skaličce bylo v r. 1972 vyzobávání poprvé zaregistro-



18. Hálka pilátky *E. mucronata* s housenicí v pátém instaru. Skalička, 3. 9. 1972 – A gall of the sawfly *E. mucronata* with a fifth-instar larva. Skalička, 3rd September 1972



19. Vyspělá hálka pilátky *E. mucronata* vyzobaná sýkorou. Skalička, 22. 10. 1972 – A mature gall of the sawfly *E. mucronata* pecked out by a tit. Skalička, 22nd October 1972



20. Hálka pilátky *E. mucronata* s housenicí uhynulou ve třetím instaru, poškozená sýkorou. Zvětšeno 2,5krát. Skalička, 15. 10. 1972 – A gall of the sawfly *E. mucronata* with a larva which died in the third instar, as damaged by a tit. 2.5-fold magnification. Skalička, 15th October 1972



21. Hálka pilátky *E. mucronata* s opouštěcím otvorem. Housenice hálku opustila. Skalička, 8. 10. 1972 – A gall of the sawfly *E. mucronata* with an escape aperture. A larva has abandoned the gall. Skalička, 8th October 1972



22. Hálka pilátky *E. mucronata* obsazená nosatcem *Curculio crux* F. Na boku hálky je opouštěcí otvor nosatce. Zvětšeno dvakrát. Skalička, 17. 9. 1972 – A gall of the sawfly *E. mucronata* parasitized by the weevil *Curculio crux* F. There is an escape aperture of the weevil on the gall side. Twofold magnification. Skalička, 17th September 1972

váno 10. 9., v r. 1973 8. 9. a v r. 1974 14. 9. Rozdíly v nástupu vyzobávání nebývají v jednotlivých letech na stejné lokalitě zpravidla větší než deset dnů, na různých lokalitách obvykle ne větší než 16 dnů. Koncem září a v první polovině října vyzobávání hálek vrcholí a koncem října končí (obr. 10). Období vyzobávání trvá osm týdnů (stejně jako u *E. laeta*).

Na počátku období vyzobávání jsou v hálkách přítomny housenice třetího až šestého instaru a výjimečně i housenice druhého instaru. Někdy byly v tuto dobu na prutech nalezeny také první háčky opuštěné housenicemi. Nej přesnější údaje o zastoupení jednotlivých vývojových stupňů housenic na začátku období vyzobávání hálek pocházejí ze Skaličky z r. 1972, kdy byla v kontrole provedené 10. 9. nalezena první vyzobaná hálka. V tomto termínu bylo v hálkách s neporušeným vývojem 0,7 % housenic druhého instaru, 14,2 % housenic třetího instaru, 60,2 % housenic čtvrtého instaru, 21,7 % housenic pátého instaru, 3,2 % housenic šestého instaru a žádná hálka s opuštěnými housenicemi. V období nejintenzivnějšího vyzobávání (8. 10.) bylo v hálkách 2,6 % housenic čtvrtého instaru, 27,2 % housenic pátého instaru, 57,6 % housenic šestého instaru a 12,6 % housenic háčky již opustilo. Na konci období vyzobávání (29. 10.) bylo v hálkách s neporušeným vývojem přítomno 15,3 % housenic šestého instaru a 84,7 % hálek bylo housenicemi opuštěno (obr. 11).

Ptáci při vyzobávání dávají přednost (i když se tak výrazně jako u *E. laeta*) hálkám s živou housenicí. Objektivnost tohoto tvrzení byla prověřena srovnáním procent hálek s parazity včetně hálek se zavalenou pilatkou z celkového počtu všech hálek. Ve Skaličce se v r. 1972 toto procento pohybovalo v září od 22 do 37 (průměrně 27), v říjnu od 21 do 35 % (průměrně 28 %) a v listopadové kontrole činilo 27 %. V r. 1973 bylo průměrně parazitovaných a zavalených hálek v září 19 %, v říjnu 14 % a v listopadu 10 %, v r. 1974 v září 27 %, v říjnu 17 % a v listopadu 15 % z celkového počtu hálek. V r. 1972 byly tedy s největší pravděpodobností vyzobávány převážně jen háčky s živou housenicí. V následujících dvou letech sice došlo během období vyzobávání ke značnému úbytku zastoupení parazitovaných a zavalených hálek v procentech, ale zřejmě nadpoloviční většinu z nich ani tehdy ptáci nevyzobali.

Souběžně s dorůstáním housenic a nárůstem vyzobávání hálek stoupá procento hálek, v nichž housenice svůj vývoj úspěšně dokončí a háčky opouští. Housenice zimují ve dřevě pahýlů po seřezaných prutech a řídceji i jinde. Vzhledem k nedostupnosti housenic ptáci pahýly porušují jen velmi sporadicky, a to pouze pahýly nejtenčí.

Měřením výšky umístění vyzobaných hálek pilatky *E. mucronata* na prutech různých délkových kategorií bylo zjištěno, že v podstatě neexistuje průkazný rozdíl v intenzitě vyzobávání hálek na prutech rozdílné délky (obr. 13), i když poměrně nejvíce jsou vyzobávány háčky na prutech středních délek, kde je největší denzita hálek (obr. 14); nejméně jsou vyzobávány na prutech nejkratších.

Analýzou vyzobávání hálek na prutech různých délek se dále prokázalo, že úsek prutu obsazovaný hálkami je nejvíce vyzobáván ve střední části. Ve Skaličce např. v r. 1972 byly háčky na prutech dlouhých 201 až 250 cm umístěné ve výšce 101 až 150 cm vyzobány ze 61,2 %, ve výšce 151 až 200 cm ze 62,4 % a ve výšce 201 až 250 cm z 52,4 %. Háčky na prutech dlouhých 251 až 330 cm, umístěné ve výšce 101 až 150 cm, byly vyzo-

bány pouze ze 47,4 %, zatímco háčky umístěné ve střední třetině obsazeného úseku ve výšce 151 až 200 cm již z 59,8 % a háčky umístěné v nejvyšším úseku 201 až 250 cm ze 49,6 %. Rozdíly v intenzitě vyzobávání hálek nepochybně souvisejí s rozdílnou denzitou hálek ve středním a obou krajních úsecích prutů obsazovaných hálkami pilatky *E. mucronata*.

Proces vyzobávání housenic je stejně jako u pilatky *E. laeta* nárazový (obr. 10) a ovlivňují ho hlavně trofické poměry v krajině. Výskytem jiných vhodných potravních zdrojů si zřejmě lze vysvětlit slabé (maximálně 36%) vyzobávání hálek ve vrbových v Pouzdřanech, která je v bezprostřední blízkosti ekologicky diverzifikovaného lužního lesa s vysokými početními stavy sýkor a jiných drobných hmyzožravých ptáků.

Vrbovny lokalizované v agrárních ekosystémech jsou během gradací pilatek velmi silně vyzobávány. Při stejnoměrné intenzitě napadení prutů bývají v zastoupení vyzobaných hálek v různých místech vrbovny většinou malé rozdíly. Při nerovnoměrné disperzi pilatky bývá procento vyzobaných hálek v napadenějších částech zpravidla vyšší.

Při vyzobávání malých prutů ptáci mají tendenci zapadat spíše do středových částí porostu. Nasvědčují tomu např. poznatky z Prusinovic z r. 1962, kdy bylo ve střední části prutů (při napadení pouhých 4,7 háčky na jednom prutu) vyzobáno 91,8 % hálek. V okrajových částech prutů s rozdílným stupněm napadení (od 5,2 do 10,6 háčky na prutu) procento vyzobaných hálek se stoupajícím napadením vzrůstalo od 65,4 do 95. Velmi silně vyzobávání hálek pilatky *E. mucronata* ve středních partiích porostu bylo zřejmě způsobeno vysokou abundancí pilatky *E. laeta*.

Mnohaletá pozorování a laboratorní šetření potvrzují obrovský význam ptáků (a z nich pak zejména sýkor) při hubení pilatky *E. mucronata*. Na rozdíl od pilatky *E. laeta* jsou vyzobávány *E. mucronata* zčásti ničení také její hmyzí parazitoidi. Podobně jako u druhu *E. laeta* se asanační činnost ptáků nejvíce projevuje v silně napadených vrbových, kde může být vyzobáno až 95 % celkové populace pilatky *E. mucronata*.

V prutích s nízkou abundancí pilatky a v silně devastovaných pravidelně neseřezávaných porostech stejně jako ve víceletých porostech mimo prutů je podíl ptáků na mortalitě pilatky malý. Jejich úlohu zde přebírají hmyzí parazitoidi, kteří jedině dokážou gradace pilatky tlumit a trvale udržovat její početní stavy na úrovni tzv. železné zásoby.

ZÁVĚR

Ptáci (a z nich především sýkory) jsou významným činitelem podléhajícím se na snižování populační hustoty pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke a *Euura mucronata* Htg. ve vrbových. Dlouhodobým studiem jejich asanační činnosti ve vybraných vrbových na Moravě byly získány poznatky umožňující vyslovení těchto závěrů:

Oba druhy pilatek ptáci hubí ve stadiu dorůstajících a dorostlých housenic v hálkách a sporadicky ve stadiu eonymf ve dřevě pahýlů zbylých po seřezaných prutech. Období vyzobávání začíná obvykle v polovině září, vrcholí v poslední dekádě září a v první dekádě října a končí koncem října. V době nejintenzivnějšího vyzobávání se v hálkách pilatky *E. laeta* s neporušeným vývojem vyskytují zpravidla jen housenice pátého a hlavně

šestého instaru, v hálkách pilatky *E. mucronata* zpravidla jen housenice čtvrtého a hlavně pátého a šestého instaru. Ve stejnou dobu u pilatky *E. laeta* kulminuje a u *E. mucronata* výrazně narůstá opouštění hálek a odchod housenic do zimovišť.

Bylo zjištěno, že na počátku období vyzobávání hálek pilatky *E. laeta*, kdy jsou v hálkách přítomny také housenice nižších instarů (počínaje třetím instarem), ptáci při vyzobávání hálek nedávají přednost hálkám s nejvyššími instary, ale všechny háčky s živými housenicemi vyzobávají víceméně stejnoměrně. Háčky pilatky *E. laeta* obsazené chalcidkami (hlavně druhem *Eurytoma salicis* Walk.) a nosatci *Curculio crux* F. ptáci téměř zcela opomíjejí a tím negativně neovlivňují jejich početnost. Naproti tomu u druhu *E. mucronata* bývalá činnost ptáků zlikvidována až polovina hmyzích parazitoidů (hlavně chalcidky *Eurytoma aciculata* Ratz.) a nosatce *Curculio crux* F. Obsah pupenových hálek *E. mucronata* je totiž pro ptáky hůře rozpoznatelný a kořist snadněji dosažitelná než v osních hálkách *E. laeta*.

Nejvíce jsou vyzobávány háčky v silně napadených vrbových. Vrbovny s velmi nízkou abundancí pilatek ptáci většinou opomíjejí. U stejnoměrně poškozených porostů se vyzobávání šíří nárazovitě z více míst vrbovny, u nestejnoměrně napadených porostů z nejnapadenějších míst do míst méně napadených. Háčky pilatky *E. laeta* na krátkých prutech jsou vyzobávány častěji než na prutech delších. Na středně dlouhých a nejdelších prutech jsou vyzobávány spíše háčky v hořejších částech obsazeného úseku, na nejnižších prutech pak spíše u jejich báze. Ve výskytu procent vyzobaných hálek pilatky *E. mucronata* na prutech různých délkových kategorií nebyl zjištěn průkazný rozdíl. Pruty jsou vždy vyzobávány nejintenzivněji ve střední části háčkami obsazeného úseku.

Oba druhy housenic jsou pro ptáky velmi vyhledávanou kořistí. Jak ukázaly výsledky rozboru žaludků sýkor, kromě housenic pilatek v období vyzobávání hálek souběžně využívají ostatní disponibilní zdroje potravy.

Výkon ptáků při vyzobávání hálek je obdivuhodný. Bylo prokázáno, že jsou schopni vyzobat až 95 % hálek pilatky *E. laeta* (při průměrném napadení 11,5 háčky na jednom prutu) a stejný podíl pilatky *E. mucronata* (při průměrném napadení 10,6 háčky na prutu). Na nárůst abundance pilatek v každoročně seřezávaných vrbových však reagují opožděně a proto nemohou ani zabránit vzniku gradací, ani je likvidovat.

Přirozený zánik gradací pilatek mohou přivodit jediné hmyzí parazitoidy (chalcidky). Ti jsou však v intenzivně obhospodařovaných vrbových likvidováni při sklizni a zpracování proutí a v rozhodující míře se mohou uplatnit v nepravidelně nebo částečně seřezávaných vrbových a zejména ve víceletých porostech vrb.

Literatura

- KALINA, V. - KRÍSTEK, J. - URBAN, J.: Die in Gallen der Blattwespen *Euura laeta* (Zaddach) und *Euura mucronata* (Hartig) sich entwickelnden Chalciden. Acta Univ. agric. (Brno), Ser. C, 52, 1983, č. 1-2: 159-174.
- KRÍSTEK, J.: Die Blattwespen *Euura laeta* und *Euura mucronata* in den Korbweidenanlagen Mährens. Acta Sc. Nat. (Brno), 6, 1972, č. 4: 1-96.
- KRÍSTEK, J. - URBAN, J.: Die Entwicklung des Rüsselkäfers *Curculio crux* F. (Curculionidae, Coleoptera) in Gallen der an Weiden lebenden Blattwespen *Euura laeta* (Zadd.) und *Euura mucronata* (Htg.). Acta Univ. agric. (Brno), Ser. C, 43, 1974, č. 1: 29-39.

KRÍSTEK, J. - URBAN, J.: The use of parasites for the reduction of the population density of willow sawflies *Euura laeta* (Zadd.) and *Euura mucronata* (Htg.). Biol. and biotechnol. control of forests pests. Proc. of the nat. wide confer. with Internat. particip. Tábor (ČSSR), 1985.

PRICE, P. W. - ROININEN, H. - TAHVANAINEN, J.: Why does the bud-galling sawfly, *Euura mucronata*, attack long shoots? Oecologia, 74, 1987a: 1-6.

PRICE, P. W. - ROININEN, H. - TAHVANAINEN, J.: Plant age and attack by the bud galler, *Euura mucronata*. Oecologia, 73, 1987b: 334-337.

URBAN, J.: K výskytu a bionomii stěvlíkovitých (Carabidae) ve vrbových ve Skalici u Hranic na Moravě. Čas. Slez. Muz., (A), 30, 1981: 153-176.

URBAN, J.: Stěvlíkovití (Carabidae) vrbovny a lužního lesa v Pouzdřanech. Část I. Lesnictví, 29, 1983, č. 7: 573-590.

URBAN, J.: Salicikolní nosatcovití (Curculionidae) ve vrbových na Moravě. Část I. Acta Univ. agric. (Brno), Ser. C, 53, 1984, č. 1-4: 123-147.

URBAN, J.: Možnosti rozlišení pilatek *Euura laeta* Zadd. et Brischke a *Euura mucronata* Htg. (Hymenoptera, Tenthredinidae). Acta Univ. agric. (Brno), Ser. C, 60, 1992, v tisku.

URBAN, J.: Mortalität der Blattwespe *Euura laeta* Zadd. et Brischke *Euura mucronata* Htg. (Symphyta, Tenthredinidae) infolge der physiologischen Ursachen und der Abwehrüberwallungstätigkeit der Pflanzengewebe. Entomologia generalis, 1993, v tisku.

URBAN, J.: Beitrag zum gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse über salicicole Insektenarten in den Weidenanlagen Mährens. Acta Sc. Nat. (Brno), 27, 1993b, č. 1: 1-42.

ZLATNÍK, A.: Biogeografie I., list č. 21. In: Kolektiv autorů: Atlas ČSSR, Praha, 1966.

Dotlo 5. 1. 1993

URBAN, J. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno): Pecking galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke and *Euura mucronata* Htg. (Symphyta, Tenthredinidae) by birds. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (5): 192-201.

A mass outbreak of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke and *Euura mucronata* Htg. is often observed in osier plantations with osier willow (*Salix viminalis* L.) in which osiers are cut off every year. Insectivorous birds, out of them particularly tits, participate in a reduction of the sawfly population density in galls, in addition to pest parasitoids or facultative predators, and to the defensive healing-up activity of plant tissues.

Developing and mature larvae are being pecked from mid-September to the end of October. While the birds almost completely neglect the galls of *E. laeta* parasitized by chalcids (mainly *Eurytoma salicis* Walk.) and by the weevil *Curculio crux* F. and also healed-up galls, they peck as much as 50 % of the galls of *E. mucronata* parasitized by chalcids (mainly *Eurytoma aciculata* Ratz.) and by the weevil *Curculio crux* F. and also healed-up galls.

Sawfly larvae are a very sought-for prey for birds. On the other hand, while intensively pecking the galls, they also make use of other sources of food available. The percentage of pecked-out galls is highest in heavily infested osier plantations. The higher percentage of pecked-out galls of *E. laeta* is found on short osiers (particularly at their bases). On medium-long and long osiers the birds prefer pecking higher located galls. There was no significant difference in the intensity of pecking the galls of *E. mucronata* on osiers of different length categories. The highest gall pecking intensity was observed in the middle part of the osier segment parasitized by this sawfly galls.

Birds always respond with delay to the growth of sawfly abundance in osier plantations, hence they are not able to prevent a mass outbreak. They can peck out up to 95 % of *E. laeta* galls (with the average infestation rate of 11.5 galls per osier) in intensively infested osier plantations, and the same percentage of *E. mucronata* galls (with the average infestation rate of 10.6 galls per osier). In spite of this admirable birds' performance, a large number of larvae reach wintering places which are a guarantee of the continuation of permanent gradations. Only insect parasitoids (chalcids) can provide for the natural end of

mass outbreak. The chalcids, unlike the sawflies, winter in the galls, so they are liquidated with cut-off osiers every year. Their role is very important in the osier plantations in which osiers are cut off irregularly or only a part of them, and in older osier stands. The mass outbreak of the sawfly is not observed in these stands, thus the participation of birds in their pecking is very low there.

forest conservation; insectivorous birds; sawfly biology; osier plantations; osiers

Kontaktní adresa:

RNDr. ing. Jaroslav Urbán, Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

RECENZE

ELECTRO-DIAGNOSTICS OF THE HEALTH OF OAK TREES

(Elektrodiagnostika zdravotního stavu dubů)

V. Rajda

Československá akademie věd, Brno, 1992. 40 s., cena 20 Kč.

Jde o unikátní studii, zabývající se vztahem mezi zdravím stromů a elektrickými proudy (autor je nazývá geo-phytoelektrické proudy, ve zkratce GPEC), které probíhají mezi elektrodou zaraženou do kambální zóny ve spodní části kmene stromu a elektrodou zemnicí. Obě jsou zhotoveny ve tvaru duté trubky z aluminia (dural) o vnějším průměru 10 mm. Autor používá k měření proudů univerzální měřicí přístroj PU 500 (výrobek Metry Blansko) s rozsahem 0,2 μ A až 10 A. Pro měření napětí mezi elektrodami používá stejný přístroj s rozsahem 0,1 mV až 600 V. V obou případech je přesnost přístroje $\pm 2,5$ %. Vnitřní odpor multimetru je podle autora 100 k Ω . Přístroj propojuje s elektrodami izolovaným měděným vodičem o průřezu 1,5 mm².

Intenzita měřených proudů je úměrná stupni poškození umírajících dubů a to tak, že proud je nulový v případě již mrtvého stromu. Čím vyšší proud, tím zdravější strom. I když je práce zaměřena na zkoumání zdravotního stavu dubů, lze v ní uvedenou metodiku použít i pro jiné dřeviny.

Velikost proudů závisí nejen na poškození stromů, ale i na jejich výčetní tloušťce a druhu dřeviny. Nejvyšších hodnot dosahují proudy GPEC u dubů a nejnižších u smrků. Proudů nabývají vyšších hodnot se zvětšující se výčetní tloušťkou.

Pro určení zdravotního stavu stromu je důležitý celoroční průměr uvedených proudů zkoumaného stromu. Proudů GPEC dosahují u zdravých stromů své maximální hodnoty na přelomu července a srpna, a to (kromě smrku) ve tvaru ostré špičky. U habrů dosahuje maximální proud hodnotu až přes 400 μ A. U smrků není maximum ostré a maximální proud dosahuje hodnot přes 100 μ A.

V případě buků rozdělil autor jejich zdravotní stav na šest stupňů, a to: I.A - 0 % poškození, I.B - 0 % poškození, II. - méně než 30 % poškození, III. - 31 až 60 % poškození, IV. - 61 až 90 % poškození, V. - 100 % poškození.

Velikost proudů roste s výčetní tloušťkou. U dubů je tento růst asi do 40 cm výčetní tloušťky, potom již zůstává zhruba konstantní.

Hodnota proudů u jednoho stromu závisí také na tom, v jaké vzdálenosti od země je elektroda do stromu zaražena. Se stoupající výškou proud klesá.

U nemocných či poškozených dubů nemá celoroční průběh proudů GPEC ostré maximum, ale stoupající průběh křivky koncem května se ohýbá do vodorovné polohy a v ní setrvává až do poloviny září. Poškozený strom lze na základě celoročního průběhu proudů snadno rozoznat. Existují však i jiné průběhy proudů poškozených stromů.

Při napojení stromu na mikropřeměrný proud v okamžiku zapnutí maximální hodnoty. Proud rychle klesá a během 10 s se ustálí na poměrně nízké hodnotě. Počáteční maximální hodnoty proudů je poměrně obtížné zachytit.

Zdravotní stav stromů lze však také určit podle napětí mezi stromem a zemí. Hodnota napětí u zdravého dubu se pohybuje kolem 1 V a se stoupajícím poškozením klesá až k nule u mrtvých stromů.

V publikaci jsou pro dub zařazeny tabulky, kde jsou v závislosti na průměru stromu a stupni poškození uvedeny rozsahy GPEC proudů. Při jejich použití lze rychle určit stupeň poškození stromu. Zjištěný stav poškození lze ještě potvrdit měřením elektrického odporu mezi stromem a zemí. U dubů ve druhém stupni poškození je např. tento odpor 30 až 50 Ω , v pátém stupni 30 až 60 k Ω .

Na závěr studie jsou souhrnně uvedeny symptomy nemocných stromů, následuje diskuse, potom závěry a seznam literatury. Práce je uspořádána velmi pečlivě a je napsána srozumitelně. Lze si jenom přát, aby studie byla publikována i v češtině.

Ing. et ing. Stanislav Jura, CSc.,
VŠZ Praha, lesnická fakulta

POSUDZOVANIE USTÁLENOSTI BYSTRÍN V OBLASTI ŠKOLSKÉHO LESNÉHO PODNIKU TECHNICKEJ UNIVERZITY VO ZVOLENE

M. Jakubis

Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolene

V práci sú uvedené výsledky posudzovania ustálenosti bystrín v oblasti ŠLP TU vo Zvolene (Kremnické vrchy). Posudzovanie ustálenosti bystrín má veľký význam z hľadiska určovania naliehavosti prípadných úprav bystrín, ale aj pre hodnotenie stability celého bystrinného ekosystému. V niektorých tokoch už môžeme považovať vytváranie koryta za ukončené, v niektorých dochádza k výraznej priečnej a pozdĺžnej erózii, proces vytvárania koryta pokračuje. Ustálenosť môžeme posudzovať podľa rôznych empirických vzťahov, ktoré pochádzajú zo zahraničia, a preto je potrebné ich overovanie v našich podmienkach. Výsledkom výpočtov podľa týchto vzťahov sú hodnoty súčiniteľov kvázirvnomerného prúdenia M , ktorými je možné určovať aj hodnoty stupňa ustálenosti bystrín. V nami skúmaných prípadoch na desiatich povodiach platiť bystrín sa pohybovali hodnoty M od 0,46 po 0,74. Najreálnejšie výsledky sme dosiahli vzťahom 2 podľa K. V. Grišaniina, podľa ktorého sa hodnoty M pohybovali od 0,46 po 0,67. Realnosť výsledkov bola potvrdená ich porovnaním so skutočným stavom skúmaných bystrín.

erózia; bystriny; ustálenosť; stabilita ekosystémov

Stupeň ustálenosti bystrinných koryt výrazne ovplyvňuje vývoj špecifických rastlinných a živočíšnych spoločenstiev v blízkosti bystrín i v nich samotných, čo zase priamo ovplyvňuje stabilitu bystrinných ekosystémov. Dlhoročný korytotvorný proces postupne smeruje k určitému prirodzenému vytváraniu ustálených úsekov bystrín, ktoré umožňujú vývoj rastlinných spoločenstiev na brehoch, čím sa vytvára aj prirodzená ochrana pred eróziou a zvyšuje sa stabilita koryta. Človek môže svojimi zásahmi výrazne ovplyvňovať stupeň ustálenosti bystrinných koryt. Uvedené zákonitosti navzájom ovplyvňujú celkovú kvalitu prírodného prostredia. Z uvedených faktorov vyplýva aj potreba zisťovania stupňa ustálenosti koryt bystrín.

Bystriny si svojimi typickými vlastnosťami vytvárajú medzi vodnými tokmi špecifické postavenie a viac alebo menej sa od nich odlišujú. Pre bystriny je charakteristické výrazné kolísanie prietokov v určitých časových intervaloch a typické erózo-akumulačné procesy. Okrem toho bystrinu možno charakterizovať ako kratší tok, alebo jeho časť s malým povodím, s veľkým a nepravidelným pozdĺžnym sklonom (aj 25 % a viac), s nepravidelným smerom toku a tvarom prietokového profilu. Brehy bystrín sú tvorené príľahlými svahmi, v ktorých podmieňaním ich páty nastáva zníženie ich stability a dochádza k následným zosuvom vrátane porastu. Tým vzniká zdroj veľkého množstva splavenín a iného materiálu, ktorý je transportovaný do dolných úsekov bystrín.

Ustálenosť bystrinného koryta sa dá chápať ako jeho hydraulická rovnováha s takým stavom, ktorý koryto nenarušuje pri malých, stredných, ani veľkých prietokoch. Bystriny majú počas svojho dlhotrvajúceho vývoja (korytotvorného procesu) schopnosť prirodzeného ustálova-

nia. Nízky stupeň ustálenosti bystrinného koryta vytvára predpoklady pre torenciálnu eróziu. Naopak, ako uvádza Val'týni (1989), vysoký stupeň ustálenosti koryta nie je predpokladom aj pre zachovanie stability bystrinných ekosystémov. Dlhé stabilné úseky s malou vertikálnou a horizontálnou členitosťou koryta dosahované jeho umeľou úpravou narušujú stabilitu bystrinných ekosystémov.

Ustálenosť bystrinného koryta je možné posudzovať pomocou hodnoty súčiniteľa kvázirvnomerného prúdenia - M , pre výpočet ktorej odvodili empirické vzťahy viacerí autori - napr. Grišaniin (1981), Kaganov (1981), Železníakov (1981) (in Macura, 1990).

Zmienou problematikou sa doteraz u nás zaoberali podrobnejšie napr. Macura (1987, 1990) a Val'týni (1989, 1990). V našom výskume sme si stanovili za cieľ overiť jednotlivé existujúce empirické vzťahy a možnosť aplikácie ich použitia v konkrétnych podmienkach na bystrinných tokoch s následným konfrontovaním vypočítaných (teoreticky odvodených) hodnôt súčiniteľov kvázirvnomerného prúdenia so skutočným stavom skúmaných koryt bystrín.

Na výpočet hodnôt súčiniteľa kvázirvnomerného prúdenia uvádza Macura (1990) tieto vzťahy:

podľa Grišaniina rovnicu:

$$M = 0,15 \cdot \log \frac{1000 H}{d_{50}} \quad (1)$$

ktorá má platnosť pre $3 < H/d_{50} < 200$
a rovnicu:

$$M = \frac{R \cdot (g \cdot B)^{1/4}}{Q k^2} \quad (2)$$

s uvádzanou platnosťou pre $3 < H/d_{50} < 1000$;
podľa Železníakova rovnicu:

$$M = 0,13 \cdot \log \frac{1000 H}{d_{50}} \quad (3)$$

s platnosťou pre $H/d_{50} < 50$
a podľa Kaganova rovnicu:

$$M = 0,7 \cdot \left(\frac{B \cdot d_{50}}{H^2} \right)^{1/4} \quad (4)$$

a platnosťou pre podmienku $3 < H/d_{50} < 200$.

V uvádzaných vzťahoch znamená:

- M - súčiniteľ kvázirvnomerného prúdenia,
- H - hĺbka prietokového profilu (m),
- d_{50} - veľkosť zrna zodpovedajúca 50% zastúpeniu odčítanom na krivke zrnitosti (m),
- R - hydraulický polomer (m),
- g - tiažové zrýchlenie (9,81 m.s⁻²),
- B - šírka koryta v brehoch (m),
- Q_k - kapacitný prietok (prietok pri plnom profile, m³.s⁻¹).

Pozn.: hodnoty H , R , B sa vzťahujú ku Q_k .

Skúmanie ustálenosti bystrín sme vykonávali v oblasti ŠLP TU vo Zvolene na piatich bystrinných tokoch (Sielnický potok, Kováčovský potok, Bieň, Túrová a Železnobreznický potok). Všetky toky sú pravostrannými prítokmi rieky Hron z Kremnických vrchov, ktoré sú časťou orografického celku Slovenské stredohorie. V súvislosti s riešením výskumnej úlohy sme skúmali toky posudzované okrem vizuálneho hodnotenia aj výpočtom koeficienta bystrinnosti podľa metódy Gavriloviča (1972), ktorú pre naše podmienky navrhol Š k o p e k (1989) a je zakotvená v Zmene a-7/1989 k ČSN 73 6820 *Úpravy vodných tokov*. Vypočítaný koeficient bystrinnosti pre jednotlivé toky sa pohyboval v rozpätí od $K_b = 0,111$ po $K_b = 0,313$, teda bystrinnosť bola preukázaná aj výpočtom. Vzhľadom na rozsiahlosť problematiky sú výsledky tohto skúmania obsahom inej práce.

Pohorie Kremnické vrchy má treťohorný vulkanický pôvod (ide o región neovulkanitov). Materskými horninami sú pyroklastiká pyroxenických andezitov - andezitové tufy, tufity, aglomerátové tufy a tufové aglomeráty. Bazálne polohy skúmaných povodí tvoria tufy s vložka-

mi fľov, štrkov a pieskovecov. Stredné polohy tvoria tufy a aglomeráty. Andezity budujú prevažne vrcholové časti povodí - horské masívy a hrebene. Zastúpenie andezitov je odhadované na 10 - 20 % plochy tohto sopečného pohoria.

Povodia, v ktorých sme uskutočňovali výskum, sa podľa klimatickej klasifikácie bývalého Československa nachádzajú vo všetkých troch klimatických oblastiach - teplej (A), mierne teplej (B) a chladnej (C). Bazálne polohy najnižšie položených skúmaných povodí patria do teplého mierne vlhkého klimatického obvodu A_6 s chladnou zimou. V nadmorskej výške 400 - 500 m spadajú povodia do klimatického obvodu B_5 - mierne teplého a mierne vlhkého, vyššie polohy povodí do mierne teplého vlhkého klimatického obvodu B_8 . V nadmorskej výške 700 m nastupuje klimatická oblasť C_1 - chladná s dostatkom vlhody, do ktorej zasahujú najvyššie časti skúmaných povodí. Priemerný ročný úhrn zrážok v oblasti sa pohybuje od 600 do 1 000 mm.

Výskum sme uskutočnili v nadmorských výškach od 280 m po 512 m s priemernými nadmorskými výškami povodí od 482 m po 780 m. Najvyššou kótou skúmaného územia je vrch Laurín (1026 m n.m.), ktorý je na rozvodnici Sielnického potoka a spadá do povodia tohto toku.

I. Geometrické a hydraulické charakteristiky skúmaných tokov - Geometrical and hydraulic characteristics of the investigated water-course

PÚ č.	Názov toku, km (staničenie) ¹	H (m)	b (m)	B (m)	S (m ²)	O (m)	R (m)	Približný sklon svahov 1 : m ²	
								vľavo ³	vpravo ⁴
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Kováčovský potok km 3,93	0,60	2,00	6,20	3,00	6,10	0,492	1 : 2,4	1 : 3,7
2.	Sielnický potok km 6,28	1,00	2,20	6,60	4,50	7,10	0,634	1 : 2,5	1 : 2,1
3.	Sielnický potok km 8,83	0,80	3,10	6,80	4,10	7,00	0,586	1 : 1,8	1 : 2,0
4.	Bieň km 5,44	1,00	3,50	6,40	4,50	6,50	0,692	1 : 2,0	1 : 1,7
5.	Bieň km 9,56	1,20	1,90	6,00	4,90	6,70	0,731	1 : 1,7	1 : 1,2
6.	Túrová km 1,79	1,00	2,00	6,20	4,20	7,10	0,592	1 : 2,2	1 : 2,2
7.	Túrová km 5,34	1,00	1,90	6,10	3,90	6,50	0,600	1 : 1,0	1 : 3,2
8.	Železnobreznický potok km 6,78	1,00	1,90	5,40	3,40	5,80	0,586	1 : 1,1	1 : 2,6
9.	Železnobreznický potok km 3,64	1,20	3,40	7,80	6,80	8,80	0,773	1 : 1,6	1 : 2,0
10.	Železnobreznický potok km 1,05	1,20	2,00	5,20	4,30	6,00	0,717	1 : 1,6	1 : 1,1

¹water-course name, km (distance from the mouth), ²approximate slope gradient 1 : m, ³left, ⁴right

Použité symboly - Indications

- H - hĺbka prietokového profilu (m) - flow profile depth (m)
 b - šírka dna (m) - bed width (m)
 B - šírka koryta v brehoch (m) - bed width within the banks (m)
 S - plocha prietokového profilu (m²) - flow profile area (m²)
 O - omočený obvod (m) - wetted perimeter (m)
 R - hydraulický polomer (m) - hydraulic radius (m)
 d₅₀ - veľkosť zrna zodpovedajúca 50% zastúpeniu odčítanom na krivke zrnitosti (m) - grain size corresponding to 50% representation read off in a grain-size curve (m)
 n_t - tabulkový stupeň drsnosti - tabular degree of roughness
 n_{sk} - skutočný stupeň drsnosti - actual degree of roughness
 i_{sk} - skutočný (meraný) pozdĺžny sklon úseku - actual (measured) longitudinal slope of the segment
 i₀ - priemerný sklon toku - average slope of flow
 i_{stab} - stabilný sklon toku - stable slope of flow
 v_a - skutočná rýchlosť vody (m.s⁻¹) - actual speed of water (m.s⁻¹)
 v_d - dovolená (nevymieňajúca) rýchlosť vody (m.s⁻¹) - permitted (nonscouring) speed of water (m.s⁻¹)
 v_t - tabulková rýchlosť vody (m.s⁻¹) - tabular speed of water (m.s⁻¹)
 S_p - plocha povodia (km²) - watershed area (km²)
 L - dĺžka hlavného toku po PP (km) - main stream length after PP (km)
 Q_k - kapacitný prietok (m³.s⁻¹) - capacity flow rate (m³.s⁻¹)
 r_k - pomer Q_k/Q₁₀₀ - Q_k/Q₁₀₀ ratio

$$k_s = \frac{21,1}{6\sqrt{d_{50}}} \quad (6)$$

a hodnoty dovolených (nevymieľajúcich) rýchlostí podľa vzťahu:

$$v_{dov.} = 5,5 \cdot d_s^{1/3} \cdot R^{1/6} \quad (m \cdot s^{-1}) \quad (7)$$

Hodnoty prietokov Q_{100} sme určili orientačne Dubovým vzorcom a ich prenášobom koeficientom $a_n = 0,70$ sme taktiež orientačne určili hodnoty prietokov Q_{50} . Hodnoty kapacitných prietokov Q_k sme vypočítali ako súčin skutočných rýchlostí v_s a plôch konkrétnych prietokových profilov S .

Pre informáciu sme Chezyho rýchlostnou rovnicou s Pavlovského rýchlostným súčiniteľom vypočítali aj rýchlosti vody v_s s použitím tabuľkových hodnôt stupňov drsnosti n_t .

Ostatné hydrologické a morfometrické charakteristiky skúmaných tokov a povodí sme zistili z máp v mierke 1 : 10 000 a 1 : 25 000 (plochy povodí - S , dĺžky hlavných tokov po sledované PP-L, priemerný sklon toku - $i_\varnothing$).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Merané, vypočítané a odvodené geometrické, hydraulické, hydrologické a morfometrické charakteristiky uvádzajú tab. I až IV.

Zistili sme, že hodnoty súčiniteľov kváziróvnomerneho prúdenia vypočítané podľa vzťahov (1 - 4) sa pri jednotlivých PÚ odlišujú. Za zaujímavé považujeme zistenie, že variabilita výsledných hodnôt súčiniteľov kváziróvnomerneho prúdenia M zistených pomocou vzťahov 1 a 3 je podstatne nižšia ako u vzťahov 2 a 4. Pokiaľ u vzťahov 1 a 3 je rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou M len 0,03, resp. 0,04, u vzťahov 2 a 4 tento rozdiel predstavuje až 0,21, resp. 0,20. To znamená, že vzťahy 1 a 3 nevystupujú presnejšie špecifikujú jednotlivých skúmaných korýt tak, ako je to pri vzťahoch 2 a 4.

Pri hodnotení vypočítaných hodnôt M sme aplikovali stupnicu ustálenosti, ktorú navrhol Valtýni (1989) pre tri základné typy korýt a ktorú odvodil podľa konfrontovania skutočného stavu so zistenými výsledka-

Na každom sledovanom toku boli založené pokusné úseky (PÚ) s pokusnými profilmi (PP). Dĺžka PÚ predstavovala 40 - 50 m. Na tokoch sme založili od jedného do troch PÚ, spolu desať PÚ. Pri výbere konkrétnych miest sme prihliadali v prvom rade na požiadavku, aby pokusné úseky reprezentovali prevažnú časť konkrétneho toku po PÚ a PP. Pred založením a stabilizovaním (zabezpečenie s označením) PÚ a PP sme vykonali podrobnú rekognoskáciu jednotlivých tokov. PP sa nachádzali približne v polovici PÚ.

Na každom PP sme zmerali geometrické charakteristiky prietokového profilu (šírku dna b , šírku koryta v brehoch B , hĺbku prietokového profilu H , sklon svahov 1 : m) a vykreslili sme priečny rez v mierke 1 : 100 na ďalšie určovanie plochy prietokového profilu S_p , dĺžky omeščeného obvodu O a hydraulického polomeru R . Uvedené údaje obsahuje tab. I. Pomocou nivelačného prístroja sme zistili pozdĺžny sklon pokusného úseku. Na PP sme odobrali vzorky splavenín z krycej vrstvy o hmotnosti minimálne 50 kg pre každý profil. Vzorky slúžili na zrnitostný rozbor, z ktorého sme vynesli krivky zrnitosti a určili hodnotu d_{50} , podľa ktorej sme zistili hodnoty tabuľkových koeficientov drsnosti n_t z tabuliek (Š k o p e k, N o v á k, 1977) podľa veľkosti d_{50} . Poznamenávam, že ide len o informatívne a orientačné údaje, ktoré neboli predmetom skúmania.

Pri návštevách pokusných úsekov a pokusných profilov (niekoľkokrát ročne v r. 1986 až 1991) sme merali rýchlosti vody vo zvisliciach pre rôzne výšky vody a z nich sme v zmysle ON 73 6571 *Meranie prietokov vodomerou vrtnou vo vodnom toku pomocou vzťahu* $v_s = Q \cdot S^{-1}$ vypočítali rýchlosti pre existujúce výšky vody. Tieto rýchlosti sme vyrovnali polynómom 2. stupňa v tvare paraboly a určili priemernú profilovú rýchlosť pre výšku vody H na jednotlivých pokusných profiloch. Z uvedených hodnôt sme späť s Chezyho rýchlostnej rovnice s Pavlovského rýchlostným súčiniteľom určili skutočné stupne drsnosti n_s . Pre doplnenie sme vypočítali hodnoty stabilných sklonov $i_{stab.}$ podľa vzťahu:

$$i_{stab.} = \frac{v_{dov.}^2}{k_s^2 \cdot R^{4/3}} \quad (5)$$

II. Vybrané hydraulické charakteristiky skúmaných tokov - Some hydraulic characteristics of the investigated water-courses

PÚ č.	Názov toku, km (staničenie) ¹	d_s (m)	n_t	n_s	i_k	$i_\varnothing$	$i_{stab.}$	$\frac{i_k}{i_{stab.}}$	$\frac{i_\varnothing}{i_{stab.}}$	v_s (m.s ⁻¹)	$v_{d.1}$ (m.s ⁻¹)	$v_{s.1}$ (m.s ⁻¹)	v_s/v_d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	Kováčovský potok km 3,93	0,071	0,031	0,031	0,0056	0,0745	0,0099	0,57	7,53	1,40	2,03	1,40	0,690
2.	Sielnický potok km 6,28	0,115	0,033	0,032	0,0182	0,1580	0,0123	1,48	12,85	2,96	2,48	2,87	1,194
3.	Sielnický potok km 8,83	0,121	0,033	0,037	0,0210	0,1844	0,0140	1,50	13,17	2,51	2,49	2,91	1,008
4.	Bieľ km 5,44	0,106	0,032	0,040	0,0170	0,0870	0,0104	1,63	8,37	2,41	2,45	3,07	0,984
5.	Bieľ km 9,56	0,122	0,033	0,040	0,0430	0,1079	0,0113	3,81	9,55	4,01	2,59	4,93	1,548
6.	Túrová km 1,79	0,094	0,032	0,034	0,0169	0,0445	0,0108	1,56	4,12	2,54	2,29	2,72	1,109
7.	Túrová km 5,34	0,112	0,032	0,033	0,0181	0,0603	0,0127	1,43	4,75	2,73	2,44	2,84	1,119
8.	Železnobreznický potok km 6,78	0,141	0,035	0,039	0,0443	0,0704	0,0164	2,70	4,29	3,52	2,62	3,96	1,344
9.	Železnobreznický potok km 3,64	0,120	0,033	0,041	0,0277	0,0585	0,0106	2,61	5,52	3,32	2,60	4,13	1,277
10.	Železnobreznický potok km 1,05	0,108	0,032	0,035	0,0166	0,0514	0,0102	1,63	5,04	2,85	2,48	3,12	1,149

For 1 see Tab. I

mi v 21 povodiach, pričom na výpočet M použil vzťah 2. Autor triedi korytá na:

1. ustálené ($M = 0,53$ a viac),
2. čiastočne ustálené ($M = 0,46 - 0,52$),
3. neustálené ($M = 0,45$ a menej),

príčom ním zistené hodnoty M sa pohybovali v rozpätí od 0,44 po 0,71.

Mačura (1990) zistil pri overovaní možnosti použitia vzťahu 2 na horských tokoch v oblasti Oravy a Kysúc, že hodnoty M sa pohybovali v rozpätí od 0,48 do 0,72. Podľa tohto autora vyjadrujú hodnoty M pod 0,48 a nad 0,72 dve oblasti neustálenosti koryt tokov. Ak je $M > 0,72$, dochádza k zanášaniam koryta, ak je $M < 0,48$, dochádza k erózii koryta.

Nami zistené hodnoty súčiniteľov kvázivzornomerného prúdenia M vypočítané vzťahmi 1 - 4 obsahuje tab. IV.

Pri analýze získaných výsledkov podľa rôznych autorov sme jednoznačne po konfrontovaní hodnôt M so skutočným stavom zistili, že vzťah 2 dáva najviac vyhovujúce a akceptovateľné výsledky. Hodnoty M sa pohybovali v rozpätí od 0,46 do 0,67. V tomto vzťahu nie je priamo zohľadnený priemer efektívneho zrna, ktorého presné stanovenie môže byť problematické.

Z údajov v tab. IV si zaslúžia pozornosť viaceré údaje, ktoré sme zistili vzťahom 2. Najnižšie hodnoty M sme zistili pre PÚ 8 (Železnobreznický potok v km 6,78) a PÚ 5 (Bieľ v km 9,56). V oboch prípadoch $M = 0,46$. Oba úseky sa nachádzajú v hornej časti tokov, kde je badať určitý stupeň torenciálnych erózných procesov. Na oboch úsekoch sa v korytách vyskytovali pomiestne dnové výmole, brehové nátrže, štrkové lavice.

Vegetácia na týchto úsekoch vplyvom erózných procesov nemá možnosť väčšieho rozrastania. Možno konštatovať, že oboje korytá sú na hranici čiastočnej ustálenosti a neustálenosti.

Pomerne nízke hodnoty M sme zistili aj pri PÚ 9 (Železnobreznický potok v km 3,64) a PÚ 2 (Sielnický potok v km 6,28), kde $M = 0,48$, resp. 0,49. V oboch prípadoch sa jedná o čiastočne ustálené korytá ako podľa skutočného stavu, tak i podľa získaných výsledkov M . Do tejto kategórie je možné zaradiť aj PÚ 3 (Sielnický potok v km 8,83), kde $M = 0,52$. Svahy u uvedených troch PÚ sú chránené vegetáciou. Dreviny na svahoch tokov plnia významnú stabilizačnú funkciu. Pomiestne brehové nátrže a zosuvy sa prirodzene zacelujú rozrastaním sa vegetácie.

III. Vybrané hydrologické charakteristiky skúmaných tokov – Some hydrological characteristics of the investigated water-courses

PÚ č.	Názov toku, km (staničenie) ¹	S_{p2} (km ²)	L (km)	S_p/L^2	$Q_{50,1}$ (m ³ .s ⁻¹)	$Q_{100,1}$ (m ³ .s ⁻¹)	$Q_{k,1}$ (m ³ .s ⁻¹)	$r_k = Q_k/Q_{100}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Kováčovský potok km 3,93	4,77	4,17	0,274	9,38	13,40	4,20	0,313
2.	Sielnický potok km 6,28	9,49	6,22	0,245	16,14	23,06	13,32	0,578
3.	Sielnický potok km 8,83	6,97	3,67	0,517	13,57	19,39	10,29	0,531
4.	Bieľ km 5,44	7,77	7,76	0,129	13,16	18,80	10,85	0,577
5.	Bieľ km 9,56	3,79	3,64	0,286	9,48	13,55	19,65	1,450
6.	Túrová km 1,79	16,99	8,94	0,213	29,39	41,98	10,67	0,254
7.	Túrová km 5,34	7,68	5,37	0,266	15,70	22,43	10,65	0,475
8.	Železnobreznický potok km 6,78	4,96	4,97	0,201	9,72	13,89	11,97	0,862
9.	Železnobreznický potok km 3,64	15,29	8,12	0,232	25,40	36,28	22,58	0,622
10.	Železnobreznický potok km 1,05	21,13	10,72	0,184	33,62	48,03	12,26	0,255

For 1 see Tab. I

IV. Hodnoty súčiniteľov kvázivzornomerného prúdenia M – The values of quasi-uniform flow coefficients M

PÚ č.	Názov toku, km (staničenie) ¹	Grišanin (R, B, g, Q_k)	Grišanin (h, d_{50})	Kaganov (H, B, d_{50})	Železniakov (H, d_{50})	Priemerná hodnota ²
1	2	3	4	5	6	7
1.	Kováčovský potok km 3,93	0,67	0,59	0,74	0,51	0,63
2.	Sielnický potok km 6,28	0,49	0,59	0,65	0,51	0,56
3.	Sielnický potok km 8,83	0,52	0,57	0,75	0,50	0,58
4.	Bieľ km 5,44	0,59	0,60	0,63	0,52	0,58
5.	Bieľ km 9,56	0,46	0,60	0,59	0,52	0,54
6.	Túrová km 1,79	0,51	0,60	0,61	0,52	0,56
7.	Túrová km 5,34	0,51	0,59	0,64	0,51	0,56
8.	Železnobreznický potok km 6,78	0,46	0,58	0,65	0,50	0,55
9.	Železnobreznický potok km 3,64	0,48	0,60	0,63	0,52	0,56
10.	Železnobreznický potok km 1,05	0,55	0,61	0,55	0,53	0,56

¹ water-course name km (distance from the mouth), ² average value

U oboch PÚ, ktoré boli založené na bystrine Túrova (PÚ 6 v km 1,79 a PÚ 7 v km 5,34), vyšla rovnaká hodnota $M = 0,51$. Na týchto úsekoch badateľne dochádza pri vyšších prietokoch k pohybu dnových splavín. Väčšie plochy štrkopiesku (do $0,80 \text{ m}^2$) sú badateľné na oboch skúmaných úsekoch. K vytváraniu týchto plôch dochádza pri nižších vodných stavoch. Svahy sú vcelku stabilné, pri strmších sklonoch svahov ($1 : m = 1 : 0,9 - 1 : 1,1$) dochádza k ich zosúvaniu vplyvom činnosti vody v koryte toku.

Za ustálený úsek možno považovať PÚ 4 (Bieľ v km 5,44). Svahy i dno sú stabilné, bez dnových výmofov, štrkových lavíc či brehových nátrží a zosuvov. Svahy sú prirodzene spevnené bylinným krytom a drevinami, ktoré napomáhajú vytvárať stabilné koryto. Hodnota súčiniteľa podľa vzťahu 2 je $M = 0,55$.

Najvyššiu hodnotu $M = 0,67$ sme vypočítali pre PÚ 1 (Kováčkovský potok v km 3,93). Svahy sú stabilné, prirodzené spevnenie tvoria byliny a pomerne husto rastúce dreviny s veľkým stabilizačným účinkom koreňových sústav. Na dne sú početné plochy nánosov (do 1 m^2) jemnejšieho štrkopiesku, piesku a pri brehoch sa vyskytujú vrstvy ílovitých a ílovito-piesčivých nánosov. Tento tok je možné považovať za ustálený s náznakmi prechodu k zanášaniam koryta.

Ak máme po uvedených zisteniach hodnotiť použitie vzťahu 2 na výpočet stupňa ustálenosti podľa súčiniteľa kváziróvnomerného prúdenia M , možno uviesť, že pomocou tohto vzťahu boli dosiahnuté reálne výsledky, ktoré korešpondovali so skutočným stavom ustálenosti skúmaných koryt. Tento vzťah však plánujeme overovať aj ďalším výskumom na iných bystrinách.

Za zaujímavé možno považovať aj ďalšie zistenia, ktoré dokumentujú údaje v tab. II a III.

Pri skúmaní pomeru Q_k/Q_{100} sme zistili najvyššie hodnoty pre PÚ 5 a PÚ 8, kde boli zistené najnižšie hodnoty súčiniteľov kváziróvnomerného prúdenia ($M = 0,46$).

Hodnota pomeru bola v prvom prípade 3,81 a v druhom prípade 2,70. To znamená, že pri týchto skúmaných úsekoch sa vyskytovali najvyššie rozdiely medzi skutočným pozdĺžnym sklonom toku a kompenzačným (stabilným) sklonom toku. Naopak tento pomer mal najnižšiu hodnotu ($0,57$) pri PÚ 1, kde sme zaznamenali najvyšší stupeň ustálenosti koryta ($M = 0,67$). To znamená najnižší rozdiel medzi skutočným a kompenzačným (stabilným) pozdĺžnym sklonom toku.

Pri analýze vypočítaného pomeru v_g/v_d sme opäť dospeli k záveru, že najvyššiu hodnotu sme zistili pri PÚ 5 (1,548) a druhú najvyššiu hodnotu pri PÚ 8 (1,344). Najnižšia hodnota pomeru vyšla pre PÚ 1 (0,690). Tieto zistenia dokazujú, že skutočné rýchlosti pri PÚ 5 a PÚ 8 pomerne výrazne prekračujú hodnoty dovolených (nevymieňajúcich) rýchlostí. Na druhej strane pri PÚ 1 je skutočná rýchlosť nižšia ako dovolená (nevymieňajúca). V prvom prípade to má za následok erózne javy v koryte bystrín, v druhom prípade sa môže vyskytnúť zanášanie koryta usadeninami.

Ďalším zaujímavým zistením je fakt, že pomer Q_k/Q_{100} dosiahol opäť najvyššie hodnoty pre PÚ 5 a PÚ 8 ($r_k = 1,450$, resp. $0,862$). Dá sa predpokladať, že vplyvom vymieňania došlo k prehĺbovaniu koryt na týchto úsekoch i k ich rozširovaniu do strán, čo vytvorilo relatívne dostatočnú kapacitu prietokového profilu vplyvom zväčšenia jeho plochy. Poznamenávam, že $r_k = Q_k/Q_{100}$.

Naopak pomerne nízke hodnoty pomeru Q_k/Q_{100} sme zaznamenali pri PÚ 6 ($r_k = 0,254$), PÚ 10 ($r_k = 0,255$)

a PÚ 1 ($r_k = 0,313$). Pri týchto viac-menej ustálených korytách je možné predpokladať nedostatočnú kapacitu prietokového profilu pri vyšších vodách a vytláčanie vody z prietokového profilu.

ZÁVER

Na posudzovanie ustálenosti bystrín existuje viac empirických vzťahov. Výsledky, ktoré je možné vypočítať pre jednotlivé toky, sa od seba viac alebo menej odlišujú, nedosahujú však veľmi výrazné rozdiely. Podľa našich zistení na konkrétnych desiatich povodiach, na piatich vodných tokoch bystrinného charakteru sa po konfrontovaní výsledkov so skutočným stavom toku dosahujú pomerne dobré výsledky empirickým vzťahom 2 podľa Grišana, v ktorom autor zohľadňuje vplyv najväčšieho počtu charakteristík (R, g, B, Q_k). Podľa Kaganova (vzťah 4) vychádzajú pri zohľadnení H, B, d_{50} vyššie výsledky, ktoré sú v porovnaní so skutočným stavom koryta v niektorých prípadoch neopodstatnené. Pri použití vzťahov 1 a 3 (Grišani, Železníakov) sú patrne pomerne malé rozdiely hodnôt súčiniteľov kváziróvnomerného prúdenia M . Okrem toho použitie vzťahov 1, 3 a 4 naráža na problém presného určenia reprezentatívneho rozmeru vzorky splavenín (efektívneho zrna), pričom pri použití vzťahu 2 tento problém odpadá. Pri hodnotení výsledkov podľa rovníc 1 a 3 je pochopiteľná malá rozdielnosť a to preto, že uvedené rovnice sa líšia len koeficientami 0,15 a 0,13.

Presné vymedzenie medzných hodnôt stupňa ustálenosti, resp. ustálenosti bystrinných koryt považujeme za pomerne zložitý problém, ktorý je potrebné skúmať aj naďalej. Podľa zistených výsledkov možno za výrazne neustálené korytá považovať toky s hodnotou $M \leq 0,47$, u ktorých dochádzalo k zreteľnému a intenzívnemu vymieňaniu dna a svahov koryta. Toky s hodnotou $M \geq 0,67$ sú zanášané. Nami zistené výsledky sú porovnateľné s výsledkami, ktoré publikoval Macura (1990) a ktoré sa vzťahujú na vybrané vodné toky Oravy a Kysúc, s výsledkami Valtýniho (1989).

Považujeme však za potrebné uviesť, že uvedené skutočnosti je potrebné aj naďalej overovať pri rôznych podmienkach, v ktorých sa vodné toky na Slovensku vyskytujú. Ide najmä o overovanie na rôznych geologických podložiach s rôznymi hodnotami hydrologickej účinnosti hornín i rôznymi geomorfologickými charakteristikami.

Literatúra

- GAVRILOVIČ, S.: Inžiniering o bujičným tokovima i eroziji. Izgradna, Specijalno izdanje, Beograd, 1972.
MACURA, V.: Príspevok k určení a využitiu parametrov stabilného režimu koryt tokov. Vod. Hospod., f. A, 1987, č. 6 : 152-154.
MACURA, V.: Určenie hydraulických a geometrických parametrov stabilných úsekov koryt tokov. In: Zbor. prednášok konferencie Obnova vegetačného doprodudu vodných tokov a revitalizácia povodí. SVK Ostrava, 1990 : 39-43.
ŠKOPEK, V. - NOVÁK, L.: Hrazení bystrin a strží. Komentář k ON 48 2506. Praha, VÚNM 1977.
VALTÝNI, J.: Príspevok k poznaniu podmienok stability bystrinných ekosystémov. Lesn. Čas., 35, 1989, č. 6 : 421-434.
VALTÝNI, J. - KRÍŽOVÁ, E. - MESSINGEROVÁ, V.: Vplyv brehových porastov na stabilitu bystrinného ekosystému. Vedecké práce VÚLHM, Zvolen, 1990.

Došlo 23. 2. 1993

In the present paper the torrent stability is evaluated in the area of the Training Forest Enterprise at Zvolen. All the observed water-courses are situated on South-East slopes of the Kremnické vrchy Mts. The paper is a contribution aimed at determining objective criteria of torrent bed development - their stability. An evaluation of the torrent bed stability is important not only with respect to determination of the urgency of contingent regulations, but also with regard to evaluation of the stability of the whole torrent ecosystem.

There are numerous empirical relations to evaluate torrent stability. These relations were determined by foreign authors, hence they should be verified in the conditions of Slovakia. The results calculated applying these relations are different from each other, but the differences are not very large. The rate of stability is evaluated from the value of quasi-uniform flow coefficient M , which ranged from $M = 0.46$ to $M = 0.74$ according to the results of our calculations.

Our observations of concrete ten watersheds on five torrents and the confrontation of the calculation results with the real flow have shown that the truest results were obtained from relation 2 (after K. V. Grišnin), which includes: hydraulic radius R , bed width inside the banks B , gravity acceleration g and capacity flow rate Q_k .

The values of quasi-uniform flow coefficient M determined by means of relation 2 ranged from $M = 0.46$ (for PÚ 5 and PÚ 8) to $M = 0.67$ (for PÚ 1). There is another interesting finding concerning the quotient $isk/istab$: the highest values (3.81 and 2.70, resp.) were determined for PÚ 5 and PÚ 8. The lowest value of this quotient was determined for PÚ 1 (0.57) while its value of quasi-uniform flow coefficient M was highest (0.67).

It is apparent on the basis of the determined M values that in the conditions of the Kremnické vrchy Mts. the torrent beds with $M \leq 0.47$ can be considered as very unstable (the bed and slopes are heavily scoured). If $M \geq 0.67$, the bed is choked.

It should be noted that the presented results must be verified in different conditions, namely in dependence on different bedrock, in different watersheds with various geomorphological characteristics.

erosion; torrents; stability; ecosystem stability

Kontaktní adresa:

Ing. Matúš J a k u b i s , CSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

ŘÍZENÍ LESNÍCH PODNIKŮ V PODMÍNKÁCH PŘECHODU K TRŽNÍ EKONOMICE

Dne 26. května 1993 se na lesnické fakultě Vysoké školy zemědělské v Brně konal diskusní seminář na téma *Řízení lesních podniků v podmínkách přechodu k tržní ekonomice*, který pořádala ekonomická komise odboru lesního hospodářství ČAZV společně s Ústavem ekonomiky a řízení lesního hospodářství a dřevařského průmyslu lesnické fakulty VŠZ v Brně.

V úvodní části semináře byly předneseny tyto příspěvky: prof. ing. J. B a r t u n ě k , DrSc.: Hospodářská stabilita lesního podniku, doc. ing. Z. B l u d o v s k ý , DrSc.: Některé aktuální problémy podnikového managementu v lesním hospodářství ČR včetně tvorby motivačních systémů, ing. Z. D o m e s : Řízení LČR a trendy finanční politiky v lesním hospodářství, ing. J. K a l u ž a : Předpokládaný vývoj stavu lesů po vlastnických změnách z hlediska HUL se zaměřením na lesy drobných vlastníků, prof. ing. J. K o ř í n e k , CSc.: Problematika informačního systému a jeho koncepce, ing. M. P o h o ř e l ý , CSc.: Dotační politika v lesním hospodářství, doc. ing. K. P u l k r á b , CSc.: Ekologické aspekty současné legislativy a problematika veřejné prospěšných funkcí lesa.

V průběhu diskusního semináře si účastníci vyměňovali zkušenosti a náměty na řešení složité situace v lesním hospodářství, která je ovlivňována zejména platební neschopností odběratelů, klesajícím odbytem dříví a rozšiřující se kůrovcovou kalamitou. Nejvíce se diskutovalo o následujících okruzích problémů:

- ekonomická opatření při zvyšování ekonomické efektivity a hospodářské stability lesních podniků,
- současná situace v obnově lesa, v zajišťování provenience sadebního materiálu, odbytu dřeva a nutnosti zavedení prvků marketingu do činnosti v lesním hospodářství,
- dotace a úlevy na daních jako nástroj podpory veřejně prospěšných funkcí lesa bez ohledu na kategorie lesů,
- řešení státní lesní správy ČR a legislativy v lesním hospodářství,
- zajištění trvalé výnosovosti lesa bez ohledu na vlastnické poměry,
- privatizace státních lesů a určení „optimální“ rozlohy těchto lesů, která by měla vycházet z historického vývoje a respektovat agrární program ministerstva zemědělství ČR,
- vztahy mezi LČR a LAS včetně mezilidských vztahů uvnitř těchto subjektů.

Semináře se zúčastnili zástupci ministerstva financí ČR, Českého statistického úřadu, Lesů ČR, lesních akciových společností, Městských lesů, Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů, Sdružení majitelů lesů a podnikatelů v lesním hospodářství, Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Jilově-Středech, Lesnického výzkumného ústavu ve Zvolenu a zástupci obou lesnických fakult v České republice.

Ing. Daniela B a g a r o v á ,
VŠZ Brno, lesnická fakulta

SYSTÉMOVÉ ŘEŠENÍ ALOKACE INVESTIC V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH POD ZATÍŽENÍM CIZORODÝMI LÁTKAMI

A. Janeček, M. Novotný

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady

Práce pojednává o optimalizaci vkládání investic do lesních ekosystémů pod zatížením cizorodými látkami. Zkoumaný systém se chápe jako organicky propojené subsystémy: lesní ekosystém, výrobní systém a odlučovací systém. S ohledem na to, že mezi lesním ekosystémem, odlučovacím systémem a výrobním systémem existují vzájemné vazby, týkající se přenosu cizorodých látek, tvorby cizorodých látek a výkonnosti emitru, tj. výrobního systému, byly tyto vazby matematicky formulovány a zakomponovány do zkonstruovaného modelu. V závěru práce se uvádí matematický model, za jehož pomoci je možné optimálně rozložit investice do lesního ekosystému, odlučovacího systému či výrobního systému tak, aby výsledný efekt vložených investic byl optimální. Kritériem pro vkládání investic do výrobního systému bylo minimum cizorodých látek vztahených na jednotku výroby, kritériem pro vkládání investic do odlučovače bylo minimum finančních prostředků vložených do jednotky odloučené hmoty a kritériem pro vkládání prostředků do lesních ekosystémů bylo minimum vložených finančních prostředků vztahených na jednotku produkce lesního ekosystému pod imisním zatížením.

lesní ekosystémy; ekonomika; ekologie; systémová analýza; matematické modelování

Článek organicky navazuje na příspěvek uveřejněný v *Lesnictví-Forestry* v č. 7/1992 na str. 557-572. Tento článek rozšiřuje problematiku zejména v oblasti systémové, při které je chápán emitent CL, odlučovač, a lesní ekosystém zcela obecně; tzv. emitent CL je chápán jako zdroj emisí, dopravní či těžební eroze lesních ekosystémů, odlučovače je možné považovat za odlučovače pevných, plyných či kapalných cizorodých látek, dále systém asanačních opatření včetně technického osazení technologií asanační technikou atd.

V rovině matematického řešení článek rozvádí formulace konkrétních členů kritériální funkce včetně matematických formulací vazeb mezi emitentem, odlučovačem a lesním ekosystémem. Je ukázáno, že matematické řešení principiálně nevede k řešení volného extrému uvažované funkce; řešení je možné pouze při uvažování vázaného extrému formálně řešeného pomocí Lagrangeových multiplikátorů.

Jednou z nejvíce poškozených složek životního prostředí v naší republice je ovzduší (Moldan et al., 1990). Hlavní příčinou jeho poškození je výroba tepla a energie spalováním fosilních paliv, které je provázeno emisemi oxidů síry, dusíku, uhlíku, stopových prvků, těžkých organických látek a tuhých úletů.

Rovněž chemický průmysl emituje širokou paletu organických i anorganických látek, často silně rizikových i při malém množství. Výroba stavebních hmot je zdrojem především tuhých emisí. Spalovny odpadů jsou - vedle emisí oxidů síry dusíku a tuhých úletů - zdrojem těžkých kovů a řady dalších látek jako jsou chlorované uhlovodíky, dioxiny a další příměsi, které mají svůj původ ve stále rostoucím množství likvidovaných plastů.

Automobilová doprava a další mobilní zdroje znečištění jsou významným zdrojem oxidu uhelnatého,

oxidu dusíku, těžkých organických látek, těžkých kovů (zejména olova) a dalších rizikových látek.

Znečištění ovzduší negativně působí na zdraví člověka i na zdravotní stav hospodářských zvířat a jejich užitočnost. Poškozuje také volně žijící zvířata a další živočichy v přírodě. Negativně ovlivňuje kvalitu půdy i vody, je příčinou rychlejšího narušování povrchu kovových předmětů, omítek a fasád budov, uměleckých památek atd.

Zvlášť viditelné je poškození rostlin. Postupné ochromování jejich asimilačních orgánů vede k narušování fotosyntézy, jehož důsledkem je snižování přírůstu rostlin až jeho stagnace. Při delším intenzivnějším působení škodlivin na víceleté porosty rostliny hynou. Podle Skýpaly (1975) bylo v bývalé ČSFR nadměrnými koncentracemi škodlivin v ovzduší postiženo asi 27 % lesů v ČR a 14 % lesů v SR. Více než 30 tisíc ha lesa již zcela odumřelo (údaje z roku 1975). Od té doby poškození lesů vzrostlo. V prognóze se odhaduje, že v roce 2000 by mělo být postiženo jen v ČR asi 937 tisíc ha lesa.

Náprava této kritické situace, zaviněné hrubým podceněním ekologické stránky reprodukčního procesu v minulosti, bude vyžadovat značné investiční prostředky. V rámci státní ekologické politiky budou tyto prostředky v první etapě nápravy zaměřeny převážně na odstraňování současných zdrojů znečišťování prostředí - zejména na výstavbu čistíren odpadních vod, zařízení na čištění spalín (odlučovače) a na využívání a zneškodňování odpadů. U nových staveb se bude investiční politika orientovat na ekologicky únosné výrobní technologie a na ekologicky efektivní čistírenská a úpravárenská zařízení.

Vzhledem k finanční náročnosti všech těchto ekologických investic je třeba věnovat maximální pozornost jejich alokaci z hlediska dosažení co největší účinnosti vynakládaných prostředků.

HODNOCENÍ EKOLOGICKÝCH INVESTIC

Ekologické investice mají celou řadu zvláštností. Poměrně podrobně tato specifika rozebírá ve své práci Šauer (1989). Mezi nejvýznamnější z nich patří:

- nutnost hodnotit vliv ekologických investic na daný region za celý soubor těchto investic jako celek v souvislosti s působením všech investic v zájmovém území,
- brát v úvahu, že investice s praktickými účinky stejného charakteru slouží jak ve výrobní, tak i v nevýrobní sféře,

- některé ekologické investice kladně ovlivňují nejen životní prostředí, ale přinášejí i „klasické“ sociálně ekonomické efekty,

- pozitivní účinky významné části ekologických investic se nerealizují na trhu, což ztěžuje jejich finanční ocenění.

Dosavadní metody hodnocení účinnosti ekologických investic jsou v podstatě založeny buď na relacích efektů a nákladů či přírůstu efektů a nákladů, které jsou odvozeny prostou bilanční sumarizací, nebo na ukazatelích, vyjadřujících zlepšení kvality životního prostředí např. ve

formě snížení emisí škodlivin či počtem bodů hodnotících komplexně kvalitu životního prostředí apod. ve vztahu k vynaloženým nákladům. Ve druhém případě se vlastně vyjadřují docílené efekty na 1 Kč nákladů.

Hlavním nedostatkem všech těchto přístupů je jejich nesystémovost, staticita a vzájemná neprovázanost. Velkým problémem je přitom i kvantifikace vlastních efektů.

Vzhledem k tomu, že ze všech uvedených důvodů vyplývá, že význam hodnocení ekologických investic bude stále stoupat, pokusili jsme se k němu najít zcela nový přístup v oblasti emisí. Novost přístupu spočívá v důsledné aplikaci systémového principu jak při hodnocení negativního působení cizorodých látek v ovzduší ve vztahu k prostředkům vynakládaným buď na jejich zamezení (ex ante), nebo k jejich nápravě (ex post), tak při konstrukci účelové funkce, použité pro vlastní hodnocení jednotlivých v úvahu připadajících investičních variant. Věcná náplň první zásady vyplývá ze schématu optimalizace kvality životního prostředí na makroekonomické úrovni na obr. 1 (Opplová et al., 1983).

Jsmé si ovšem vědomi, že ani systémovým přístupem se neodstraní těžkosti související s kvantifikací vlastních efektů ekologických investic realizovaných především v mimotřízní sféře. Zvláště naléhavě vystupuje tento problém v souvislosti s hodnocením některých mimoprodukčních funkcí lesa a škod na lidském zdraví. V obou těchto případech se celý problém zatím většinou obchází využíváním buď alternativnosti nákladů na dosažení stejných účinků, nebo kvantifikací nákladů na nápravu škod.

PRINCIPY METODICKÉHO PŘÍSTUPU

Základním cílem našeho metodického přístupu byla optimalizace lesotechnických zásahů s ohledem na intenzitu antropogenních faktorů působících negativně zejména na znečišťování ovzduší. V rámci analýzy jsme definovali tzv. ekologický nadsystém, skládající se ze tří systémů, a to emitoru cizorodých látek, čistícího zařízení spalin (odlučovače) a lesního ekosystému. Cílem analýzy pak bylo stanovení základních podmínek pro optimalizaci režimu těchto tří systémů jednak odděleně, jednak jako celek.

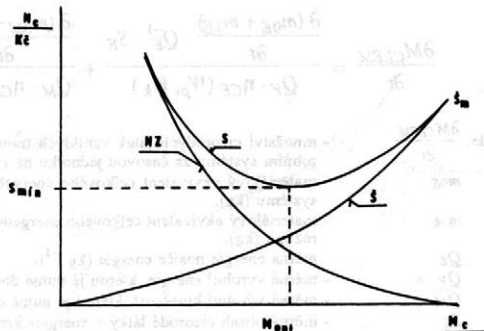
Za optimální režim u emitoru cizorodých látek jsme považovali takový režim, který je charakterizován minimem cizorodých látek, vztažených na jednotku produkce, případně minimem prostředků vložených do technologicky čistých výrobních systémů, vztažených na jednotku vyrobené produkce.

U odlučovačů cizorodých látek jsme na jejich optimálním režimu požadovali minimalizaci prostředků vložených jak do odlučování látek plynného charakteru, tak i kapalného či pevného charakteru, vztažených na jednotku odloučené hmoty.

U lesních ekosystémů nám v optimálním režimu šlo o stanovení takových řídicích zásahů v oblasti obnovy, rekonstrukce a výchovy, které umožní zvýšit produkci lesního ekosystému při minimalizaci vložených nákladů na jednotku této produkce.

Pro optimalizaci ekologického nadsystému jako celku tak, jak jsme ho definovali, jsme stanovili kritériální funkci. Základní vlastností této funkce je, že respektuje tři vazbové podmínky:

- vazbovou podmínku mezi výkonností zdroje cizorodých látek a imisním zatížením lesního ekosystému,



1. Optimum kvality životního prostředí na makroekonomické úrovni – Optimum environment quality at a macro-economic level

NZ - náklady na zamezení negativního působení škodlivých vlivů na životní prostředí – expenditures for prevention of negative effects of harmful factors on the environment

S - škody na životním prostředí – damage to the environment

S - celkové společenské ztráty a náklady spojené s životním prostředím – overall social losses and expenditures for the environment conservation

S_{min} - minimální nutné společenské ztráty a náklady spojené s životním prostředím za daných předpokladů – minimum necessary social losses and expenditures for the environment conservation under the given conditions

M_{opt} - ekonomické optimum kvality životního prostředí – economic optimum of environment quality

S_m - maximální možná ekonomická škoda ze znehodnocování životního prostředí – maximum admissible economic loss due to the environment worsening

M - maximálně možný stupeň znehodnocování životního prostředí – maximally admissible degree of the environment worsening

N_e - společenské ztráty a náklady spojené se stavem a kvalitou životního prostředí – social losses and expenditures for the environment state and quality conservation

M_e - stav a kvalita životního prostředí – environment state and quality

- vazbovou podmínku mezi výkonností odlučovače emisí a zdrojem cizorodých látek,

- vazbovou podmínku mezi celkovými náklady na ekologii a náklady vloženými do lesního ekosystému, odlučovače a ekologicky čisté výroby výrobního systému.

VÝSLEDEK SYSTÉMOVÝCH A MATEMATICKÝCH ANALÝZ

Výsledkem systémových a matematických analýz tak, jak jsme je stručně charakterizovali, je stanovení kritérií nutných pro optimální řízení jednotlivých systémů a formulace kritériální funkce pro optimalizaci vkládání investic jednak autonomně do každého z nich, jednak do ekologického nadsystému, který spolu vytvářejí. V textu uvádíme z důvodu omezeného rozsahu příspěvku jen výsledné rovnice odvozené na základě fyzikálních vztahů transformačních procesů a výsledků experimentálních měření.

OPTIMALIZACE REŽIMU VÝROBNÍHO SYSTÉMU

Pro optimalizaci režimu výrobního systému z hlediska minima měrných cizorodých látek vztažených na jednotku výkonnosti výrobního systému platí následující vztahy:

$$\frac{\partial M_{CLEM}}{\partial t} = \frac{\frac{\partial (m_{0E} + m_{1E})}{\partial t} \cdot Q_E^{-1} \cdot S_E}{Q_V \cdot \eta_{CE}(W_p, W_k)} + \frac{\frac{\partial (m_{0M} + m_{1M})}{\partial t} \cdot S_M}{Q_M \cdot \eta_{CM}(W_p, W_k)} \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (1)$$

- kde: $\frac{\partial M_{CLEM}}{\partial t}$ - množství cizorodých látek vzniklých transformací energetického a materiálového toku při transformaci ve výrobním systému za časovou jednotku na výsledný produkt ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$),
 m_{0E} - materiálový ekvivalent celkového energetického množství nutného k zajištění nepracovního režimu výrobního systému (kg),
 m_{1E} - materiálový ekvivalent celkového energetického toku, který odebírá výrobní systém k zajištění svého pracovního režimu (kg),
 Q_E - měrná energie nosiče energie ($\text{kg} \cdot \text{J}^{-1}$),
 Q_V - měrná výrobní energie, kterou je nutné dodat výrobnímu systému na jednotku produkce ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$, $\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$, $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$),
 Q_M - měrná výrobní hmotnost, kterou je nutné dodat výrobnímu systému na jednotku produkce ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$),
 S_E - měrný obsah cizorodé látky v energetickém nosiči o hmotě m_E , která je nutná k výrobě množství A energie, zajišťující výrobu W produkce ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 $A = \frac{m_E \cdot Q_E}{\eta_{CE}}$
 S_M - měrný obsah cizorodé látky ve hmotě m_M ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$),
 m_M - množství hmoty nutné k výrobě W celkové produkce (kg),
 m_{0M} - celkové množství materiálu nutného k zajištění nepracovního režimu výrobního systému (kg),
 m_{1M} - celkové množství materiálu nutného k zajištění pracovního režimu výrobního systému (kg),
 η_{CE} - účinnost transformace energie na výsledný produkt ve výrobním systému konstrukční a provozní výkonnosti W_p , W_k ,
 $\eta_{CM}(W_p, W_k)$ - účinnost transformace materiálu na výsledný produkt ve výrobním systému o konstrukční a provozní výkonnosti W_p , W_k

$$W = f(W_{ke}, W_{pe}) \quad (2)$$

- kde: W - výkonnost výrobního systému ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, kW),
 W_{ke} - konstrukční výkonnost charakterizující mohutnost produkčního toku výrobního systému ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, kW),
 W_{pe} - rychlost produkčního toku výrobního systému daná provozní výkonností ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, kW).

Pro extrém funkce měrného množství cizorodých látek, vztažených na jednotku objemu opracované hmoty v závislosti na rychlosti produkčního toku výrobního systému a průřezu produkčního toku výrobního systému, platí podmínky nutné ve tvaru:

$$\frac{\partial^2 M_{CLEM}(W_{ke}, W_{pk})}{\partial t \cdot \partial W_{ke}} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 M_{CLEM}(W_{ke}, W_{pe})}{\partial t \cdot \partial W_{pe}} = 0 \quad (4)$$

Pro optimální hodnoty produkčního toku výrobního systému platí pak rovnice:

$$\frac{A}{\eta_{CE}^2} \cdot \frac{\partial \eta_{CE}(W_{pk})}{\partial W_{pe}} + \frac{B}{\eta_{CM}^2} \cdot \frac{\partial \eta_{CM}(W_{pk})}{\partial W_p} + \frac{\partial W(W_p)}{\partial W_{pe}} \cdot \left(\frac{A}{\eta_{CE}} + \frac{B}{\eta_{CM}} \right) = 0 \Rightarrow W_{pe \text{ opt}} \quad (5)$$

$$\frac{A}{\eta_{CE}^2} \cdot \frac{\partial \eta_{CE}(W_{ke})}{\partial W_{ke}} + \frac{B}{\eta_{CM}^2} \cdot \frac{\partial \eta_{CM}(W_{ke})}{\partial W_{ke}} + \frac{\partial W(W_{ke})}{\partial W_{ke}} \cdot \left(\frac{A}{\eta_{CE}} + \frac{B}{\eta_{CM}} \right) = 0 \Rightarrow W_{ke \text{ opt}} \quad (6)$$

$$\text{kde: } A = \frac{\partial (m_{0E} + m_{1E}) \cdot Q_E^{-1} \cdot S_E}{\partial t \cdot Q_V}$$

$$B = \frac{\partial (m_{0M} + m_{1M}) \cdot S_M}{\partial t \cdot Q_M}$$

$$C = \left(\frac{A}{\eta_{CE}} + \frac{B}{\eta_{CM}} \right) \cdot \frac{1}{W(W_k, W_p)}$$

Vztah mezi výkonností produkčního systému a množstvím cizorodých látek, které tento systém emituje, lze při určitém zjednodušení zobrazit v dvourozměrném prostoru tak, jak uvádí obr. 2.

$$W_k^1 < W_k^2 \dots < W_k^5$$

Z grafického znázornění je patrné, že máme-li volit z několika výrobních systémů produkujících cizorodé látky plyného, kapalného či pevného charakteru, potom s ohledem na množství cizorodých látek vztažených na jednotku produkce vybíráme ty, které odpovídají svou konstrukcí a svým provozním režimem výrobnímu systému, charakterizovanému optimální konstrukční výkonností W_{ke} a optimální provozní výkonností W_{pe} (rovnice 5, 6).

Toto zjednodušení platí pro výrobní systémy, které jsou stejného typu, ale různých konstrukčních výkonností. Jestliže výrobní systémy nejsou stejného typu, potom je třeba vytvářet shlukové obálky z M_{CLEM} (W_{ket} , W_{pe}) a z těchto obálek vytvářet obálky vyššího řádu.

Rovnice (6) platí obecně pro výrobní systémy produkující emise plynného, kapalného či pevného charakteru, dále pro výrobní systémy energetické či produkční. Pro výrobní systémy energetické (elektrárny, spalovny), případně mobilní prostředky platí relace:

$$A \gg 0, B \sim 0$$

Naopak pro produkční systémy produkující výrobky na základě nečistých transformačních technologií (papírny, chemické provozy, zemědělské podniky) platí relace:

$$A \sim 0, B \gg 0$$

Pro většinu výrobních systémů chápaných jako zdroje cizorodých látek je charakteristická relace:

$$A \neq 0, B \neq 0$$

OPTIMALIZACE REŽIMU ODLUČOVACÍHO SYSTÉMU

Funkce měrných nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty odlučovacím systémem dané konstrukční objemové a procentické výkonnosti je obecně ovlivněna jednotlivými složkami celkových nákladů, k nimž patří:

- náklady na paliva a energii,
- náklady na mzdy,
- náklady na materiál,
- náklady na opravy a údržbu,
- náklady na odpisy.

Celkové náklady na odlučování cizorodých látek (N_c) lze tedy vyjádřit rovnicí:

$$\bar{N}_c = \bar{N}_p + \bar{N}_m + \bar{N}_o + \bar{N}_{mt} + \bar{N}_{op} \quad (\text{Kč}) \quad (7)$$

Jednotlivé položky celkových nákladů jsou definovány takto:

$$\bar{N}_p = f(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{Kč}) \quad (8)$$

- kde: $\bar{N}_p$ - náklady na paliva (Kč),
 W_{ko} - konstrukční výkonnost objemová ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$),
 W_{po} - provozní výkonnost objemová ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$),
 $W_{k\%o}$ - konstrukční výkonnost procentická (%),
 $W_{p\%o}$ - provozní výkonnost procentická (%).

$$\bar{N}_m = f(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{Kč}) \quad (9)$$

kde: $\bar{N}_m$ - mzdy obsluhy odlučovače (Kč)

$$\bar{N}_{mt} = f(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{Kč}) \quad (10)$$

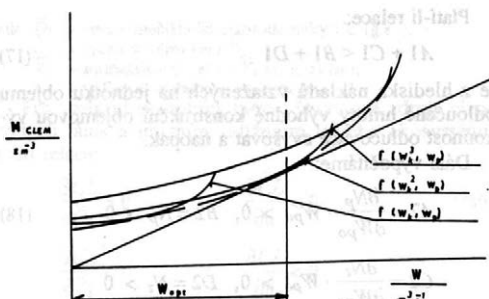
kde: $\bar{N}_{mt}$ - náklady na materiál (Kč)

$$\bar{N}_{op} = f(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{Kč}) \quad (11)$$

kde: $\bar{N}_{op}$ - náklady na opravy a údržbu (Kč)

$$\bar{N}_o = f(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{Kč}) \quad (12)$$

kde: $\bar{N}_o$ - odpisy na odlučovací zařízení (Kč)



2. Vztah mezi výkonností produkčního systému a množstvím emisí – A relation between the production system and emission output

M_{CLEM} - množství cizorodých látek produkovaných výrobními systémy při transformaci energie či materiálu za jednotku času ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$) – the output of foreign substances emitted by manufacturing systems of energy or material transformation per unit time (kg/s)

W_{opt} - optimální výkonnost výrobního systému ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) – optimum capacity of a manufacturing system (m^3/s)

W_p - provozní výkonnost výrobního systému ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) – operating capacity of a manufacturing system (m^3/s)

W_k - konstrukční výkonnost výrobního systému ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) – constructional capacity of a manufacturing system (m^3/s)

Pro provozní výkonnost odlučovače (W) platí vztah:

$$W = f(W_{ko}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (13)$$

Pro extrém funkce (minimum) měrných nákladů vztažených na jednotku odloučené hmoty platí tyto podmínky nutné:

$$\frac{\partial N_c}{\partial W_{ko}} = 0 \quad \frac{\partial N_c}{\partial W_{k\%o}} = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial N_c}{\partial W_{po}} = 0 \quad \frac{\partial N_c}{\partial W_{p\%o}} = 0$$

Po provedení naznačených úkonů můžeme postupně vypočítat následující veličiny:

$$A1 = \frac{\partial N_p(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o})}{\partial W_{ko}} \cdot W_{po} > 0$$

$$B1 = N_p(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) > 0 \quad (15)$$

$$C1 = \frac{\partial N_z(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o})}{\partial W_{ko}} \cdot W_{po}(W_{ko}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) > 0$$

$$D1 = N_z(W_{ko}, W_{po}, W_{k\%o}, W_{p\%o}) > 0$$

$$\text{kde: } N = \bar{N}_m + \bar{N}_{mt} + \bar{N}_{op} + \bar{N}_o \quad (\text{Kč})$$

V případě platnosti rovnice

$$A1 + C1 = B1 + D1 \quad (16)$$

obdržíme optimální režim odlučovače, charakterizovaný optimální konstrukční výkonností odlučovače W_k při konstantní provozní výkonnosti objemové procentické a konstantní konstrukční výkonnosti procentické.

Platí-li relace:

$$A1 + C1 < B1 + D1 \quad (17)$$

je z hlediska nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty výhodné konstrukční objemovou výkonnost odlučovače zvyšovat a naopak.

Dále vypočítáme:

$$A2 = \frac{\partial N_p}{\partial W_{po}} \cdot W_{po} > 0, \quad B2 = N_p > 0 \quad (18)$$

$$C2 = \frac{\partial N_z}{\partial W_{po}} \cdot W_{po} > 0, \quad D2 = N_z > 0$$

V případě platnosti rovnice

$$A2 + C2 = B2 + D2 \quad (19)$$

obdržíme optimální objemovou provozní výkonnost odlučovače při konstantních hodnotách konstrukční objemové výkonnosti a konstrukční a provozní procentické výkonnosti.

Platí-li relace:

$$A2 + C2 < B2 + D2 \quad (20)$$

je z hlediska měrných nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty výhodné provozní objemovou výkonnost zvyšovat a naopak.

Dále vypočítáme:

$$A3 = \frac{\partial N_p}{\partial W_{p\%o}} \cdot W_{p\%o} > 0, \quad B3 = N_p > 0 \quad (21)$$

$$C3 = \frac{\partial N_z}{\partial W_{p\%o}} \cdot W_{p\%o} > 0, \quad D3 = N_z > 0$$

V případě platnosti rovnice

$$A3 + C3 = B3 + D3 \quad (22)$$

obdržíme optimální procentickou provozní výkonnost odlučovače při konstantních hodnotách objemové konstrukční a provozní výkonnosti a procentické konstrukční výkonnosti.

Platí-li relace:

$$A3 + C3 < B3 + D3 \quad (23)$$

je z hlediska měrných nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty výhodné procentickou provozní výkonnost zvyšovat a naopak.

Platí-li relace:

$$\frac{\partial N_p}{\partial W_{k\%o}} \cdot W_{po} - N_p + \frac{\partial N_z}{\partial W_{k\%o}} \cdot W_{po} - N_z = 0 \quad (24)$$

obdržíme optimální procentickou konstrukční výkonnost odlučovače při konstantních hodnotách objemové konstrukční a provozní výkonnosti a procentické provozní výkonnosti.

Konečně vypočítáme:

$$A4 = \frac{\partial N_{po}}{\partial W_{k\%o}} \cdot W_{ko}, \quad B4 = N_p \quad (25)$$

$$C4 = \frac{\partial N_z}{\partial W_{k\%o}} \cdot W_{ko}, \quad D4 = N_z \quad (26)$$

V případě platnosti relace:

$$A4 + C4 = B4 + D4 \quad (27)$$

dostáváme optimální konstrukční procentickou výkonnost odlučovacího systému.

V případě platnosti relace:

$$A4 + C4 < B4 + D4 \quad (28)$$

je z hlediska měrných nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty výhodné procentickou konstrukční výkonnost zvyšovat a naopak.

Platí-li současně relace:

$$A1 + C1 = B1 + D1$$

$$A2 + C2 = B2 + D2$$

$$A3 + C3 = B3 + D3$$

$$A4 + C4 = B4 + D4$$

dostáváme vztahy pro optimální hodnoty konstrukční objemové výkonnosti ($W_{ko\ opt.}$), provozní objemové výkonnosti ($W_{po\ opt.}$), konstrukční procentické výkonnosti ($W_{k\%o\ opt.}$) a provozní procentické výkonnosti ($W_{p\%o\ opt.}$) z hlediska minima celkových nákladů vztažených na jednotku objemu odloučené hmoty.

OPTIMALIZACE REŽIMU ZVYŠOVÁNÍ PRODUKČNÍCH SCHOPNOSTÍ LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Lesní ekosystémy pod imisním zatížením pracují obecně s nižší transformační účinností při přeměně zobecněné energie vyjádřené v peněžních jednotkách než lesní ekosystémy ekologicky čisté.

Transformační účinnost (η) fotosyntetické reakce lze obecně vyjádřit tvarem:

$$\eta = f(E, CL, v) \quad (29)$$

kde: E - vložená zobecněná energie

$$E = f(E_1, Mv, Mh, Ir, Iv, Ip, Me),$$

E_1 - cena energie vnesené do ekosystému formou mechanické práce, tepelné energie, světelné energie atd. (Kč),

Mv - množství vápná vloženého do ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

Mh - množství hnojiva vloženého do ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

Ir - intenzita rekonstrukčních zásahů vložených do lesního ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

Iv - intenzita výchovných zásahů vložených do lesního ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

Ip - intenzita pěstebních zásahů vložených do lesního ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

Me - intenzita melioračních zásahů vložených do lesního ekosystému vyjádřené v peněžních jednotkách (Kč),

CL - množství cizorodých látek imitovaných do lesního ekosystému ($g \cdot m^{-3}$),

v - věk.

Produkční schopnost (P) lesního ekosystému pod imisním zatížením má pak tvar:

$$P = f(E, v) \cdot \eta f(E, CL, v) \quad (m^3 \cdot ob^{-1}) \quad (30)$$

kde: $f(E, v)$ - ideální produkční schopnost lesního ekosystému v závislosti na vložené zobecněné energii a věkovém stupni v imisně čisté oblasti transformující vloženou energii s účinností 1 ($m^3 \cdot ob^{-1}$).

Optimální režim lesního ekosystému pod imisním zatížením z hlediska vnašení zobecněné energie ve formě nákladů je dán vztahem:

$$p_{opt.} = MAX P = MAX \frac{f(E, v) \cdot \eta f(E, CL, v)}{E} \quad (m^3 \cdot ob^{-1}) \quad (31)$$

kde: p - měrná produkční schopnost lesního ekosystému.

Pro maximalizaci funkce měrné produkční schopnosti lesního ekosystému platí podmínky nutné:

$$\frac{\partial p(E, v, CL)}{\partial E} = 0, \quad \frac{\partial p(E, v, CL)}{\partial v} = 0 \quad (32)$$

$$\frac{\partial p(E, v, CL)}{\partial CL} = 0$$

Můžeme psát relace:

$$A_i = \frac{\partial f(E, v)}{\partial E} \cdot \frac{\partial E}{\partial E_i} \cdot \eta f(E, CL, v) > 0 \quad (33)$$

$$B_i = f(E, v) \cdot \frac{\partial \eta f(E, CL, v)}{\partial E} \cdot \frac{\partial E}{\partial E_i} \cdot E > 0$$

platí pro $E \in (0 - E_{opt})$

$$B_i = f(E, v) \cdot \frac{\partial \eta f(E, CL, v)}{\partial E} \cdot \frac{\partial E}{\partial E_i} \cdot E < 0$$

platí pro $E \in (E_{opt} - E)$

$$C_i = f(E, v) \cdot \eta f(E, CL, v) \cdot \frac{\partial E}{\partial E_i} < 0$$

kde: E_i - cena energie vložená do lesního ekosystému formou mechanické práce, tepelné energie, atd.

Platí-li rovnice:

$$A_i + B_i = C_i \quad (34)$$

pak obdržíme optimální množství parciální energie, vložené do lesního ekosystému formou tepelné energie, vápnění, hnojení, výchovy, meliorací atd. při konstantních hodnotách množství cizorodých látek působících na lesní ekosystém a při konstantní hodnotě stáří ekosystému.

Platí-li relace:

$$A_i + B_i > C_i \quad (35)$$

je z hlediska měrné produkční schopnosti lesních ekosystémů výhodné vkládati zobecnělé energie zvyšovat a naopak.

Z hodnot výrazů:

$$\frac{\partial \eta f(E, v, CL)}{\partial CL} > 0 \Rightarrow \frac{\partial (E, v, CL)}{CL} > 0 \quad (36)$$

vyplývá, že měrná produkční schopnost lesních ekosystémů je v závislosti na množství cizorodých látek vždy klesající. Toto tvrzení odpovídá běžně zjištěným pozorováním lesních ekosystémů v imisním prostředí a v jistém smyslu verifikuje naše teoretické závěry.

Optimální hodnota stáří lesního ekosystému pod imisním zatížením je dána vztahem

$$\frac{\partial p(E, v, CL)}{\partial v} = 0 \quad (37)$$

VAZBOVÉ PODMÍNKY SYSTÉMU EMITOR, ODLUČOVAČ A LESNÍ EKOSYSTÉM

Zobecněná rovnice pro množství cizorodých látek imitovaných do lesního ekosystému má tvar:

$$CL = f_{CL}(\bar{Q}_1, u, \bar{V}_1, h) \quad (38)$$

kde: $\bar{Q}_1$ - emise znečišťující cizorodé látky CL ($g \cdot s^{-1}$),
 u - rychlost větru ($m \cdot s^{-1}$),
 $\bar{V}_1$ - souřadnicový vektor $\bar{V}_1(x, y, z)$ (m),
 h - výšková souřadnice emitoru (m).

Pro vazbové podmínky mezi výkonností zdroje cizorodých látek a imisním zatížením lesního ekosystému platí relace:

$$\frac{\partial CL}{\partial \bar{Q}_1} > 0 \quad \frac{\partial CL}{\partial u} < 0 \quad (39)$$

$$\frac{\partial CL}{\partial \bar{V}_1} < 0 \quad \frac{\partial CL}{\partial h} < 0$$

Vazbová podmínka mezi výkonností odlučovače a emisí zdroje cizorodých látek má tvar:

$$\bar{Q}_1 = f_o[Q(W_{pE}, W_{kE}), W_{pO}, W_{kO}, W_{p\%O}, W_{k\%O}, par^1, par^2] \quad (40)$$

kde: $\bar{Q}_1$ - emise znečišťující cizorodé látky CL ($g \cdot s^{-1}$),
 f_o - vazbová rovnice mezi výkonností odlučovače, emitoru emisí a koncentrací znečišťujících látek ($g \cdot s^{-1}$),
 Q - množství cizorodých látek, vztažených na jednotku produkce výrobního systému ($kg \cdot kg^{-1}$, $kg \cdot m^{-3}$, $kg \cdot ks^{-1}$),
 par^1 - parametry odlučovače (-),
 par^2 - parametry výrobního systému (emitoru) (-).

Pro chování zobecnělé funkce f_o vazbové rovnice platí relace:

$$\frac{\partial \bar{Q}_1}{\partial Q} > 0, \quad \frac{\partial \bar{Q}_1}{\partial W_{kO}} < 0, \quad \frac{\partial \bar{Q}_1}{\partial W_{pO}} < 0, \quad (41)$$

$$\frac{\partial \bar{Q}_1}{\partial W_{k\%O}} < 0, \quad \frac{\partial \bar{Q}_1}{\partial W_{p\%O}} < 0$$

Obecná vazbová podmínka mezi náklady do odlučovačů, do ekologicky čistých technologií a do lesních ekosystémů má tvar:

$$\bar{N}_{CT} = N_{CE} + N_{CT} + N_{CO} \quad (Kč) \quad (42)$$

kde: $\bar{N}_{CT}$ - celkové náklady vložené do odlučovačů, ekologicky čistých technologií a do lesního ekosystému (Kč),
 N_{CE} - celkové náklady vložené do lesního ekosystému (Kč),
 N_{CT} - celkové náklady vložené do ekologicky čistých technologií (Kč),
 N_{CO} - celkové náklady vložené do odlučovačů (Kč).

$$N_{CE} = f_1(E_i) \quad (Kč) \quad (43)$$

$$E_i \in (E_1, M_V, M_H, M_E, I_R, I_V, I_P)$$

kde: $f_1(E_i)$ - nákladová funkce dílčích nákladů vložených do lesních ekosystémů.

$$N_{CT} = f_2(\Delta S_E, \Delta S_M, W_{pC}, W_{kC}) \quad (44)$$

kde: ΔS_E - úbytek měrného obsahu cizorodé látky v energetickém nosiči ($kg \cdot kg^{-1}$),
 ΔS_M - úbytek měrného obsahu cizorodé látky v materiálovém nosiči ($kg \cdot kg^{-1}$),
 W_{pC} - provozní výkonnost ekologicky čisté výroby ($m^3 \cdot s^{-1}$, ... kW),
 W_{kC} - konstrukční výkonnost ekologicky čisté výroby ($m^3 \cdot s^{-1}$, ... kW).

$$N_{CO} = f_3(W_{kO}, W_{pO}, W_{k\%O}, W_{p\%O}, par^1, par^2) \quad (45)$$

Pro chování zobecněných funkcí vazbové rovnice mezi celkovými náklady vloženými do ekologie a náklady do odlučovačů, ekologicky čistých technologií a do lesních ekosystémů platí relace:

$$\begin{aligned} \frac{\partial NCE}{\partial E_i} > 0, & \quad \frac{\partial NCT}{\partial \Delta SE} > 0, & \quad \frac{\partial NCT}{\partial \Delta SM} > 0 \\ \frac{\partial NCT}{\partial W_{PC}} > 0, & \quad \frac{\partial NCT}{\partial W_{KC}} > 0, & \quad \frac{\partial NCO}{\partial W_{KO}} > 0 \\ \frac{\partial NCO}{\partial W_{PO}} > 0, & \quad \frac{\partial NCO}{\partial W_{KPO}} > 0, & \quad \frac{\partial NCO}{\partial W_{PPO}} > 0 \end{aligned}$$

KONSTRUKCE KRITERIÁLNÍ FUNKCE PRO OPTIMALIZACI VKLÁDÁNÍ INVESTIC DO EKOLÓGIE

Kriteriální funkce je konstruována tak, aby umožnila nalézt:

- optimální množství cizorodých látek emitovaných výrobním systémem, vztahených na jednotku vyrobené produkce,
- optimální náklady vložené do odlučovačů, vztahených na jednotku odloučené hmoty,
- optimální náklady vložené do čistých technologií, vztahených na jednotku vyrobené ekologicky čisté produkce,
- optimální náklady vložené do lesních ekosystémů, vztahených na jednotku produkční schopnosti.

Dále je kriteriální funkce charakterizována tím, že není ve svých jednotlivých komponentech volná, ale je vázána následujícími vazbovými podmínkami:

- vazbová podmínka mezi výkonností zdroje cizorodých látek a imisním zatížením lesního ekosystému,
- vazbová podmínka mezi výkonností odlučovače emisí a zdrojem cizorodých látek,
- vazbová podmínka mezi celkovými náklady na ekologii a náklady vloženými do lesního ekosystému, odlučovače a ekologicky čisté výroby výrobního systému.

V důsledku vazbových podmínek nevytváří kriteriální funkce optimální režim jako volný extrém, ale jako extrém vázaný. Řešení takového problému vede obecně k řešení extremalizace kriteriální funkce za pomoci Lagrangeových multiplikátorů. Obecný tvar kriteriální funkce je následující:

$$Q_{krit} = \sum_{i=1}^7 Q_i \quad (46)$$

- Q_1 - množství cizorodých látek emitovaných výrobním systémem, vztahených na jednotku vyrobené produkce
- Q_2 - náklady vložené do odlučovačů, vztahených na jednotku odloučené hmoty
- Q_3 - náklady vložené do čistých technologií, vztahených na jednotku produkce výrobního systému
- Q_4 - náklady vložené do lesního ekosystému, vztahených na jednotku produkční schopnosti
- Q_5 - vazbová podmínka mezi výkonností zdroje cizorodých látek a imisním zatížením lesního ekosystému
- Q_6 - vazbová podmínka mezi výkonností odlučovače a emisí zdroje cizorodých látek
- Q_7 - vazbová podmínka mezi celkovými náklady na ekologii a náklady vloženými do ekosystému, odlučovače a ekologicky čisté výroby výrobního systému.

ZÁVĚR

Matematická formulace chování výrobního systému, odlučovacího systému, uvedená v předcházející kapitole přispívá, potvrdila, že na jejím základě lze stanovit podmínky, jejichž splnění vede k optimalizaci činnosti všech tří systémů. Vzhledem k tomu, že mezi těmito třemi systémy existuje vzájemná interakce, byl dále učiněn pokus o zkonstruování obecné kriteriální funkce, s jejíž pomocí by bylo možné optimalizovat alokaci investic do každého z nich při respektování omezení, které je kladeno na celkovou výši investičních zdrojů.

I tento záměr se podařilo splnit a požadovaná kriteriální funkce byla nalezena. Nalezená kriteriální funkce popisující vzájemně provázaný systém emitoru cizorodých látek, odlučovače cizorodých látek a lesního ekosystému neumožňuje problém řešit jako řešení volného extrému. Systémové a matematické řešení, jak článek uvádí, je možné řešit metodou vázaného extrému, tj. za pomoci Lagrangeových multiplikátorů. Fyzikální vazby znamenají vazbu mezi emisí cizorodých látek a jejich přenosem na danou lokalitu, dále vazbu mezi výkonností výrobního systému (emitoru) a tvorbou cizorodých látek a v neposlední řadě vazbu mezi náklady vloženými do emitoru, odlučovače a lesních ekosystémů.

Řešení tedy zajišťuje optimalizování činnosti:

- výrobního systému z hlediska minima produkovaných cizorodých látek vztahených na jednotku produkce a minima nákladů vztahených na jednotku produkce nutných k tomu, aby byl výrobní systém transformován na ekologicky čistší způsob výroby,
- odlučovacího systému z hlediska minima vložených nákladů vztahených na jednotku odloučených cizorodých látek,
- lesního ekosystému z hlediska minima vložených nákladů vztahených na jednotku produkce v imisně zasažených regionech.

Metodický přístup řešení byl zvolen tak, aby bylo možné optimalizovat činnost uvedených tří systémů v určitém regionu, a to buď každého zvlášť, nebo v jejich vzájemné kombinaci.

Literatura

- MOLDAN, B. et al.: Životní prostředí České republiky. Praha, Academia 1990: 281.
- OPPOVÁ, M. - ŠAUER, P. - VLČKOVÁ, E.: Studijní podklady k péči o životní prostředí. Informační a publikační komise Rady pro životní prostředí při vládě ČR. Praha, SZN 1983: 142.
- SKÝPALA, J.: Prognóza vývoje poškození lesních porostů ČR imisemi a výtěd ekonomických ztrát. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jiloviště-Strnady, 1975: 203.
- ŠAUER, P.: Ekonomika životního prostředí. VŠE Praha, SPN 1989: 182.

Došlo 26. 10. 1992

JANEČEK, A. - NOVOTNÝ, M. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady): *A system solution to investment allocations in forest ecosystems with foreign substance load*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (5): 208-215.

A system solution to investment allocations in forest ecosystems with foreign substance load has indicated that

in formal terms the system foreign substance emitter, separator and forest ecosystem behaves analogically if we speak about the system emitting foreign substances of liquid, gaseous or solid state, the if we speak about the production system resulting in transport-logging erosion, etc., in which these foreign substances are compensated by separators, sanitation technologies, and others.

In mathematical terms it has been found out that the solution to investment allocations in forest ecosystems with foreign substance load does not in principle mean a solution to an unconstrained extreme but it can be implemented through the so called solution to a constrained extreme, which can be computed on the basis of the use of Lagrange's multipliers.

In technico-physical or economic terms, the relations between the particular components, that means foreign substance emitter, foreign substance separator and forest ecosystem, are these:

- relation between foreign substance emissions and the transfer of these foreign substances to a forest ecosystem locality,
- relation between emitter output (manufacturing system, that means power station, factory, machines and their power units working in the forest, etc.) and foreign substance emissions,
- relation between the expenditures for an emitter, separator and forest ecosystem.

Extremalization of the multicriterional function mentioned in this paper limited by the relation conditions enables to determine an optimum regime of the system described by:

- constructional and operating properties of a manufacturing system (emitter) which will guarantee such an operating regime that is characterized by the minimum output of foreign substances per unit production;
- constructional and operating properties or technico-technological parameters of a separator (sanitation equipments) which enable the separator to work in the regime characterized by minimum costs per unit of a separated foreign substance;
- such technico-biological practices applied to a forest ecosystem that will provide for maximum output if related per unit expenditures for a forest ecosystem with immission load.

The proposed solution enables to optimize the system emitter, that means the manufacturing system, separator and forest ecosystem separately, or as a structurally related whole within which the optimum allocation of limited investment in the system components will enable the user to produce a maximum effect with respect to the setup criterion.

forest ecosystems; economy; ecology; system analysis; mathematical modelling

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Adolf Janěček, DrSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strmady



**VÝHODNÝ LEASING STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení obdobyvých potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

ADEKO a. s., Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: 258 342, fax: 207 229

SEMINÁR O VPLYVE MENIACIACH SA PODMIENOK PROSTREDIA NA PRODUKCIU LESNÝCH DREVÍN

Oddelení produkční ekologie lesních dřevin - Ústav systematické a ekologické biologie (USEB) ČSAV Brno - a L. Z. Ostravice uspořádali v dních 13. - 15. 10 1992 seminár o vplyve meniacich sa podmienok prostredia na produkciu lesných drevín. Seminár sa konal na Bílém Kříži na území Moravskoslezských Beskyd. Jeho poslaním bolo informovať účastníkov o výsledkoch výskumu vplyvu meniacich sa ekologických pomerov na lesné porasty a zoznámiť sa s výskumným objektom na Bílém Kříži.

Na seminári bolo prednesených takmer 30 referátov. Viaceré z nich sa dotkli vplyvu imisí na asimilačné orgány drevín: M. Barták (USEB ČSAV, Brno) zhodnotil vplyv zvýšenia koncentrácie CO₂ v ovzduší na anatomické a morfológické vlastnosti ihlič. O. Kontrišová, J. Kontriš (ÚEL SAV, Zvolen), Z. Holub (ÚE SAV, Bratislava) sa zaoberali problematikou akumulácie fluóru, biomasy a výskytu nekrotizácie borovice čiernej v oblasti hliníkárne v Ziaři nad Hronom. V. Skuhřavý (Entomologický ústav ČSAV), P. Lázníčka (Ústav krajinné ekologie ČSAV), L. Huderová (Ústav analytické chemie ČSAV) referovali o výsledkoch výskumu obsahu najdôležitejších ťažkých kovov, niektorých ďalších kovov a biogénnych prvkov v tohorodných ihličiciach smreka na Morave. P. Šíffel, Z. Braunová (Ústav molekulární biologie rostlin ČAV, České Budějovice) načrtli možnosti použitia fluorescenčnej spektroskopie pre včasnú detekciu poškodenia ihlič smreka kyslími dažďami.

Niekoľko referátov sa zaoberalo otázkou fyziologických procesov a zmien prebiehajúcich v organizmoch imisiami atakovaných drevín. L. Čížková (USEB ČSAV, Brno) uviedla najnovšie poznatky týkajúce sa vplyvu prostredia na produkciu lesných drevín z hľadiska hormonálnej fyziológie. T. Doležalová, J. Kalina, V. Psota, B. Lázníčková, R. Čížková (USEB ČSAV, Brno) referovali o význame rastového regulátora 6-benzylaminopurínu na fotosynteticky aktívne pigmenty a rast smreka v podmienkach lesnej škôlky. I. Marková (USEB ČSAV, Brno) vysvetľovala príkon fotosynteticky aktívnej radiácie ako limitujúci faktor produkcie smrekových porastov. K. Roháček (Ústav molekulární biologie rostlin ČAV, České Budějovice), P. Cudlín (Ústav krajinné ekologie ČAV, České Budějovice) načrtli možnosti využitia PAM-fluórometra pre kvalitatívne a kvantitatívne zhodnotenie funkčnosti, účinnosti a poškodenia fotosyntetického aparátu jednorodých semenáčikov smreka. V. Špunda (Katedra fyziky, PFF OU, Ostrava), J. Kalina, M. Marek (USEB ČSAV, Brno) a J. Nauš (Katedra experimentální fyziky, PFF UP, Olomouc) venovali pozornosť zmenám fotosyntetickej aktivity smreka v dôsledku nástupu zimného obdobia.

Otázkou vápnenia lesných porastov sa zaoberali dvaja referujúci: V. Podrážský (VULHM, VS Opočno) v príspevku Pôdna úrodnosť a vápnenie a D. Vařšíček (Ústav ekologie lesa LF VŠZ, Brno) v referáte Význam vápnenia lesných pôd vyšších poloh Beskyd.

P. Cudlín a P. Šíffel predostreli závažnú otázku chradnutia horských lesných ekosystémov v dôsledku synergického pôsobenia prírodných a antropických stresových faktorov. S. Vacek (VULHM, VS Opočno) porovnal vývoj sadeníc dvanásťročných autochtonných drevín pod vplyvom imisí v Krkonoších. I. Vlček (LZ Frýdek-Místek) zhodnotil vplyv imisí zlučenin síry na plodnosť smreka

podľa porovnaní z viacerých rôzne imisne zaťažených lokalít. I. Kubka (VULHM, Jiloviště-Strnady) načrtol význam následkov stupňa olistenia smreka na hrúbkový prírastok. Údaje sa získali zo štyroch oblastí s rozdielnou imisnou situáciou. J. Hartmann (Bio-Stav, a.s., Praha) vysvetlil výhody využitia bioagátov v lesníctve, podal prehľad ich druhov a metodiku použitia. J. Kalina (USEB ČSAV, Brno) rozvil niekoľko problémov stanovenia produkcie biomasy, ktorá je dôležitým ukazovateľom ekologickej stability lesných porastov.

Problémom globálneho charakteru sa venovali dva referáty: R. Krejčí (Katedra geochemie, mineralogie a krystalografie, UK Praha), E. Swietlicki (Dep. of Nuclear Physics, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden), J. Černý (Český geologický úřad, Praha) Charakteristika atmosférického aerosólu strednej Európy a zmeny v jeho zložení počas transportu do Skandinávie a M. V. Marek (USEB ČSAV, Brno) Vplyv zvyšujúcej sa globálnej koncentrácie CO₂ na lesy mierneho pásma.

Z ďalších referujúcich treba uviesť pracovníkov z Ústavu ekologie lesa SAV Zvolen: A. Cicák, G. Steinhübel sa dotkli zmladenia buka vo vzťahu k stupňu clonenia materským porastom. M. Kodrál venoval pozornosť kvantitatívnym a štruktúrnym zmenám podzemnej biomasy v dôsledku imisnej záťaže. J. Kontriš, O. Kontrišová podali výsledky zo sledovania vplyvu intenzity ťažby na vitalitu a produkciu *Carex pilosa*. I. Štefančík referoval o zmene hrúbkového prírastku bukových porastov v dôsledku ťažbového zásahu rôznej sily. J. Gáper zhodnotil výsledky trojročného hodnotenia fruktifikácie niektorých druhov bazidiových húb smreka na bývalých nelesných pôdach a I. Mihál sa venoval štúdiu produkčných pomerov vybraných basidiomycetov v bukových porastoch o rôznej sile zásahu.

Dva príspevky sa zaoberali výsledkami výskumov na experimentálne ekologickom pracovíšti Bílý Kříž: Z. Blažek (CHMÚ, pobočka Ostrava) podal prehľad výsledkov merania znečisťujúcich látok (SO₂, prach, NO_x, sírany) na Bílém Kříži od roku 1989. R. Tolas (CHMÚ, pobočka Ostrava) porovnal hodnoty hlavných klimatologických prvkov na Bílém Kříži a na Lysé hoře za rok 1991.

Účastníci seminára si prezreli výskumný objekt Bílý Kříž. Pre túto príležitosť uverejnili v zborníku sprievodcu exkurzií (D. Janouš, V. Dvořák: Experimentálne ekologické pracovíšte Bílý Kříž).

Experimentálne ekologické pracovíšte slúži ku štúdiu produkčnej aktivity horského smrekového porastu, založenom na ekofyziologickom prístupe skúmania. Výskum sa vykonáva na troch základných objektoch. Sú to:

- vlastný stacionár s klimatologickou stanicou a stanicou merajúcou znečistenie ovzdušia,
- výskumná smreková plocha s meracou vežou a stožiarom,
- výskumná smreková plocha so simulovanými podmienkami zmien v atmosfére (open top chamber zariadenie).

Celkovo možno konštatovať, že seminár splnil svoje poslanie a prispel k výmene informácií medzi výskumnými pracovníkmi zaoberajúcimi sa otázkami vplyvu meniacich sa podmienok prostredia na lesné porasty. Referáty a sprievodca exkurzií sa uverejnili v samostatnom zborníku.

Ing. Bohdan Konópka,
Technická univerzita, Lesnícka fakulta, Zvolen

Obecné pokyny

Časopis Lesnictví-Forestry uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k lesním ekosystémům rostoucím ve střední Evropě. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zaslání příspěvku nemá přesáhnout 20 stran (A4 formátu, psaných oběma stranami) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisů musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 2 - 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhůžů na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článku musí odpovídat formě, ve které jsou články v časopisu Lesnictví-Forestry publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

Rukopis má obsahovat titulní stranu, na které je uveden název článku, jméno autora (autorů), název a adresa instituce, kde práce byla vypracována, a číslo telefonu a faxu autora.

Každý článek by měl obsahovat abstrakt, který nemá mít více než 120 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytné nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přesně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, první a poslední strana. U knihy je uvedeno i místo vydání, vydavatel a rok.

Tabulky

Tabulky jsou číslovány průběžně a u každé je uveden i nadpis. Každá tabulka je napsána na jednom listu.

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současné uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorovi vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis.

Separáty. Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

Instructions to Authors

General

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. An article submitted to Lesnictví - Forestry must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 20 double - spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author. Each paper must begin with an Abstract of no more than 120 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

Tables should be numbered consecutively and have an explanatory title. Each table, with title, should be on a separate sheet of paper.

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stuck on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend.

Offprints. Forty (40) offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

LESNICTVÍ - FORESTRY 1993, No. 6, uveřejní příspěvky:

Rumler C., Gregorová E., Turzík Z., Řešátka M., Mazánek M.:
Multiradiometrická měření vybraných charakteristik semen lesních dřevin – Multiradiometric measurements of selected characteristics of forest tree seeds

Pfanz H., Lomský B., Hynek V., Vollrath B., Oppmann B., Materna J.:
Obsah živin a fotosyntéza u listů buku (*Fagus sylvatica* L.) odebraných z porostů rostoucích na stanovištích s různým zatížením SO₂ – Nutrient content and photosynthesis in beech (*Fagus sylvatica* L.) leaves taken from stands growing at sites with different levels of SO₂ load

Kohán Š.: Rast a zdravotný stav topoľov v zmenených ekologických podmienkach Medzibodrožia na Východoslovenskej nížine – The growth and health of poplars in changed ecological conditions of the Medzibodrožie region in the East Slovakian Lowland

Prudič Z.: Fenotypická charakteristika dubu letního a formy jeho rašení na vátých pískách Bzenecké Doubravy – Phenotype characteristics of English oak and forms of its flushing on eolian sands of the Bzenecká Doubrava locality

Simandl J.: Dynamika letové aktivity samců v latentní populaci hřebenule *Neodiprion sertifer* (Geoff.) (*Hymenoptera, Diprionidae*) – Flight dynamics of males in a non-outbreaking population of European pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Geoff.) (*Hymenoptera, Diprionidae*)

Simanov V.: Energetické využití lesní štěpky a jeho ekonomické aspekty – Wood chips as an energy source in economic terms

Poleno Z.: Naše budoucí lesnická politika – Our future forestry policy

Macík J.: Koncepce funkční typizace lesa – A conception of forest functional typification

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebočková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: OSTRAVSKÉ TISKÁRNĚ, Novinářská 7, 709 70 Ostrava 1 ●
© Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvozdčanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.